



# ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CARIOTIPO Y DE LA MEIOSIS DE DOS ESPECIES DE *ADESMIA* (FABACEAE, MURICATAE)

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE KARYOTYPE AND MEIOSIS IN TWO SPECIES OF *ADESMIA* (FABACEAE, MURICATAE)

Valeria de los A. Páez<sup>1</sup>, Aldo R. Andrada<sup>1\*</sup> & María S. Caro<sup>2</sup>

1. Instituto de Genética y Microbiología, Fundación Miguel Lillo, San Miguel de Tucumán, Argentina
2. Investigadora independiente

\*arandrada@lillo.org.ar

### Citar este artículo

PÁEZ, V. DE LOS A., A. R. ANDRADA & M. S. CARO. 2024. Análisis comparativo del cariotipo y de la meiosis de dos especies de *Adesmia* (Fabaceae, Muricatae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 59(4): 1-10. Versión en línea.

DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v59.n4.44914>

### SUMMARY

**Background and aims:** *Adesmia* is part of the native flora of Argentina and includes approximately 100 species. Among the species of the genus, *A. muricata* var. *dentata* and *A. cordobensis* var. *cordobensis* are inermous herbs of the Muricatae series which are widely distributed in northwestern Argentina. Cytogenetic studies are scarce for the genus. In order to carry out a comparative study between these two species, the aim of this work was to provide the first statistically based morphometric studies of karyotypes of *A. muricata* var. *dentata* and *A. cordobensis* var. *cordobensis* as well as analyze meiotic behavior of them.

**M&M:** Mitotic metaphases were obtained from roots pretreated with 8-hydroxyquinoline. Chromosomes were stained with 2% propionic hematoxylin. Estimation of pollen grain viability was performed with the Müntzing staining.

**Results:** All analyzed populations had a chromosome number  $2n = 20$ , symmetrical karyotypes and karyotypic formula consisting of 20 m (metacentric) chromosomes. *Adesmia muricata* var. *dentata* and *A. cordobensis* var. *cordobensis* have different average chromosome lengths. Furthermore, *A. muricata* var. *dentata* presented satellites, not observed in *A. cordobensis*. In both taxa analyzed, the meiotic behavior was regular, and the viability of the pollen grains was close to 90%.

**Conclusions:** Chromosome counts, karyotypes, meiotic behavior and viability of pollen grains are novel data. Cytogenetic characteristics allow these related species to be distinguished.

### KEY WORDS

Idiogram, interphase nucleus, meiotic behavior, pollen viability.

### RESUMEN

**Introducción y objetivos:** *Adesmia* conforma parte de la flora nativa de Argentina e incluye aproximadamente 100 especies. Entre las especies del género, *Adesmia muricata* var. *dentata* y *A. cordobensis* var. *cordobensis* son hierbas inermes de la serie Muricatae que se distribuyen ampliamente en el noroeste de Argentina. Los estudios citogenéticos para el género son escasos. El objetivo de este trabajo fue proveer los primeros estudios morfométricos con base estadística de los cariotipos de *A. muricata* var. *dentata* y *A. cordobensis* var. *cordobensis*, así como analizar sus comportamientos meióticos, con el fin de realizar un estudio comparativo entre estas dos especies afines.

**M&M:** Las metafases mitóticas se obtuvieron de raíces pretratadas con 8-hidroxiquinoleína. Los cromosomas se tiñeron con hematoxilina propiónica 2%. La estimación de la viabilidad de los granos de polen se llevó a cabo con la tinción de Müntzing.

**Resultados:** Todas las poblaciones analizadas presentaron número cromosómico  $2n = 20$ , cariotipos simétricos y fórmula cariotípica compuesta por 20 cromosomas m (metacéntricos). *Adesmia muricata* var. *dentata* y *A. cordobensis* var. *cordobensis* presentan diferentes longitudes cromosómicas medias. Además, *A. muricata* var. *dentata* presentó satélites, no observados en *A. cordobensis* var. *cordobensis*. En ambos taxones analizados el comportamiento meiótico fue regular y la viabilidad de los granos de polen cercana al 90%.

**Conclusión:** Los recuentos cromosómicos y cariotipos, el comportamiento meiótico y la viabilidad de los granos de polen son datos novedosos. Las características citogenéticas permiten distinguir estas especies afines.

### PALABRAS CLAVE

Comportamiento meiótico, idiograma, núcleo interfásico, viabilidad del polen.

Recibido: 2 May 2024  
Aceptado: 12 Jun 2024  
Publicado en línea: 10 Dic 2024  
Publicado impreso: 31 Dic 2024  
Editor: Gabriel Bernardello

ISSN versión impresa 0373-580X  
ISSN versión on-line 1851-2372

## INTRODUCCIÓN

En Sudamérica, el género neotropical *Adesmia* DC. está representado por 240 especies endémicas, registrándose para Argentina aproximadamente 100 de ellas que forman parte de la flora autóctona; muchos de sus taxones están distribuidos en las zonas montañosas áridas y semiáridas del noroeste argentino (NOA) (Ulibarri, 1996; Ulibarri & Burkart, 2000). Los antecedentes bibliográficos mencionan que las especies del género se utilizan para el control de la erosión, como combustible en alta montaña y, además, como forrajeras por su alto contenido de proteínas (Burkart, 1960; Covas, 1978; Allen & Allen, 1981; Scheffer-Basso *et al.*, 2000, 2001; Ulibarri & Burkart, 2000; Tedesco *et al.*, 2002).

Burkart (1964, 1967) delimitó 45 series dentro de dos subgéneros: *Adesmia* (inermes) y *Acanthadesmia* (espinosas). En el primer subgénero, la serie Muricatae Burk. está integrada por seis especies herbáceas, donde se considera a *A. muricata* (Jacq.) DC. la especie tipo. *Adesmia muricata* var. *dentata* (Lag.) Benth (Fig. 1), se caracteriza por sus folíolos dentados y lomentos péndulos (Burkart, 1954; Bianco, 2002) y es la variedad más distribuida en el NOA, donde crece desde los 300-2600 m s.n.m., encontrándose en las provincias de Buenos Aires, Catamarca, Córdoba, Entre Ríos, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Salta, Santiago del Estero, Santa Fe, San Luis y Tucumán.

*Adesmia cordobensis* Burkart es otro representante de la serie Muricatae y la integran

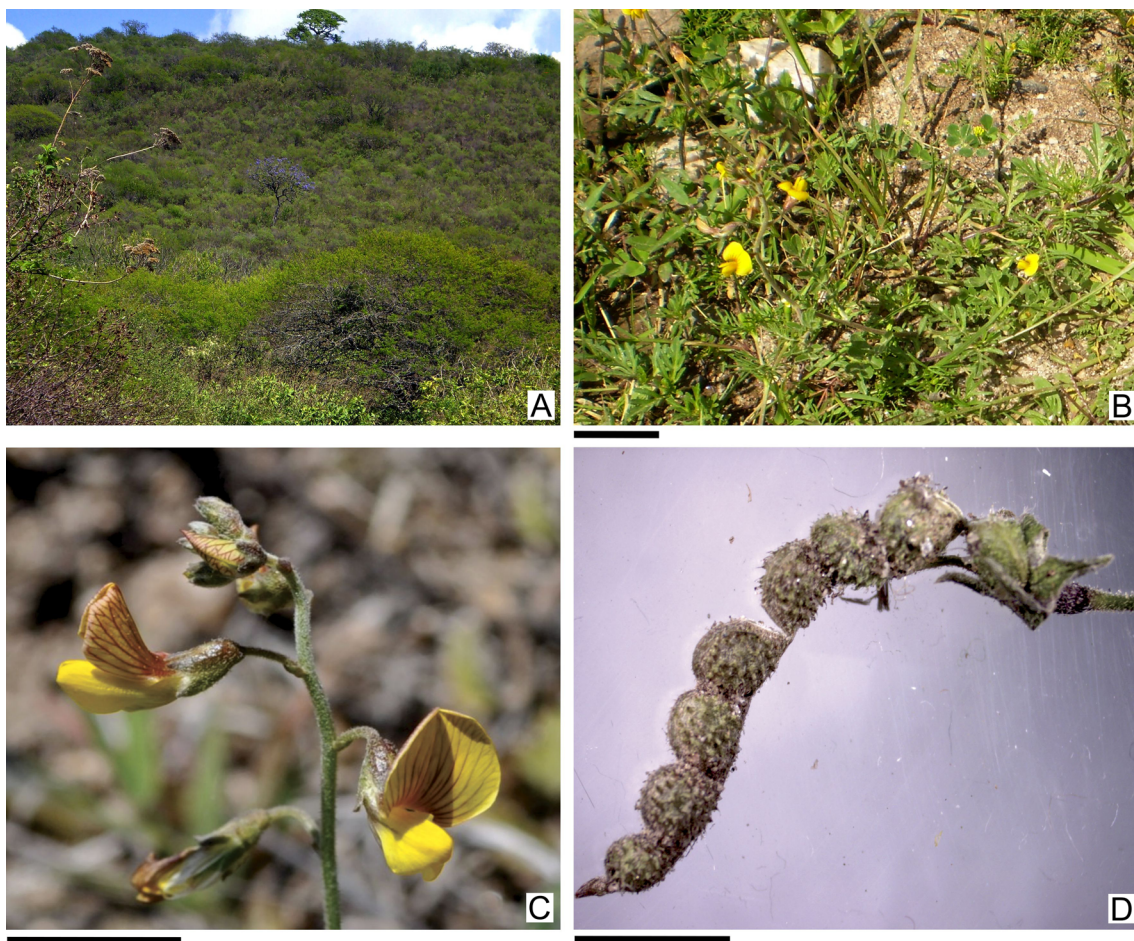
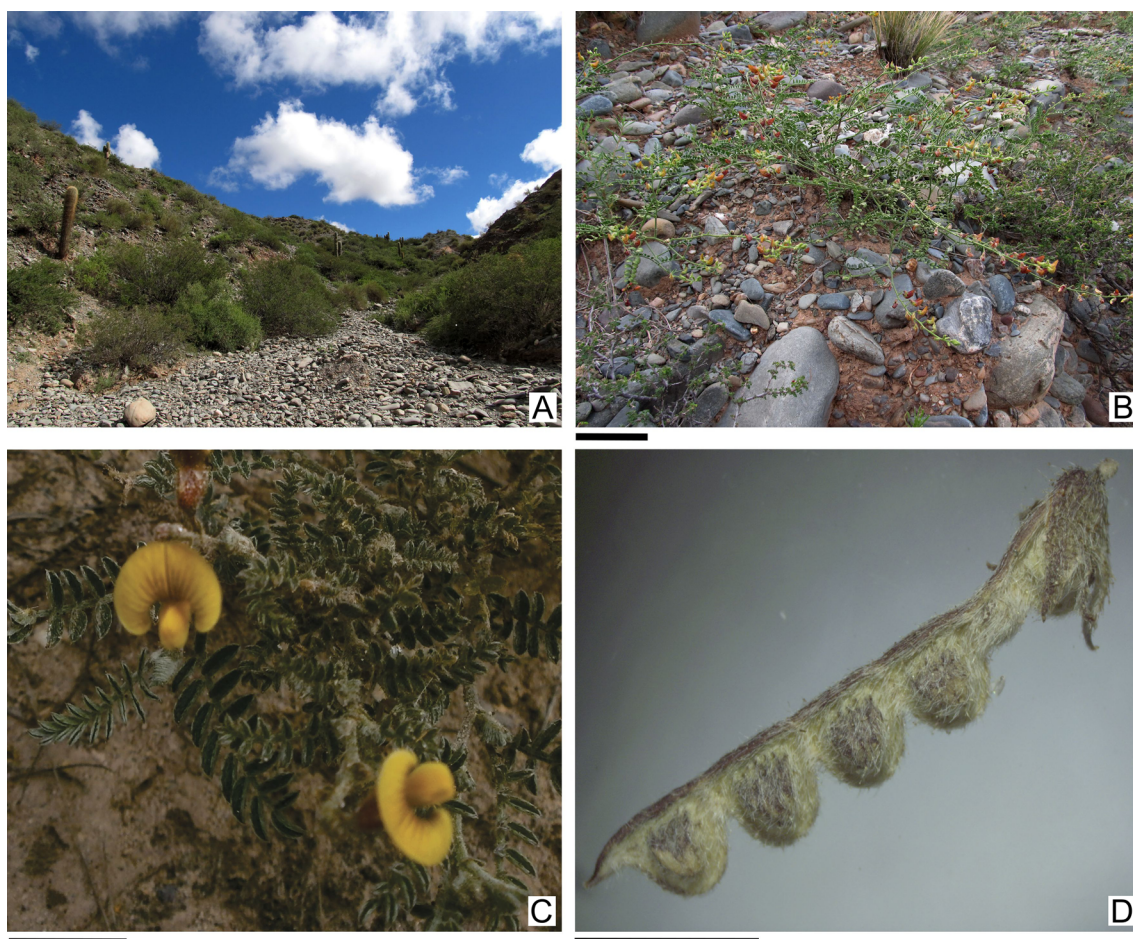


Fig. 1. *Adesmia muricata* var. *dentata*. A: Hábitat. B: Hábito rastrero. C: Aspecto de las flores. D: Lomento péndulo. Escalas= 5 mm.

dos variedades, *A. cordobensis* Burkart var. *appendiculata* Ulibarri & Burkart y *A. cordobensis* Burkart var. *cordobensis*. Éstas se diferencian por la longitud de las emergencias (estructuras en forma de espinas, tricomas o plumas que tapizan el lomento) y la pilosidad de los artejos (Ulibarri & Burkart, 2000). *Adesmia cordobensis* var. *cordobensis* (Fig. 2) crece en la región Chaqueña de las provincias de Catamarca, Córdoba, Salta, San Luis y La Rioja (Ulibarri & Burkart, 2000; Bianco, 2002) entre los 900-2000 m s.n.m.

Los estudios citogenéticos en *Adesmia* son escasos, en particular para material de Argentina y solo se registran recuentos cromosómicos para 23 especies, la mayoría de ellos de material proveniente de Brasil o Chile (Fedorov, 1969; Dollenz, 1976;

Goldblatt, 1981, 1984, 1985, 1988; Goldblatt & Johnson, 1990, 1991, 1994, 1996, 1998, 2000; Miotto & Forni-Martins, 1994; Tedesco *et al.*, 2002). Algunos autores citan para el género  $x = 5$  y  $x = 10$  como números básicos (Goldblatt, 1981; Hunziker *et al.*, 1985). La mayoría de sus taxones son diploides, con  $2n = 2x = 20$ , y se mencionan además tetraploides con  $2n = 4x = 40$ , por ejemplo, *A. incana* Vogel var. *incana* o *A. incana* Vogel var. *grisea* (Hook. f.) Burkart (Castronovo, 1945; Covas & Schnack, 1946; Covas, 1949; Krapovickas & Krapovickas, 1952; Covas & Hunziker, 1954; Burkart, 1967; Miotto & Forni Martins, 1994; Coelho, 1997; Coelho & Battistin, 1998; Tedesco *et al.*, 2002). Los antecedentes mencionan que las adesmias generalmente presentan un



**Fig. 2.** *Adesmia cordobensis* var. *cordobensis*. **A:** Hábitat. **B:** Hábito rastrero. **C:** Aspecto de las flores. **D:** Lomento péndulo. Escalas= 5 mm.

comportamiento meiótico regular y alta viabilidad de los granos de polen (Coelho, 1997; Coelho & Battistin, 1998). Caro *et al.* (2014, 2016, 2018, 2020) realizaron recuentos cromosómicos para poblaciones del NOA de *A. cytisoides* Griseb., *A. cordobensis* var. *cordobensis*, *A. inflexa* Griseb. y *A. schickendantzii* Griseb. Estos autores observaron en todas ellas  $2n = 20$  cromosomas, sin embargo, el análisis de las características morfométricas de los cromosomas no fueron abordados en estos trabajos.

El objetivo de este trabajo es reportar los primeros estudios morfométricos con base estadística, de los cariotipos de *A. muricata* var. *dentata* y *A. cordobensis* var. *cordobensis* y analizar su comportamiento meiótico, con el fin de realizar un estudio comparativo que permitan diferenciar estas dos especies afines. Además, ampliar el conocimiento citogenético de *Adesmia* para la Argentina, en particular para la región del NOA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material recolectado fue depositado en el Herbario Fanerogámico de la Fundación Miguel Lillo (LIL), Tucumán, Argentina. Parte del material correspondiente con *A. cordobensis* var. *cordobensis* ya fue analizado por Caro *et al.* (2014) y se denota con un asterisco (\*). Para los estudios citogenéticos se tomaron muestras de siete individuos por especie, debido a que algunas poblaciones tienen escasa frecuencia catalogadas como vulnerables por su pérdida de hábitat, como el caso de *A. cordobensis* (Caro *et al.*, 2014).

### Material estudiado

*Adesmia muricata* var. *dentata*. ARGENTINA. Prov. Tucumán: Depto. Tafi del Valle, 26°57'45.96" S 65°45'51.60"O, 2227 m s.n.m., 20-II-2006, Caro 25 (LIL), 26°44'26"S 65°45'960"O, 3050 m s.n.m., 6-III-08, Caro 40 (LIL), 26°57'217"S 65°44'062"W, 2186 m s.n.m., 2-III-2010, Caro 36 (LIL); 26°57'16.8"S 65°43'57.7"O, 5-III-2008, 2169 m s.n.m., Caro 35 (LIL). Depto. Burruyacú, 26°23'61.2"S 65°55'81.5"O, 1078 m s.n.m., 4-XI-2011, Caro 80 (LIL).

*Adesmia cordobensis* var. *cordobensis*. ARGENTINA. Prov. Catamarca: Depto. Andalgalá, Cuesta Las Chilcas, RP 48, km 100, 27° 37'94"S 66° 09'34"O, 1940 m n.s.m., 7- III-2005, Caro 16\* (LIL

607377). Prov. Salta: Depto. La Poma, 24°53'148" S 65° 08'650", 2651 m n.s. m, 19-II-2014, Caro 0120 (LIL).

### Núcleo interfásico y mitosis

Existen técnicas de coloración para identificar las regiones ricas en adenina-timina (AT) de la heterocromatina, entre ellas el fluorocromo 4'6-diamidino-2-fenilindol o DAPI (Sumner, 1990). La cantidad y distribución de la heterocromatina permite clasificar los núcleos interfásicos (Guerra, 1983). Para el estudio de los núcleos interfásicos se utilizó DAPI, de acuerdo con el protocolo de Dewitte *et al.* (2010) y el colorante hematoxilina propiónica al 2% (Sharma & Sharma, 1965). La clasificación de los mismos se basó en Guerra (1987).

Los meristemas radicales se pretrataron con 8-hidroxiquinoleína 0,002 M por 24 horas en frío (4 °C), posteriormente se fijaron a temperatura ambiente en Farmer (alcohol etílico-ácido acético, 3:1) durante 24 horas, para ser conservados en alcohol 70° a -4 °C. Las raíces fueron coloreadas con hematoxilina propiónica 2%, previa hidrólisis ácida durante 15 minutos en HCl 1 N a 60 °C. Para los recuentos cromosómicos se observaron como mínimo siete células, una por planta, con cromosomas extendidos; las longitudes de los cromosomas se midieron con el programa MicroMeasure 3.3 (Reeves, 2001). Las variables morfométricas que se tuvieron en cuenta fueron, longitud cromosómica total (c), longitud de brazo largo (l), longitud de brazo corto (s) e índice centromérico (Ic). Los cromosomas se clasificaron según la metodología propuesta por Levan *et al.* (1964), las asimetrías inter e intracromosómicas se calcularon de acuerdo con Romero Zarco (1986), mientras que para la denominación de los satélites se siguió a Battaglia (1955).

### Meiosis y viabilidad del polen

El análisis de la meiosis se realizó en un mínimo de 200 células madres de polen (CMP) por cada estadio meiótico, obtenidas a partir de botones florales, fijados, conservados y coloreados como se describió para la mitosis. La tinción utilizada para la estimación de la viabilidad de los granos de polen fue Mützing (carmin acético-glicerina 1:1), descrita por Sharma & Sharma (1965); se hicieron recuentos de 1000 granos de polen como mínimo.

Para la observación de los preparados se utilizó un microscopio óptico y de epifluorescencia (Olympus BX43, Tokio, Japón) y las microfotografías fueron tomadas con una cámara Olympus Q color-5 (5 MP, Ontario, Canadá). Las figuras se elaboraron y editaron con el software Corel DrawX3.

## RESULTADOS

### *Núcleo interfásico y mitosis*

En *Adesmia muricata* var. *dentata* y *A. cordobensis* var. *cordobensis* las células meristemáticas presentaron núcleos interfásicos arreticulados de tipo A1, con cromocentros de tamaño variables y forma regular (Fig. 3A, B).

Ambos taxones exhibieron placas metafásicas con igual número cromosómico ( $2n = 2x = 20$ ), con fórmula cariotípica de 20 m (metacéntricos) (Fig. 3C, D). Los índices de asimetría intracromosómica e intercromosómica tuvieron valores bajos:  $A_1 = 0,30/0,18$  y  $A_2 = 0,24/0,19$  en *A. muricata* var. *dentata* y *A. cordobensis* var. *cordobensis*, respectivamente.

En *Adesmia muricata* var. *dentata* las longitudes de los cromosomas oscilaron entre 1,35-3,05  $\mu\text{m}$ , la longitud de su complemento cromosómico haploide es de 21,52  $\mu\text{m}$  y se observó la presencia de satélites, de tipo macrosatélite en posición terminal, en los brazos largos de los tres primeros pares metacéntricos; aunque en ocasiones solamente puede observarse uno o dos pares de ellos (Fig. 3C, E-F), mientras que en *A. cordobensis* var. *cordobensis* las longitudes cromosómicas variaron entre 1,93-3,81  $\mu\text{m}$  y la longitud de su complemento cromosómico haploide es de 28,57  $\mu\text{m}$ ; no presentaron satélites (Fig. 3D, G). Los valores del índice centromérico medio fueron de 41,28 y 44,20 para *A. muricata* var. *dentata* y *A. cordobensis* var. *cordobensis*, respectivamente. En la Tabla 1 se registran los parámetros morfométricos.

### *Meiosis y viabilidad de polen*

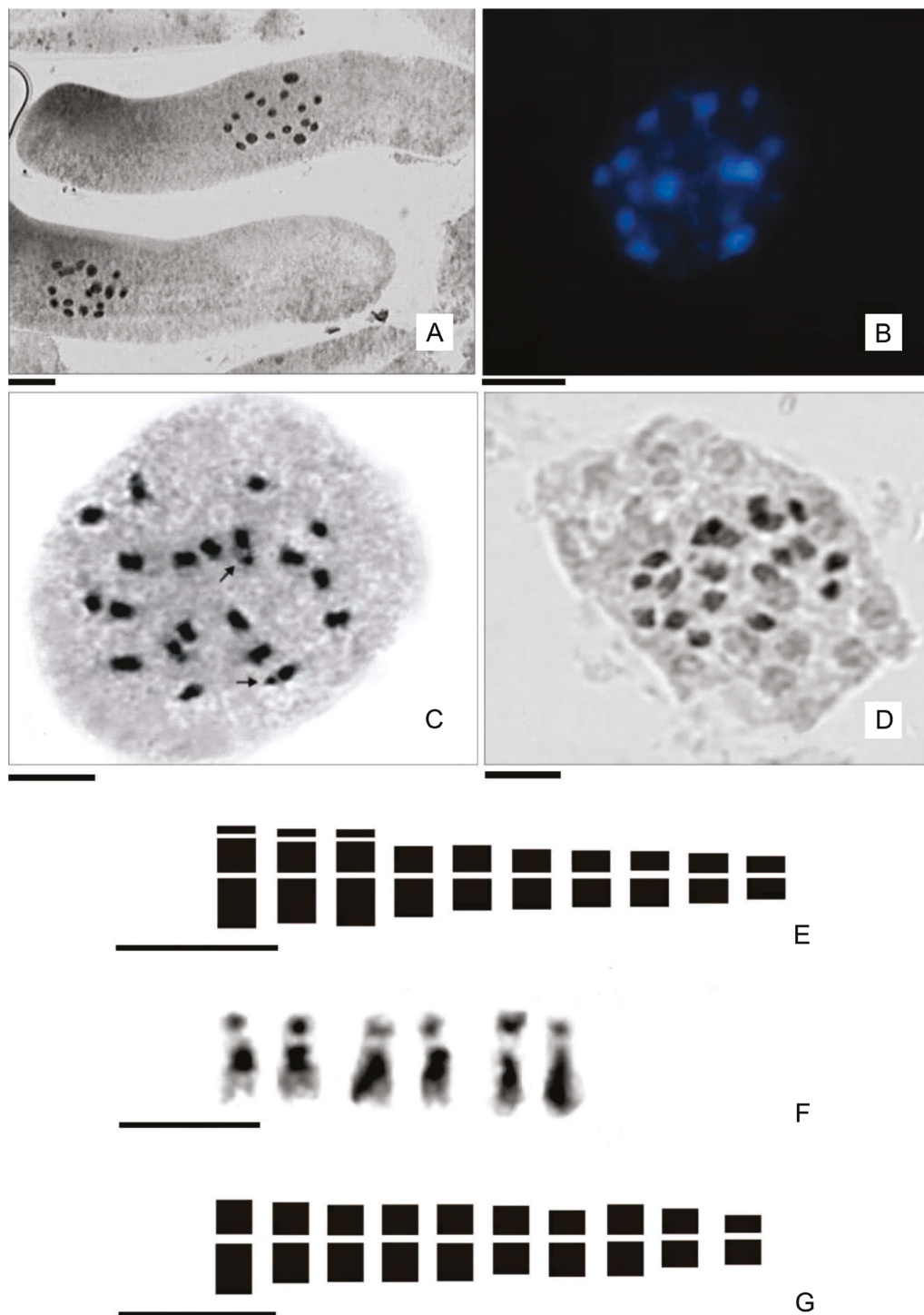
En las especies estudiadas se observaron en diacinesis 10II (Fig. 4A, D). *Adesmia muricata* var. *dentata* evidencia cromosomas rezagados en MI (21%) (Fig. 4B), falta de co-orientación en MII (45%) y en AII (34%) (Fig. 4C), las TII analizadas fueron regulares, la formación de tétradas fue normal y en correspondencia la viabilidad de polen

estimada fue de 98% (Fig. 4G). Mientras que en *A. cordobensis* var. *cordobensis*, se observaron cromosomas fuera de la placa ecuatorial en MI (18,4%) (Fig. 4E), falta de co-orientación (44,44%) y cromosomas rezagados en MII (20%) (Fig. 4F). La formación de tétradas fue regular y la viabilidad de polen fue de 88,70% (Fig. 4H).

## DISCUSIÓN

En lo que concierne a la descripción de los núcleos interfásicos, Guerra (1987) estableció un sistema de clasificación, con base en la proporción de la eucromatina, en núcleos interfásicos reticulados, semireticulados y arreticulados. Este mismo autor mencionó que la estructura del núcleo en interfase es constante dentro de una especie y resulta de importancia como un parámetro característico para fines taxonómicos, ya que puede variar dentro de un género o en categorías taxonómicas superiores. Las especies de *Adesmia* analizadas tienen un núcleo arreticulado con grandes bloques heterocromáticos que, de acuerdo con Guerra (1983, 1987, 2000), es un indicador de que el taxón presenta cromosomas pequeños hasta aproximadamente 3  $\mu\text{m}$  de longitud. Esta aseveración concuerda con nuestras observaciones en las placas metafásicas mitóticas, cuyos cromosomas oscilan entre 1,35-3,81  $\mu\text{m}$ .

Al considerar  $x = 10$  como número cromosómico básico, las poblaciones de las especies analizadas en este trabajo son diploides con número cromosómico  $2n = 20$ , similares a otras especies de *Adesmia*, como *A. securigerifolia* Herter, *A. riograndensis* Miotto, *A. bicolor* (Poir.) DC., *A. cordobensis* var. *cordobensis*, *A. incana* Vog. var. *incana*, *A. muricata* var. *muricata* (Miotto & Forni-Martins, 1994; Caro *et al.*, 2014). Además, los datos permitieron diferenciar ambos taxones analizados por la longitud de sus cromosomas, en particular del complemento cromosómico haploide y la presencia de satélites en *A. muricata* var. *dentata*, característica que se destaca ya que por primera vez se observa para la serie Muricatae. Las longitudes cromosómicas de *A. muricata* var. *dentata* alcanzan hasta 3  $\mu\text{m}$  como en *A. bicolor*, *A. incana*, *A. pinifolia* Gillies ex Hook. & Arn., *A. trijuga* Gillies ex Hook. & Arn., *A. macrostachya* Benth. (Castronovo, 1945; Coelho, 1997), sin



**Fig. 3. A, D y G:** *A. cordobensis* var. *cordobensis*. **B-C y E-F:** *Adesmia muricata* var. *dentata*. **A-B:** Núcleo interfásico arreticulado coloración clásica y con DAPI, respectivamente. **C-D:** Metafase mitótica  $2n=20$ . **E:** Idiograma de *A. muricata* var. *dentata*. **F:** Detalle de los tres pares de cromosomas con satélites. **G:** Idiograma de *A. cordobensis* var. *cordobensis*. Las flechas indican los satélites. Escala= 5  $\mu$ m.

**Tabla 1.** Parámetros morfométricos de los cromosomas de *Adesmia muricata* var. *dentata* y *A. cordobensis* var. *cordobensis*. Abreviaturas= c: longitud cromosómica total media; l: longitud media del brazo largo; s: longitud media del brazo corto; lc: índice centromérico medio; m: metacéntrico; sm: submetacéntrico; sat: satélite; DE: desvío estándar.

Par cromosómico	c(μm)± χ DE	l±(μm)± χ DE	s±(μm)± χ DE	lc %	Tipo cromosómico
<b><i>Adesmia muricata</i> var. <i>dentata</i></b>					
1	3,05±0,19	1,81±0,15	1,24±0,13	40,66	m-sat
2	2,73±0,18	1,62±0,11	1,11±0,11	40,66	m-sat
3	2,84±0,17	1,73±0,15	1,11±0,16	39,08	m-sat
4	2,35±0,16	1,39±0,08	0,96±0,10	40,85	m
5	2,12±0,18	1,15±0,07	0,97±0,11	45,75	m
6	1,95±0,02	1,12±0,01	0,83±0,02	42,56	m
7	1,81±0,03	1,03±0,02	0,78±0,03	43,09	m
8	1,72±0,02	1,02±0,04	0,7±0,01	40,7	m
9	1,6±0,006	0,89±0,04	0,71±0,04	44,38	m
10	1,35±0,008	0,76±0,03	0,59±0,04	43,7	m
<b><i>Adesmia cordobensis</i> var. <i>cordobensis</i></b>					
1	3,81±0,15	2,27±0,05	1,54±0,21	40,41	m
2	3,27±0,02	1,8±0,03	1,46±0,05	44,64	m
3	3,12±0,01	1,75±0,06	1,36±0,06	43,58	m
4	3,14±0,05	1,77±0,01	1,36±0,07	43,31	m
5	3,05±0,04	1,70±0,01	1,34±0,05	43,93	m
6	2,7±0,05	1,41±0,03	1,30±0,02	48,14	m
7	2,61±0,01	1,52±0,07	1,09±0,07	41,76	m
8	2,91±0,08	1,55±0,04	1,35±0,04	46,39	m
9	2,33±0,09	1,20±0,06	1,13±0,02	48,49	m
10	1,93±0,14	1,13±0,08	0,79±0,05	40,93	m

embargo *A. cordobensis* var. *cordobensis* supera este valor hasta casi un cuarto de dicha longitud, reflejado en el complemento cromosómico haploide.

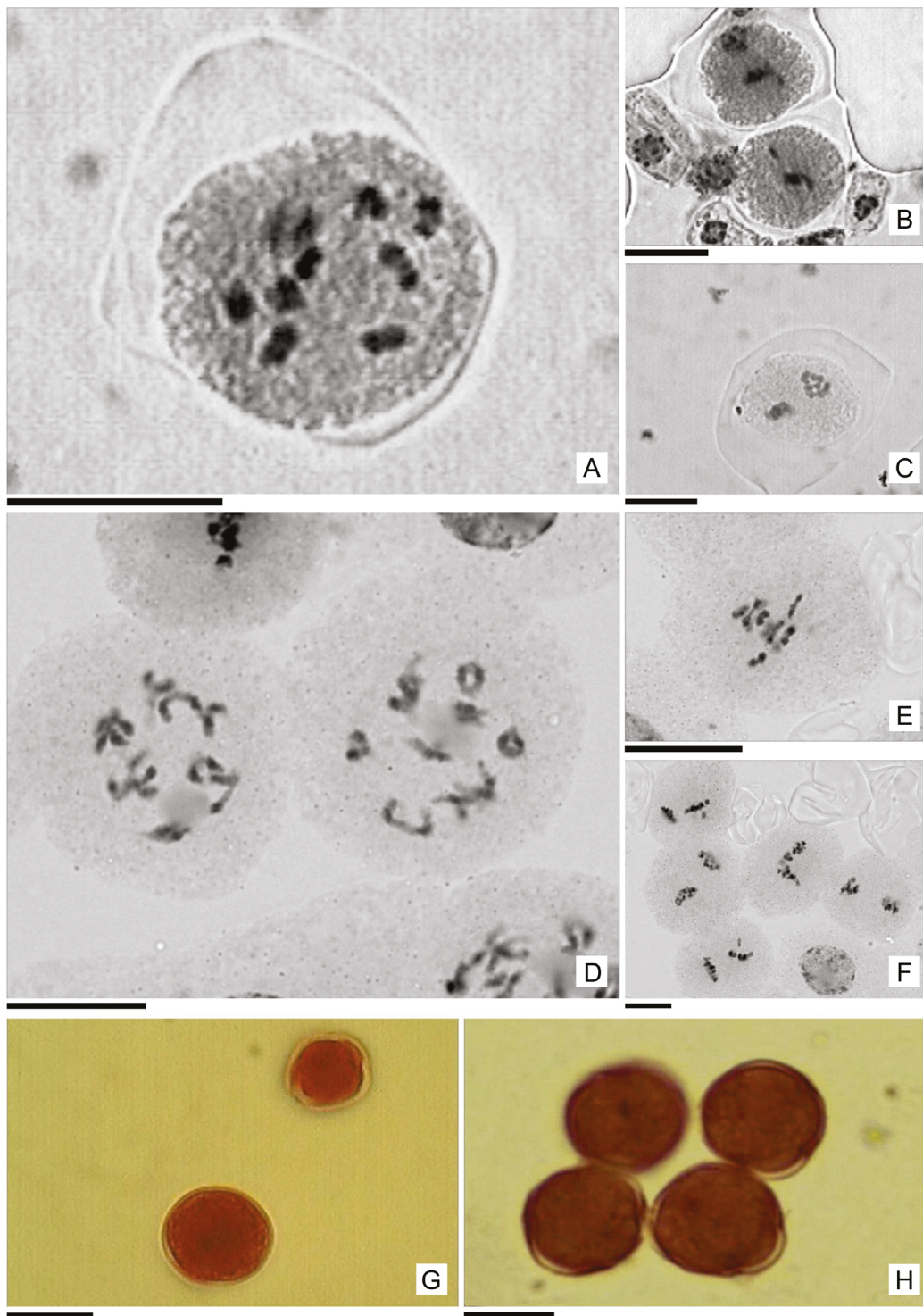
El índice centromérico promedio superior a un valor de 40 y las bajas asimetrías indicadas por A1 y A2, ponen en evidencia que las poblaciones estudiadas presentan cariotipos simétricos y unimodales, con una disminución gradual en el tamaño cromosómico, semejante a lo mencionado por Coelho & Battistin (1998) para *Adesmia bicolor* y *A. incana* var. *incana*.

Con respecto al comportamiento meiótico los datos presentados serían los primeros para ambas variedades: *Adesmia cordobensis* var. *cordobensis* y *A. muricata* var. *dentata*. A pesar de las irregularidades meióticas, a partir de TII no se observaron aberraciones cromosómicas, dando como resultado final de este proceso la formación de microesporadas regulares y alta viabilidad de los granos de polen. Nuestros resultados son acordes con lo citado por Tedesco *et al.* (2002); estos

autores observaron en *A. muricata* (no mencionan la variedad analizada) una meiosis regular y un 90% de granos viables.

## CONCLUSIONES

Se establece la naturaleza diploide, el cariotipo, el comportamiento meiótico y la viabilidad del polen para *A. cordobensis* var. *cordobensis* y *A. muricata* var. *dentata*; esta última característica indica, en parte, una alta fertilidad potencial. Se aportan nuevos rasgos cromosómicos, tales como la presencia de satélites (no observados en la serie Muricatae) y diferencias en los parámetros de la morfometría cromosómica. Los resultados obtenidos pueden contribuir a la sistemática del género *Adesmia* y nos inducen a una continuidad en investigaciones similares, a fin de poder conocer su diversidad citogenética en las regiones montañosas del noroeste argentino.



**Fig. 4.** A-C y G: *Adesmia muricata* var. *dentata*. D-F y H: *A. cordobensis* var. *cordobensis*. A: Diacinesis n = 10II. B: MI con cromosomas rezagados. C: MII sin co-orientación. D: Diacinesis n = 10II. E: MI con cromosomas rezagados. F: MII con asincronía y rezagados, G-H: Granos de polen viables. Escalas= 5 μm.



## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

MSC, diseñó la presente investigación y recolectó el material vegetal. VAP y ARA aplicaron las técnicas citológicas convencionales y se encargaron de la obtención de datos y su interpretación. Todos los autores contribuyeron a la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Fundación Miguel Lillo por los viajes realizados para la recolección del material y lugar de trabajo. A la Sra. Lizárraga C. C. por su colaboración técnica. El trabajo fue financiado por el proyecto BI-0013-1 de la Fundación Miguel Lillo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, O. N. & ALLEN, E. K. 1981. *The Leguminosae: A Source Book of Characteristics, Uses and Nodulation*. The University of Wisconsin Press, Dane. <http://dx.doi.org/10.2307/1220009>
- BATTAGLIA, E. 1955. Chromosome morphology and terminology. *Caryologia* 8: 179-187. <http://dx.doi.org/10.1080/00087114.1955.10797556>
- BIANCO, C. A. 2002. Growth forms, taxonomy, distribution, and uses of the *Adesmia* species (Leguminosae) in Central Argentina. *Diss. Bot.* 356: 1-157.
- BURKART, A. 1954. Contribución al estudio del género *Adesmia* (Leguminosae) II. *Darwiniana* 10: 465-546.
- BURKART, A. 1960. Contribución al estudio del género *Adesmia* (Leguminosae) III. *Darwiniana* 12: 81-136.
- BURKART, A. 1964. Contribución al estudio del género *Adesmia* (Leguminosae) V. *Darwiniana* 13: 9-66.
- BURKART, A. 1967. Sinopsis del género sudamericano de Leguminosas *Adesmia* DC. (Contribución al estudio del género *Adesmia*, VII). *Darwiniana* 14: 463-568.
- CARO, M. S., A. I. RUIZ & P. L. ALBORNOZ. 2014. Morfología, anatomía foliar y aporte citológico de *Adesmia cordobensis* var. *cordobensis* (Fabaceae) del Noroeste argentino. *Lilloa* 51: 141-150.
- CARO, M. S., A. I. RUIZ & P. L. ALBORNOZ. 2016. Exomorfología, anatomía vegetativa y citología de *Adesmia schickendantzii* (Fabaceae-Papilionoideae) del Noroeste argentino. *Lilloa* 53: 3-11.
- CARO, M. S., A. I. RUIZ, A. R. ANDRADA & P. L. ALBORNOZ. 2018. Morfología vegetativa y floral, anatomía foliar y de la espina caulinar y primeros recuentos cromosómicos de *Adesmia cytisoides* y *A. inflexa* (Fabaceae, Papilionoideae) del Noroeste Argentino. *Lilloa* 55: 17-29. <https://doi.org/10.30550/j.lil/2018.55.2/3>
- CARO, M. S., A. I. RUIZ, V. de los A. PÁEZ & P. L. ALBORNOZ. 2020. Morfología, parámetros micrográficos vegetativos, histoquímica y citogenética de *Adesmia trijuga* (Fabaceae, Papilionoideae) en el noroeste argentino. *Lilloa* 57: 110-124. <https://doi.org/10.30550/j.lil/2020.57.2/3>
- CASTRONOVO, A. 1945. Estudio cariológico de doce especies de Leguminosas argentinas. *Darwiniana* 7: 38-57.
- COELHO, L. G. M. 1997. Citogenética e qualidade de forragem de especies de *Adesmia* DC nativas no Rio Grande do Sul. *Ciênc. Rural* 27: 367-368. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781997000200034>
- COELHO, L. G. M. & A. BATTISTIN. 1998. Meiotic behavior of *Adesmia* DC. (Leguminosae-Faboideae) species native to Rio Grande do Sul, Brazil. *Genet. Mol. Biol.* 21: 403-406. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47571998000300020>
- COVAS, G. 1949. Estudios cariológicos em antófitas. III Parte. *Darwiniana* 9: 158-162.
- COVAS, G. 1978. Forrajeras indígenas. Especies que requieren un plan de conservación de germoplasma. *Cien. Inv.* 34: 209-213.
- COVAS, G. & J. H. HUNZIKER. 1954. Estudios cariológicos em antófitas. IV Parte. *R. Inv. Agr.* 8: 249-253.
- COVAS, G. & B. SCHNACK. 1946. Numero de cromosomas em antófitas de la región Cuyo (República Argentina). *Rev. Arg. Agron.* 13: 153-166.
- DEWITTE, A., T. EECKHAUT, J. VAN HUYLENBROECK & E. VAN BOCKSTAELE. 2010. Meiotic aberrations during 2n pollen formation in *Begonia*. *Heredity* 104: 215-223.
- DOLLENZ, O. 1976. Números cromosómicos de *Verbena tridens* Lag., *Baccharis patagonica* Hook. et Arn. y *Adesmia boronoides* Hook. f. *An Inst Patagon, Serie Cien. Nat.* 7:163-167.
- FEDOROV, A. A. 1969. *Chromosome Numbers of Flowering Plants*. Otto Koeltz Science Publishers, Koenigstein.

- GOLDBLATT, P. 1981. Index to Plant Chromosome Numbers 1975-1978. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 5: 1-552.
- GOLDBLATT, P. 1984. Index to Plant Chromosome Numbers 1979-1981. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 8: 1-427.
- GOLDBLATT, P. 1985. Index to Plant Chromosome Numbers 1982-1983. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 23: 1-264.
- GOLDBLATT, P. 1988. Index to Plant Chromosome Numbers 1984-1985. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 23: 1-264.
- GOLDBLATT, P. & JOHNSON D.E. 1990. Index to Plant Chromosome Numbers 1986-1987. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 30: 1-243.
- GOLDBLATT, P. & D. E. JOHNSON. 1991. Index to Plant Chromosome Numbers 1988-1989. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 40: i-viii + 1-238.
- GOLDBLATT, P. & D. E. JOHNSON. 1994. Index to Plant Chromosome Numbers 1990-1991. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 51: i-ix, 1-267.
- GOLDBLATT, P. & D. E. JOHNSON. 1996. Index to Plant Chromosome Numbers 1992-1993. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 58: 1-276.
- GOLDBLATT, P. & D. E. JOHNSON. 1998. Index to Plant Chromosome Numbers 1994-1995. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 69: ix + 1-208.
- GOLDBLATT, P. & D. E. JOHNSON. 2000. Index to Plant Chromosome Numbers 1996-1997. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 81: 1-188.
- GUERRA, M. 1983. O uso do Giemsa na citogenética vegetal comparação entre a coloração simples e o bandeamento. *Ciênc Cult.* 35: 190-193.
- GUERRA, M. 1987. Cytogenetics of Rutaceae. III. Heterochromatin patterns. *Caryologia* 38: 335-346. <http://dx.doi.org/10.1080/00087114.1985.10797758>
- GUERRA, M. 2000. Patterns of heterochromatin distribution in plant chromosomes. *Gen. Mol. Biol.* 23: 1029-1041. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572000000400049>
- HUNZIKER, J., C. XIFREDA, A. WULFF & A. WULF. 1985. Estudios cromosómicos en angiospermas de Sudamérica. *Darwiniana* 26: 7-14.
- KRAPOVICKAS, A. & A. M. KRAPOVICKAS. 1952. Notas citológicas sobre leguminosas. *Darwiniana* 9: 612-613.
- LEVAN, A., K. FREDGA & A. SANBERG. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 205-220. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1964.tb01953.x>
- MIOTTO, S. T. S. & E. R. FORNI-MARTINS. 1994. Numero cromossômico em espécies brasileiras de *Adesmia* DC (Leguminosae, Faboideae). *Acta Bot. Bras.* 8: 3-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33061994000100001>
- REEVES, A. 2001. MicroMeasure: a new computer program for the collection and analysis of cytogenetic data. *Genome* 44: 439-443. <http://dx.doi.org/10.1139/gen-44-3-439>
- ROMERO ZARCO, C. 1986. A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon* 3:531-536. <https://doi.org/10.2307/1221906>
- SCHEFFER-BASSO, S. M. S., A. V. A. JACQUES, M. DAL L'AGNOL, J. RIBOLDI & S. M. CASTRO. 2000. Dinamica da formação de gemas, folhas e hastes de espécies de *Adesmia* DC. e *Lotus* L. *Rev. Soc. Bras. Zootec.* 29: 1961-1968.
- SCHEFFER-BASSO, S. M. S., A. V. A. JACQUES, M. DAL L'AGNOL, J. RIBOLDI & S. M. CASTRO. 2001. Disponibilidade e valor nutritivo de forragem de leguminosas nativas (*Adesmia* DC) e exóticas (*Lotus* L.). *Rev. Soc. Bras. Zootec.* 30: 975-982. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000400010>
- SHARMA, A. K. & A. SHARMA. 1965. *Chromosome techniques, theory and practice*. Butterworth & Co. Publishers, Londres.
- SUMNER, A. T. 1990. *Chromosome banding*. Unwin. Human, Londres.
- TEDESCO, S. B., M. T. SCHIFINO-WITTMANN & M. DALL'AGNOL. 2002. Meiotic behaviour and pollen fertility in the seventeen Brazilian species of *Adesmia* DC. (Leguminosae). *Caryologia* 55: 341-347. <http://dx.doi.org/10.1080/00087114.2002.10797885>
- ULIBARRI, E. A. 1996. Fabaceae, tribu 10 Adesmieae, en L. J. Novara (ed.), Flora del Valle de Lerma (Provincia de Salta, República Argentina). *Aportes Botánicos de Salta (Argentina), ser. Flora* 4: 1-11.
- ULIBARRI, E. A. & A. BURKART. 2000. Sinopsis de las especies de *Adesmia* (Leguminosae, Adesmieae) de la Argentina. *Darwiniana* 38: 59-126