

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

“Trabajo Final presentado para optar el Grado de Ingeniero Agrónomo”

Modalidad: Proyecto

**Modo de reproducción de *Adesmia bicolor* (Poir.) DC.
(Leguminosae)**

**Alumna: Carla R. Vidal
DNI.: 28859932**

**Directora: Dra. Sara Basconsuelo
Codirectora: MSc. Mercedes Ibañez**

**Río Cuarto- Córdoba
Mayo/ 2011**

INTRODUCCIÓN

El estudio de las Leguminosas por su importancia económica y potencial forrajero se ha expandido a nivel mundial. Distintas especies de los géneros *Trifolium*, *Galactia*, *Desmodium*, *Desmanthus*, *Medicago* y *Adesmia* entre otros, son investigadas desde el punto de vista morfológico y fisiológico en relación a los distintos ambientes en los que crecen.

Asimismo, en los últimos años, ha cobrado gran interés el estudio de Leguminosas nativas de ciclo invernal como alternativa para la producción de forraje durante los meses de invierno (Scheffer-Basso *et al.*, 2002; Dall'Agnol *et al.*, 2004; Barreto Dias *et al.*, 2004; Izaguirre, 2005), a la vez que ofrecen una opción económica para mejorar la calidad de las pasturas en suelos de baja fertilidad debido a la capacidad que poseen para fijar nitrógeno y controlar la erosión debido a la cobertura que forman (May Coelho y Battistin, 1998).

En Argentina, en la región árida-semiárida central, ha surgido la necesidad de comenzar con la domesticación de algunas especies de Leguminosas herbáceas nativas, teniendo en cuenta que las más utilizadas pertenecientes a esta familia sólo tienen espacios restringidos de producción y que faltan especies forrajeras de Leguminosas que se adapten a las condiciones predominantes de inviernos secos, ventosos y fríos y suelos con bajo contenido de nitrógeno.

La mayor concentración de estas especies nativas ocurre en las zonas serranas y pedemontanas donde las precipitaciones son mayores y los suelos presentan afloramientos rocosos (Veneciano *et al.*, 2005). Entre las Leguminosas nativas de la región mencionada se encuentran las especies pertenecientes al género *Adesmia*, el cual posee alrededor de 219 taxones en la Argentina, de las cuales 11 crecen en esta región. Una de ellas es *Adesmia bicolor* (Poir.) DC., especie perenne, herbácea, de ciclo invernal ampliamente distribuida y promisorias por sus características forrajeras. Es frecuente encontrarla tanto en campos vírgenes fértiles, como en campos restablecidos, rastrojos, laderas con tapiz bajo y barrancas erosionadas. En relación a sustratos se encuentra en suelos arenosos hasta gravillosos, incluso arcillosos. Es una planta con gran habilidad colonizadora de suelos degradados o subsuelos expuestos por erosión o remoción mecánica, y de control de erosión debido a la trama de vigorosos estolones (Coll y Zarza, 1992).

En las zonas serranas y pedemontanas de Córdoba y San Luis se han recolectado poblaciones en alturas que varían entre los 550 (Villa Rumipal) y 1717 m s.n.m. (Pampa de la Invernada). En el primer caso el suelo tiene un pH de 6,6, es de textura franco arenosa muy fina, con un contenido de materia orgánica de 3,25 %, mientras que la población de

Pampa de la Invernada crece en una zona plana, cuyo suelo posee un pH de 6,59 con textura franco a franco arcillosa y 4,94% de materia orgánica (Veneciano *et al.*, 2005).

La plántula de *Adesmia bicolor* tiene germinación epígea con un escaso desarrollo del eje primario y rápido crecimiento de dos vástagos originados de las yemas cotiledonares; posteriormente desarrollan también los de las profilares. En todos los nudos de estas ramas se forman raíces adventicias y yemas, las que al año siguiente se desarrollan en nuevos brotes que terminan en racimos que cubren grandes extensiones de terreno (Weberling *et al.*, 2002). La planta adulta posee hojas alternas paripinnadas que aumentan su número de folíolos de 4, 5, 6 y 7 pares. Las ramas se encuentran conectadas fisiológicamente pero son potencialmente independientes y definen una arquitectura que permite a la especie comportarse como una gran repobladora de campos pudiendo llegar a competir con éxito y convivir con especies agresivas. Esto se debe a que tiende a formar colonias por crecimiento clonal que le confiere ventajas en el flujo de fotoasimilados, agua y nutrientes entre los distintos ejes, característica que podría ser un factor clave para asegurar la persistencia bajo pastoreo intensivo (Dodd y Orr, 1995; Bianco, 2002; Veneciano *et al.*, 2005).

Entre los caracteres básicos de la evaluación preliminar de una especie utilizable con fines forrajeros es importante la determinación del modo de reproducción como factor clave para la caracterización del germoplasma, recolección y multiplicación de la especie y como inicio de cualquier programa de mejoramiento genético (Palm, 2009). Asimismo Baker (1967) señaló que la capacidad de las especies vegetales de colonizar ambientes nuevos está ligada a sus sistemas de reproducción. Especies autocompatibles pueden establecer nuevas poblaciones a partir de un solo propágulo, lo que les permite dispersarse más rápidamente que las incompatibles. Además se cree que el sistema de polinización puede ser otra variable que afectaría las tasas de colonización en las plantas (Arroyo *et al.*, 1983).

Devall y Thien (1992) plantean que el conocimiento del sistema de reproducción en las plantas es sumamente importante, tanto para lograr el entendimiento de las relaciones ecológicas en comunidades naturales como para analizar el flujo génico y el mantenimiento de la variabilidad genética dentro de una población. Stephenson *et al.* (2000) menciona que la expresión de los genes que regulan el sistema reproductivo de las plantas puede estar influenciada por las condiciones ambientales. Una especie puede reproducirse en un cierto ambiente con plena sexualidad o no, o bien puede ser alógama, parcialmente alógama o autógena, en distintos ambientes (Cubero, 2003). Allard (1978) expresa que la precisión con que operan los mecanismos que favorecen la autofecundación varía por influencias genéticas y ambientales, por lo tanto el grado de alogamia varía con la composición genética, los diferentes años y localidades. Algunos caracteres como la morfología floral y el momento de apertura de las anteras pueden alterar el sistema de apareamiento de una especie lo que a su

vez produciría efectos importantes en la estructura genética de las poblaciones y en los posibles métodos de mejoramiento que son naturales y adecuados para la especie.

Los procesos reproductivos en el género *Adesmia* son poco conocidos (Valls, 1984; Armand-Ugón y Bayce 2009). Existen algunos resultados en *Adesmia latifolia* la cual se considera una especie versátil, es decir, admite autofecundación y fecundación cruzada y necesita de un estímulo mecánico para la formación de semillas (Tedesco *et al.*, 1998). Para *Adesmia bicolor* algunos estudios realizados en poblaciones del sur de Brasil mostraron que se reproduce preferencialmente por alogamia aunque no se descarta la ocurrencia de autogamia y la necesidad de estimulación mecánica para la formación de la semilla (Tedesco *et al.*, 2000).

El tipo de sistema reproductivo que presenta una especie condiciona, en alguna medida, la producción de frutos y semillas. En relación con esto, para muchas plantas con flores, la producción de frutos y semillas depende también de la eficacia con que el polen es transportado de una flor a otra y/o de un individuo a otro. Por esto, el modo de reproducción de las especies se encuentra estrechamente relacionado con el proceso de polinización dado que mientras más eficiente sea este último se asegurará la óptima reproducción de la especie (Jones y Little, 1983). Heinrich (1974) menciona que el funcionamiento de un sistema biótico de polinización está sujeto a la existencia de acoplamiento entre los períodos de floración de las plantas y de la actividad de los polinizadores. Arroyo *et al.* (1983) y Arroyo *et al.* (1987) citan que las relaciones establecidas entre las plantas y los polinizadores son de naturaleza diversa. Por observaciones directas en los ambientes naturales se conoce que las flores del género *Adesmia* son polinizadas por insectos pertenecientes a los órdenes Hymenóptera y Lepidóptera (Valentine, 1975, Camacho y Franke, 2008). Asimismo (Carámbula, 1981) expresa que la identificación de los insectos polinizadores es importante dado que normalmente una población de insectos naturales no es suficiente para la óptima producción de semillas por lo que el trabajo con varios polinizadores es un objetivo importante para alcanzar altos rendimientos.

En relación a la biología floral, el género *Adesmia* presenta la típica morfología floral de las papilionoideas, con 10 estambres libres, de los cuales los dos superiores están adheridos a la base de la uña del estandarte. El fruto es tipo lomento péndulo o extendido, rara vez erguido, linear, comprimido, 4-9 articulado. Burkart (1987) cita como inflorescencia para *Adesmia bicolor* racimos laxifloros de longitud variable, al igual que el número de flores en cada uno de ellos. Las flores son perfectas, amarillas, con estrías rojas. Estas características, sumadas a datos morfométricos de las piezas florales, son importantes en el reconocimiento de distintas poblaciones de una misma especie (Scheffer-Basso *et al.*, 2003).

HIPÓTESIS:

Las poblaciones de *Adesmia bicolor* pertenecientes a la región árida-semiárida central de Argentina poseen como modo de reproducción autogamia y alogamia.

OBJETIVO GENERAL:

Conocer el modo de reproducción en distintas poblaciones de *Adesmia bicolor* pertenecientes a la región árida-semiárida central de Argentina

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Comparar la morfología floral de dos poblaciones de *Adesmia bicolor*
- Evaluar la ocurrencia de autogamia y alogamia en dos poblaciones de *Adesmia bicolor*
- Comparar el porcentaje de autogamia y alogamia entre dos poblaciones de *Adesmia bicolor*
- Identificar las especies de insectos que participen en la polinización de *Adesmia bicolor*

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en parcelas de 0,25 x 0,25 m con *Adesmia bicolor* ubicadas en el campo experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria procedentes de dos poblaciones diferentes. Una de ellas es originaria de la localidad de Villa Rumipal (Córdoba) y la otra de Pampa de la Invernada (San Luis). Paralelamente, en invernadero se utilizaron macetas repitiendo el ensayo para asegurar la obtención completa de datos y minimizar los riesgos de pérdida de los mismos por factores ajenos al ensayo (Fig. 1). Los tratamientos a evaluar fueron:

T1: Control

T2: Sin estimulación mecánica

T3: Ocurrencia de alogamia

T4: Ocurrencia de autogamia

Para el tratamiento 1 (T1) las flores quedaron expuestas naturalmente a la acción de los insectos polinizadores, mientras que en el resto de los tratamientos se utilizó bolsas de papel apergaminado para cubrir las inflorescencias. En el tratamiento 2 (T2) las inflorescencias fueron privadas de la estimulación mecánica de los insectos. En el tratamiento 3 (T3) se emascularon y marcaron la mitad del total de flores del racimo y se dejaron el resto como flores perfectas; al mismo tiempo fueron estimuladas con una pieza de cartón de tamaño pequeño para simular la acción de los insectos. En el tratamiento 4 (T4) se cubrieron las inflorescencias para observar la ocurrencia de autogamia. A los 20 días aproximadamente se obtuvieron el número de frutos formados en cada tratamiento, teniendo en cuenta que en T3 se contaron sólo los frutos formados en las flores emasculadas. En cada parcela se trabajó con un total de 5 racimos de 10 flores cada uno aproximadamente. Se realizaron tres repeticiones de cada tratamiento. Los datos recolectados del número de frutos formados en cada tratamiento fueron resumidos mediante un análisis descriptivo y gráfico y analizados por un test χ^2 corregido por la aplicación del test χ^2 de Cochran-Mantel-Haenzel. Para la comparación de proporciones se realizó la prueba de Marascuillo (Marascuillo *et al.* 1977).

En el estudio de la biología floral se recolectaron flores de ambas poblaciones y se analizaron las características de cada verticilo (longitud estambres, sépalos y gineceo, longitud y ancho de estandarte, quilla y alas). Los datos recogidos fueron sometidos a un análisis descriptivo, análisis de la varianza, comparación de medias (prueba LSD de Fischer) y análisis exploratorio de componentes principales. El programa estadístico utilizado fue INFOSTAT 2011/P.1 (Di Rienzo *et al.*, 2011).

Para la identificación de los posibles insectos polinizadores se monitoreo la presencia de los mismos en la parcela correspondiente a T1. Alrededor de la parcela se colocaron dos tipos de bandejas, blancas y amarillas, con agua para atraer a insectos Hymenópteros y Lepidópteros (Fig. 2). Conjuntamente se realizó en forma periódica la observación directa de los insectos dentro de la parcela.

La obtención de las fotografías se realizó mediante cámaras digitales Canon Power Shot A650 IS y Moticam 2000 2.0MP Live Resolution.

A

B





Fig. 1. A. Parcela con *Adesmia bicolor* de la Población Villa Rumipal en el campo experimental UNRC. B. Parcela con *Adesmia bicolor* de la Población Pampa de la Invernada en el Vivero de la UNRC. C-D. Plantas de *Adesmia bicolor* en macetas en invernadero. C. Población Villa Rumipal. D. Población Pampa de la Invernada.



Fig. 2. Monitoreo de insectos.

RESULTADOS

Evaluación de los tratamientos

La evaluación de los valores de formación de frutos obtenidos para cada tratamiento sometidos a pruebas de estadística descriptiva (Fig. 3) nos muestran que en la población de Villa Rumipal que creció en el campo los porcentajes de frutos formados fueron de 92 % para el tratamiento 1, 5 % para el tratamiento 4 y 3 % para el tratamiento 2, mientras que Pampa de la Invernada tuvo un 74 % de frutos formados en el tratamiento 1, 10 % en el tratamiento 4 y 16 % en el tratamiento 2. Para los tratamientos realizados en el invernadero, en la población de Villa Rumipal, un 80 % corresponde a los frutos formados

en el tratamiento 1, 12 % en el tratamiento 4 y 8 % en el tratamiento 2; mientras que para Pampa de la Invernada los valores fueron 58 % en el tratamiento 1, 21 % para el tratamiento 4 y 21 % para el tratamiento 2.

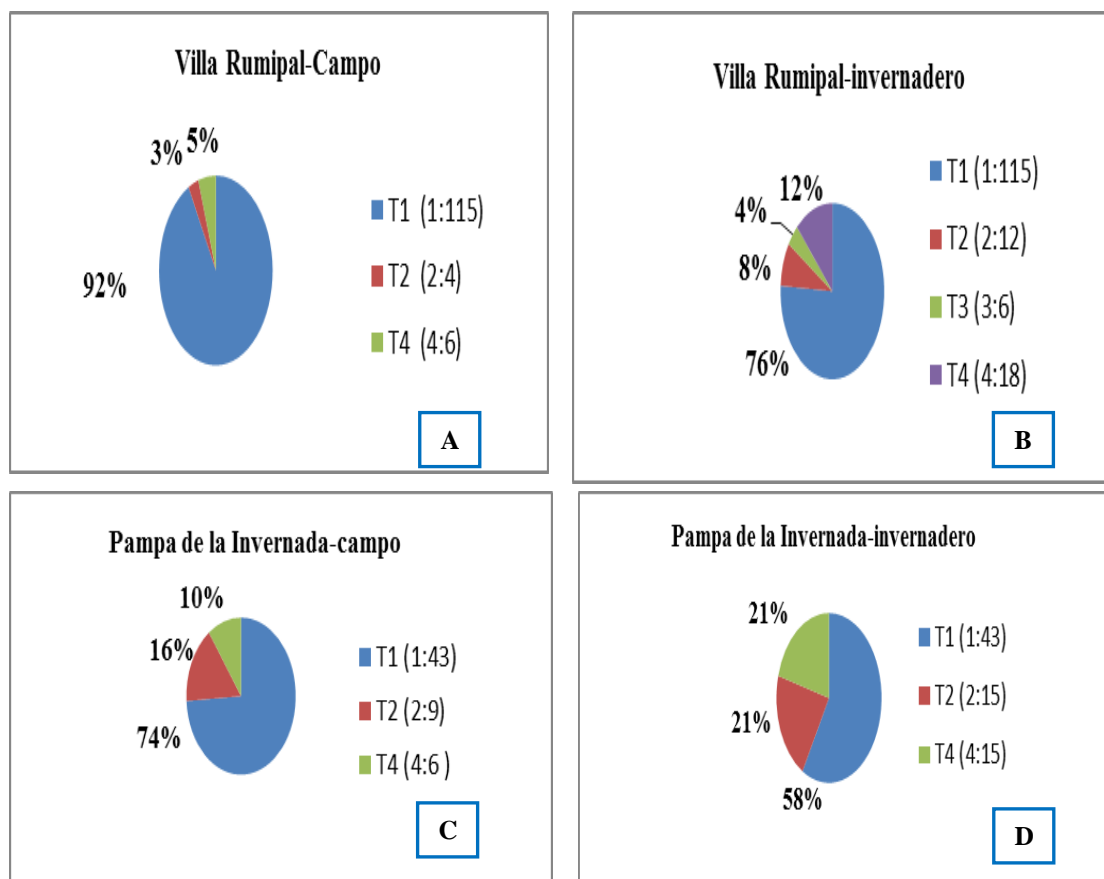


Fig. 3. Porcentaje de frutos formados. A. B Villa Rumipal. A. Campo. B. Invernadero. C. D. Pampa de la Invernada. C. Campo. D. Invernadero.

Por otro lado el análisis de los datos de formación de frutos en las distintas poblaciones para los cuatro tratamientos según tablas de Contingencia (Cuadro 1), mostró que en las plantas de la población correspondiente a Pampa de la Invernada que crecieron en el campo (Fig. 4 E y F, Fig. 6 C y D), el valor P del estadístico χ^2 cuadrado (0,16) es superior al nivel de significancia ($\alpha=0,05$) lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las proporciones de frutos formados en los distintos tratamientos. Un comportamiento semejante se observó con los datos de las plantas de la misma población que crecieron en invernadero (Fig. 4 D, Fig. 7 C y D) donde el valor P de (0,0603) también es superior al nivel de significancia ($\alpha=0,05$).

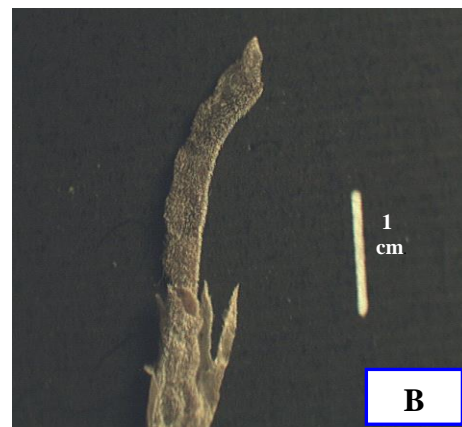
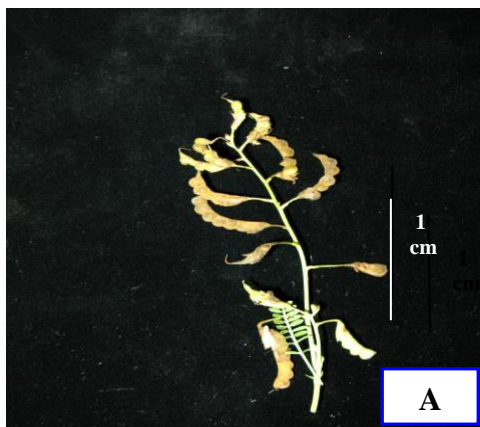
Con respecto a la población Villa Rumipal, los resultados obtenidos demostraron que los datos son comparables entre tratamientos. En ambos ambientes, (plantas que

crecieron en el campo y plantas que crecieron en invernadero), se pudo observar que el valor de P del estadístico χ^2 cuadrado (0,0001) es inferior al nivel de significancia ($\alpha=0,05$), esto indica que hay diferencias estadísticamente significativas entre la proporción de frutos formados en los distintos tratamientos realizados en ambos casos (Fig. 4 B y C, Fig. 5 A y B, Fig. 6 A y B y Fig. 7 A y B).

CUADRO 1. Proporción de frutos formados en los distintos tratamientos de ambas poblaciones en campo e invernadero según test χ^2 .

AMBIENTE	POBLACIÓN	TRATAMIENTO	TOTAL DE FRUTOS	Nº DE FRUTOS FORMADOS	% DE FRUTOS FORMADOS	P
CAMPO	PAMPAS	T1	99	43	43,43	0,1618
		T2	32	9	28,13	
		T4	22	6	27,27	
	RUMIPAL	T1	162	115	70,99	<0,0001
		T2	108	4	3,70	
		T4	38	6	15,79	
INVERNADERO	PAMPAS	T1	99	43	43,43	0,0603
		T2	22	15	68,18	
		T4	25	15	60,00	
	RUMIPAL	T1	162	115	70,99	<0,0001
		T2	45	12	26,67	
		T3	9	6	66,67	
T4		42	18	42,86		

Nivel de significancia ($\alpha= 0,050$)



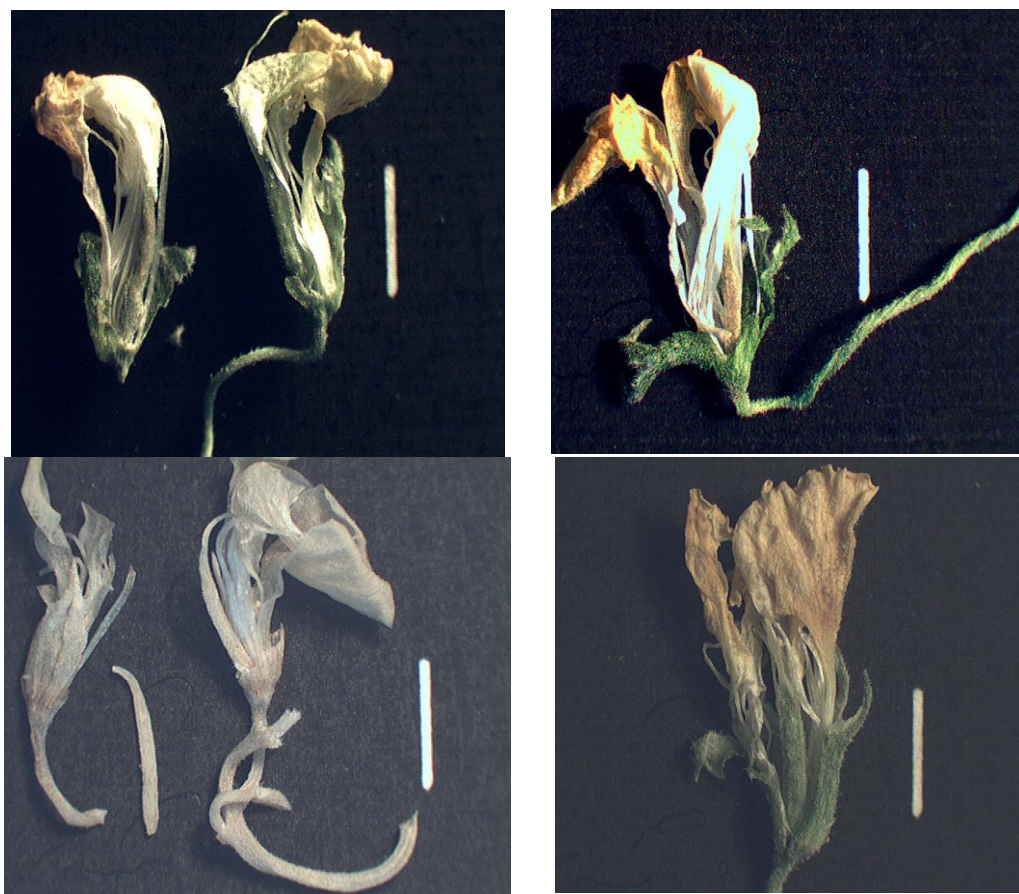


Fig. 4. *Adesmia bicolor*. A. Planta Testigo –Población Villa Rumipal. B. Planta con legumbre de la Población Villa Rumipal T2 campo. C. Planta con legumbre de la Población Villa Rumipal T2 invernadero. D. Planta con legumbre de la Población Pampa de la Invernada T2 invernadero. E-F Plantas de Pampa de la Invernada T2 campo. E. Sin legumbre. F. Con legumbre.

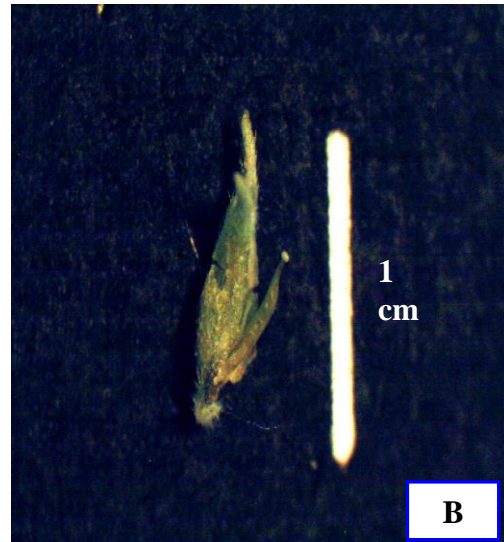
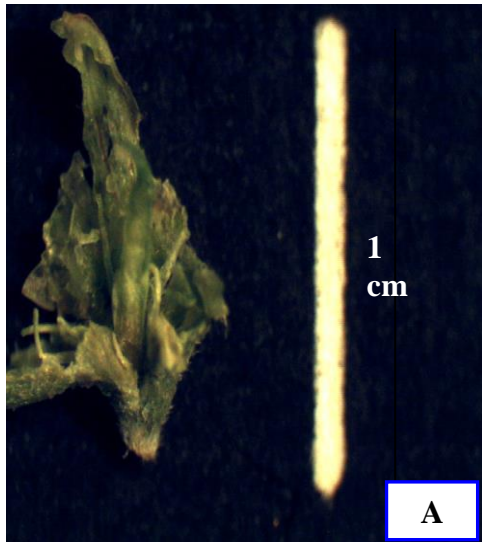


Fig. 5. *Adesmia bicolor*. Plantas Población Villa Rumipal T3 invernadero. A. Con legumbre. B. Sin legumbre.

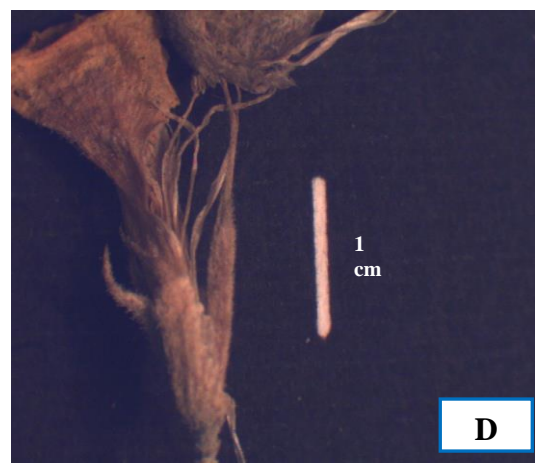
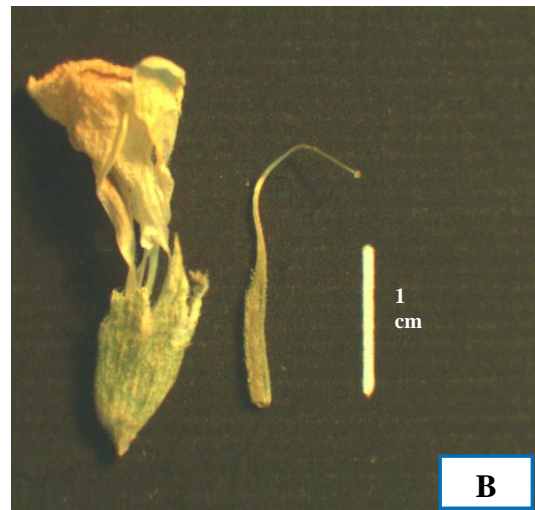
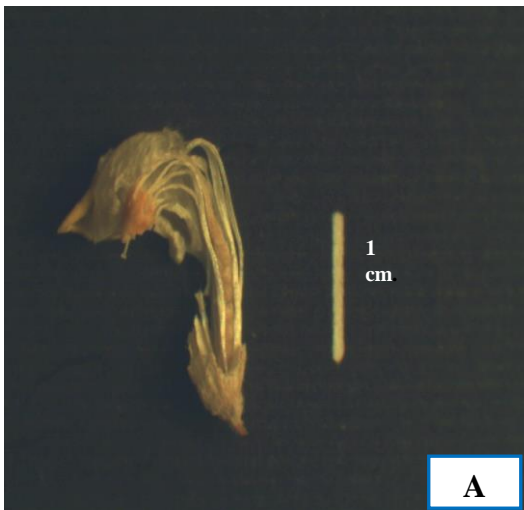


Fig. 6. *Adesmia bicolor*. A-B. Plantas Población Villa Rumipal T4 campo. A. Con legumbre. B. Sin legumbre. C-D. Plantas Población Pampa de la Invernada T4 campo. C. Con legumbre. D. Sin legumbre.

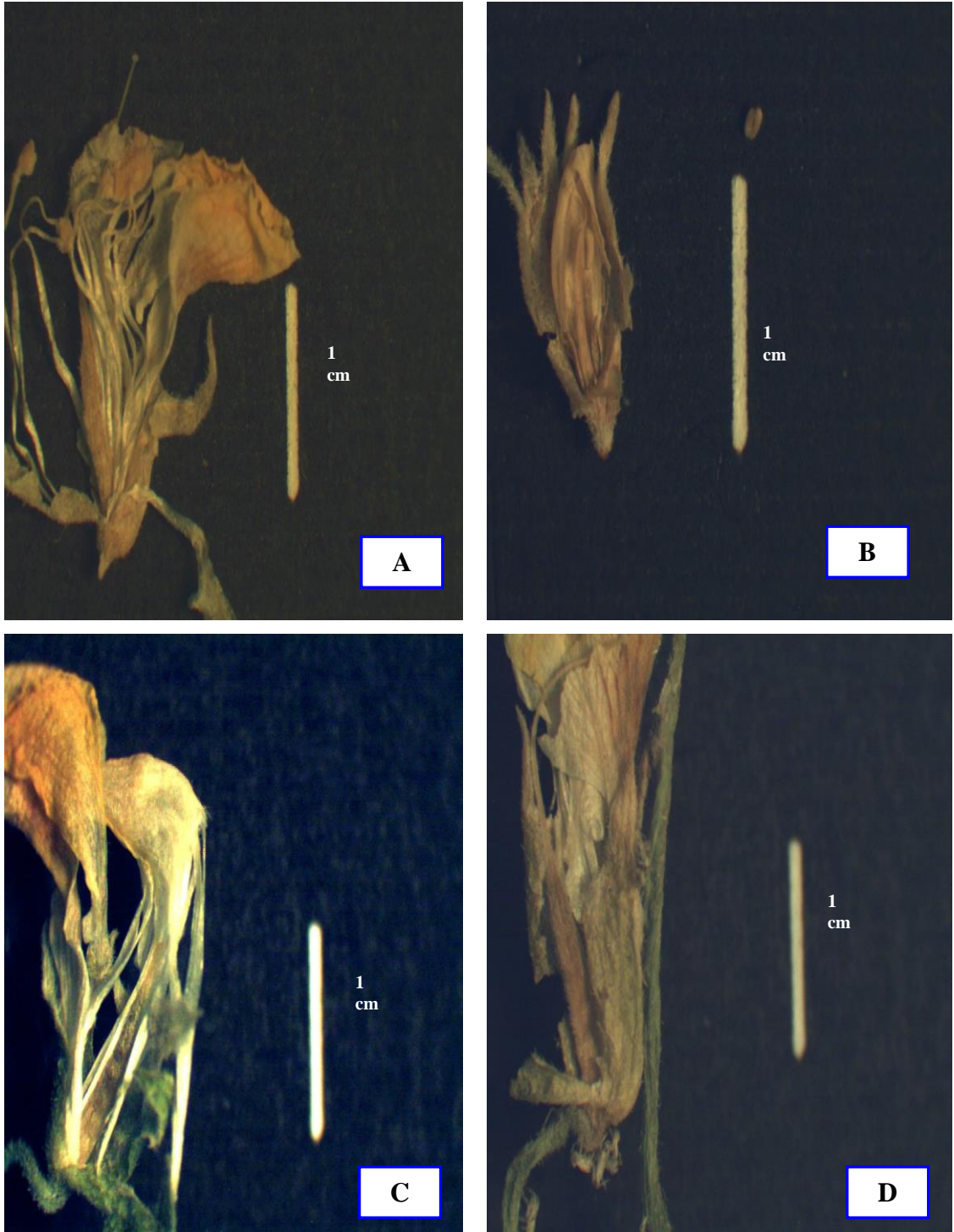


Fig. 7. *Adesmia bicolor*. A-B. Plantas Población Villa Rumipal T4 invernadero. A. Con legumbre. B. Sin legumbre. C-D. Plantas Población Pampa de la Invernada T4 invernadero. C. Con legumbre. D. Sin legumbre.

El estadístico χ^2 cuadrado de Cochran-Mantel-Haenzel, permitió corregir las diferencias entre estratos, debido a que la variabilidad de las poblaciones puede estar enmascarando la asociación que podría existir entre la formación de frutos y los tratamientos (Cuadro 2). Los datos arrojados por este estadístico mostraron que para las plantas que crecieron en el campo, el valor de P (0,0001) es inferior al nivel de significancia ($\alpha=0,05$), lo que indica que hay diferencias estadísticamente significativas entre las proporciones de frutos formados en los distintos tratamientos para las dos poblaciones. Una conducta similar se pudo observar con los datos de las plantas que crecieron en invernadero, donde el valor de P (0,0138) es inferior al nivel de significancia ($\alpha=0,05$), por lo cual también en este caso se puede concluir de la misma manera que en el caso anterior.

CUADRO 2. Proporción y número de frutos formados en los distintos tratamientos y valor P del estadístico Cochran-Mantel-Haenzel

AMBIENTE	TRATAMIENTO	TOTAL DE FRUTOS	Nº DE FRUTOS FORMADOS	% DE FRUTOS FORMADOS	P
CAMPO	T1	261	158	60,59	0,0001
	T2	140	13	9,29	
	T4	60	12	20,00	
INVERNADERO	T1	261	158	60,54	0,0138
	T2	67	27	40,30	
	T3	9	6	66,67	
	T4	67	33	49,25	

Nivel de significancia ($\alpha= 0,050$).

Los resultados obtenidos para ambas poblaciones en campo mediante la prueba de Marascuillo, utilizando un nivel de significación del 5% (Cuadro 3), muestran que existen diferencias estadísticamente significativas en la proporción de frutos formados entre los tratamientos 1-2 y 1-4 y no presentando los tratamientos 2 y 4 diferencias estadísticamente significativas. Mientras que para invernadero (Cuadro 3) las diferencias estadísticamente significativas se obtuvieron entre los tratamientos 1-2 y 1-3. Teniendo en cuenta que en este ambiente solo se aplicó el tratamiento 3 a la población Villa Rumipal, se realizó la prueba de Marascuillo eliminando este tratamiento y se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos 1-2 y 1-4, coincidiendo con lo obtenido en campo (Cuadro 3).

CUADRO 3. Comparación entre las proporciones de frutos formados para ambas poblaciones en campo e invernadero con y sin Tratamiento 3 según prueba de Marascuillo

Tratamiento	Campo		Invernadero sin T3		Invernadero con T3	
1	0,60	A	0,60	A	0,60	A
2	0,09	B	0,40	B	0,40	B
3					0,66	AB
4	0,20	B	0,49	AB	0,49	AB

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Biología floral

El análisis descriptivo correspondiente a las dos poblaciones provenientes de Villa Rumipal y Pampa de la Invernada (Cuadro 4), mostraron que las variables que mayor variación manifestaron son el ancho de ala 1 y 2 con un coeficiente de variación para la primera de 16,67 % en la población de Pampa de la Invernada y 22,56 % en Villa Rumipal, en tanto que para la segunda variable los valores son de 18,92 % en la población de Pampa de la Invernada y 12,10 % en Villa Rumipal. En general los valores mínimos y máximos registrados para todas las variables fueron menores en la población de Villa Rumipal,

excepto para el número de estambres y ancho de la quilla donde los mayores valores se manifestaron en esta última población.

CUADRO 4. Análisis descriptivo de las diferentes variables analizadas en flor correspondientes a ambas poblaciones

POBLACIÓN	VARIABLES	MEDIAS	E.E.	CV	MÍNIMOS	MÁXIMOS
PAMPA DE LA INVERNADA	LSE	0,64	0,03	13,18	0,50	0,70
	LES	1,37	0,04	9,76	1,20	1,60
	AES	1,08	0,04	12,19	0,80	1,30
	LA1	1,14	0,05	13,21	0,90	1,30
	AA1	0,40	0,02	16,67	0,30	0,50
	LA2	1,12	0,04	12,49	0,90	1,30
	AA2	0,39	0,02	18,92	0,30	0,50
	LQU	0,90	0,01	5,24	0,80	1,00
	AQU	0,53	0,04	21,88	0,30	0,60
	LET	0,82	0,02	9,62	0,70	1,00
	NET	9,90	0,10	3,19	9,00	10,00
VILLA RUMIPAL	LGI	0,99	0,02	5,73	0,90	1,10
	LSE	0,60	0,00	0,00	0,60	0,60
	LES	1,04	0,03	10,34	0,80	1,20
	AES	0,80	0,03	12,15	0,70	1,00
	LA1	0,97	0,03	8,49	0,80	1,10
	AA1	0,31	0,02	22,56	0,15	0,40
	LA2	0,99	0,02	5,73	0,90	1,10
	AA2	0,31	0,01	12,72	0,25	0,35
	LQU	0,79	0,01	4,00	0,70	0,80
	AQU	0,50	0,05	32,32	0,25	0,60
	LET	0,77	0,03	10,69	0,70	0,90
NET	10,00	0,00	0,00	10,00	10,00	
LGI	0,88	0,02	7,19	0,80	1,00	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Referencia: Longitud sépalos (LSE), Largo estandarte (LES), Ancho estandarte (AES), Longitud ala 1 (LA1), Ancho ala 1 (AA1), Longitud ala 2 (LA2), Ancho ala 2 (AA2), Longitud quilla (LQU), Ancho quilla (AQU), Longitud estambres (LET), Longitud gineceo (LGI).

El análisis de la varianza realizado para cada variable mostró diferencias estadísticamente significativas ($\alpha < 0,05$) entre ambas poblaciones para todos los caracteres medidos, excepto el ancho de la quilla y la longitud y número de estambres (Cuadro 5). Los valores de medias (Cuadro 6) encontrados para las distintas variables permiten demostrar que las medias pertenecientes a la población Villa Rumipal son significativamente menores a los valores obtenidos para la población Pampa de la Invernada.

CUADRO 5. Análisis de varianza de las variables analizadas en flor para las dos poblaciones

FV	GL	LSE	LES	AES	LA1	AA1	LA2	AA2	LQU	LET	LGI
Población	1	0,01	0,54	0,39	0,14	0,04	0,10	0,04	0,06	0,01	0,06
Error	18	2,5E-03	0,01	0,01	0,01	4,7E-03	0,01	3,4E-03	1,6E-03	0,01	3,6E-03
Total	19										

CUADRO 6. Comparación de medias de las variables analizadas en flor para las dos poblaciones

VARIABLE (cm)	POBLACIÓN	
	PAMPA DE LA INVERNADA	VILLA RUMIPAL
LSE	0,65 A	0,60 B
LES	1,37 A	1,04 B
AES	1,08 A	0,80 B
LA1	1,14 A	0,97 B
AA1	0,40 A	0,31 B
LA2	1,12 A	0,98 B
AA2	0,39 A	0,31 B
LQU	0,90 A	0,79 B
AQU	0,58 A	0,56 A
LET	0,82 A	0,77 A
LGI	0,99 A	0,88 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Referencia: Pampa de la Invernada (PAM), Villa Rumipal (RUM), Longitud sépalos (LSE), Largo estandarte (LES), Ancho estandarte (AES), Longitud ala 1 (LA1), Ancho ala 1 (AA1), Longitud ala 2 (LA2), Ancho ala 2 (AA2), Longitud quilla (LQU), Ancho quilla (AQU), Longitud estambres (LET), Longitud gineceo (LGI).

Respecto al análisis exploratorio de componentes principales (Cuadro 7), se observó en general altas correlaciones entre las longitudes de los sépalos con los pétalos, longitud y ancho de cada pétalo y longitud del gineceo respecto al ancho del estandarte (Fig. 8). Así se obtuvo valores de 0,80 y 0,81 para la correlación entre longitud de sépalos y longitud de ala 1 y 2 respectivamente. Entre longitud y ancho de estandarte la correlación fue de 0,88, mientras que para las alas los valores de correlación entre longitud y ancho de las mismas estuvieron entre 0,79 y 0,89. Respecto al ancho del estandarte, tuvo una alta correlación con la longitud del ala 1 (0,80) y con la longitud del gineceo (0,84).

CUADRO 7. Análisis exploratorio de componentes principales

	LSP	LES	AES	LA1	AA1	LA2	AA2	LQU	AQU	LET	NET	LGI
LSP												
LES	0,59											
AES	0,58	0,88										
LA1	0,80	0,79	0,80									
AA1	0,62	0,64	0,69	0,88								
LA2	0,81	0,77	0,77	0,89	0,79							
AA2	0,62	0,68	0,70	0,79	0,87	0,88						
LQU	0,10	0,73	0,65	0,42	0,43	0,40	0,45					
AQU	0,51	-0,03	-0,07	0,29	0,28	0,19	0,15	-0,39				
LET	0,26	0,16	0,22	0,24	0,44	0,23	0,26	0,04	0,16			
NET	0,16	-0,07	-0,02	0,13	0,02	0,14	-0,01	-0,27	-0,16	-0,02		
LGI	0,50	0,77	0,84	0,62	0,53	0,60	0,56	0,55	-0,09	0,26	0,15	

Referencia: Longitud sépalos (LSE), Largo estandarte (LES), Ancho estandarte (AES), Longitud ala 1 (LA1), Ancho ala 1 (AA1), Longitud ala 2 (LA2), Ancho ala 2 (AA2), Longitud quilla (LQU), Ancho quilla (AQU), Longitud estambres (LET), Longitud gineceo (LGI).

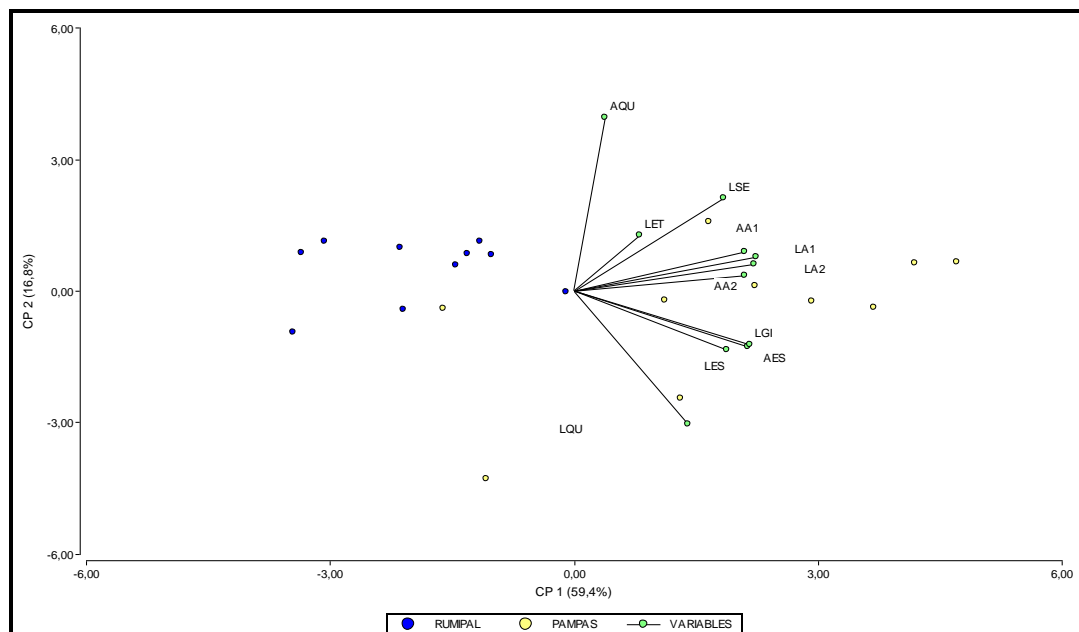


Fig. 8. Análisis exploratorio de componentes principales.

Referencia: Longitud sépalos (LSE), Largo estandarte (LES), Ancho estandarte (AES), Longitud ala 1 (LA1), Ancho ala 1 (AA1), Longitud ala 2 (LA2), Ancho ala 2 (AA2), Longitud quilla (LQU), Ancho quilla (AQU), Longitud estambres (LET), Longitud gineceo (LGI).

Identificación de insectos polinizadores

El monitoreo de insectos realizado en las parcelas de campo con el objetivo de identificar aquellos posibles insectos polinizadores se llevó a cabo en el mes de octubre (23/10/2009) y finalizó en el mes de noviembre (23/11/2009), encontrándose en las distintas bandejas utilizadas los siguientes órdenes: Himenóptera, Coleóptera, Orthoptera, Hemíptera (Heteróptera y Homóptera) y Díptera, hallándose diferentes familias de cada uno (Cuadro 9 y 10, Fig. 9 y 10).

De todos los órdenes mencionados anteriormente, Himenóptera fue el orden que más suele presentarse en las parcela de campo (Cuadro 8), y dentro de este orden la familia *Apidae* fue la que con más frecuencia visitó la misma. Estos insectos pueden ser considerados como posibles agentes polinizadores de *Adesmia bicolor*, debido a que los adultos de esta familia son los agentes más importantes en la polinización de las flores.

Si bien se registraron otras familias, algunas de las cuales pertenecen a los restantes órdenes mencionados, éstas no tienen participación alguna en la transferencia de polen debido a que presentan otros hábitos alimenticios, tales como: fitófagos, parásitos, predadores, omnívoros y hematófagos.

CUADRO 8. Insectos recolectados dentro de la parcela de campo

ORDEN	FAMILIA	HÁBITO ALIMENTICIO
<i>HYMENOPTERA</i>	<i>Apidae</i>	Polinizadores de flores (se alimenta de néctar y polen)
<i>COLEOPTERA</i>	<i>Cantharidae</i>	Predadoras
<i>ORTHOPTERA</i>	<i>Acrididae</i>	Fitófagos
<i>HEMIPTERA (Heteroptera)</i>	<i>Pentatominae</i>	Fitófagos

CUADRO 9. Insectos recolectados en las parcelas de campo en bandejas amarilla

ORDEN	FAMILIA	HÁBITO ALIMENTICIO
<i>HYMENOPTERA</i>	<i>Apidae</i>	Polinizadores de flores (se alimenta de néctar y polén)
	<i>Ichneumonidae</i>	Parásitos
	<i>Braconidae</i>	Parásitos
	<i>Scoliidae</i>	Ectoparásito
	<i>Vespidae</i>	Depredador
<i>COLEOPTERA</i>	<i>Coccinellidae</i>	Predadoras
	<i>Elateridae</i>	Fitófagos
	<i>Meloidae</i>	Fitófagos
	<i>Cantharidae</i>	Predadoras
<i>ORTHOPTERA</i>	<i>Acrididae</i>	Fitófagos
<i>HEMIPTERA</i> (<i>Heteroptera</i>)	<i>Pentatominae</i>	Fitófagos
<i>DIPTERA</i>	<i>Tachinidae</i>	Parásitos
<i>LEPIDOPTERA</i>	<i>Pieridae</i>	Varios

CUADRO 10. Insectos recolectados en las parcelas de campo en bandejas blancas

ORDEN	FAMILIAS	HÁBITO ALIMENTICIO
<i>HYMENOPTERA</i>	<i>Apidae</i>	Polinizadores de flores (se alimenta de néctar y polen)
	<i>Sphecidae</i>	Depredadores
	<i>Pompilidae</i>	Depredadores
	<i>Scoliidae</i>	Ectoparásitos
	<i>Ichneumonidae</i>	Parásitos
<i>COLEOPTERA</i>	<i>Cantharidae</i>	Predadoras
	<i>Coccinellidae</i>	Predadoras
	<i>Meloidae</i>	Fitófagos
<i>ORTHOPTERA</i>	<i>Gryllidae</i>	Omnívoros
<i>HEMIPTERA (Heteroptera)</i>	<i>Reduviidae</i>	Predadoras y Hematófagas
	<i>Pentatominae</i>	Fitófagos
<i>HEMIPTERA (Homoptera)</i>	<i>Cicadellidae</i>	Fitófagos
<i>DIPTERA</i>	<i>Tachinidae</i>	Parásitas
	<i>Muscidae</i>	Hematófagas

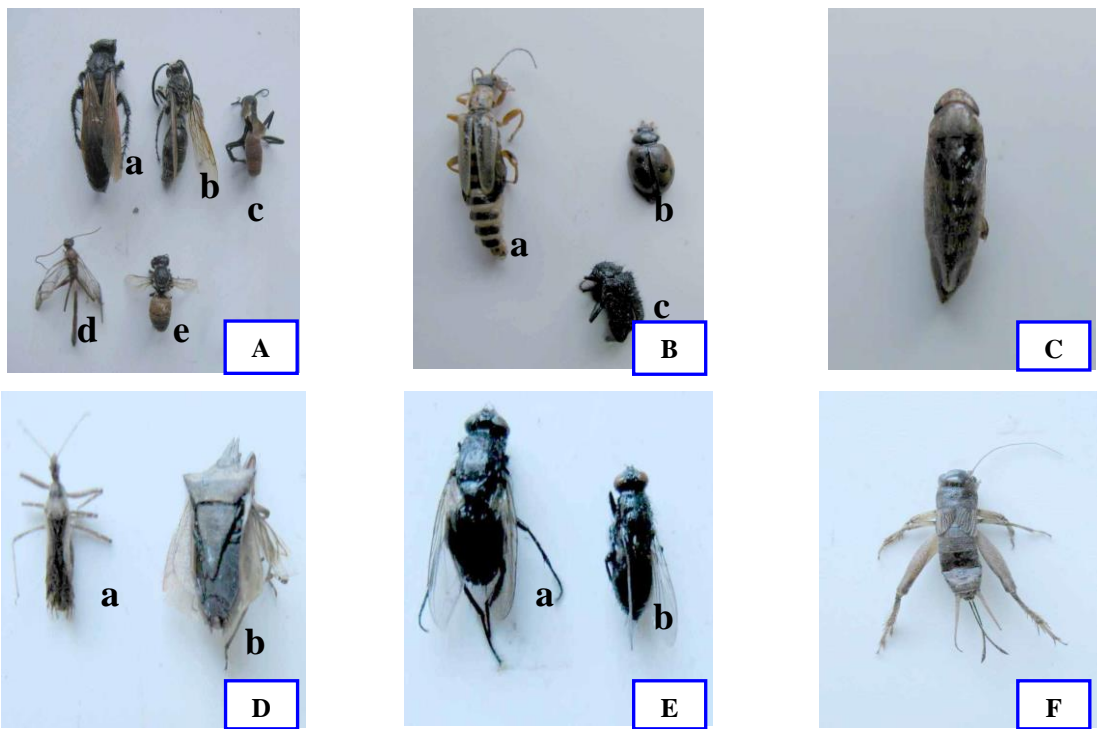


Fig. 9. Insectos recolectados en Bandeja Blanca. A. Orden *Hymenoptera*; a.b. *Scoliidae*. c. *Pompilidae*. d. *Ichneumonidae*. e. *Apidae*. B. Orden *Coleoptera*; a. *Meloidae*. b. *Coccinellidae*. c. *Cantharidae*. C. Orden *Homoptera*; a. *Cicadellidae*. D. Orden *Hemiptera*; a. *Reduviidae*. b. *Pentatominae*. E. Orden *Diptera*; a. *Tachinidae*. b. *Muscidae*. F. *Orthoptera*.; a. *Gryllidae*.

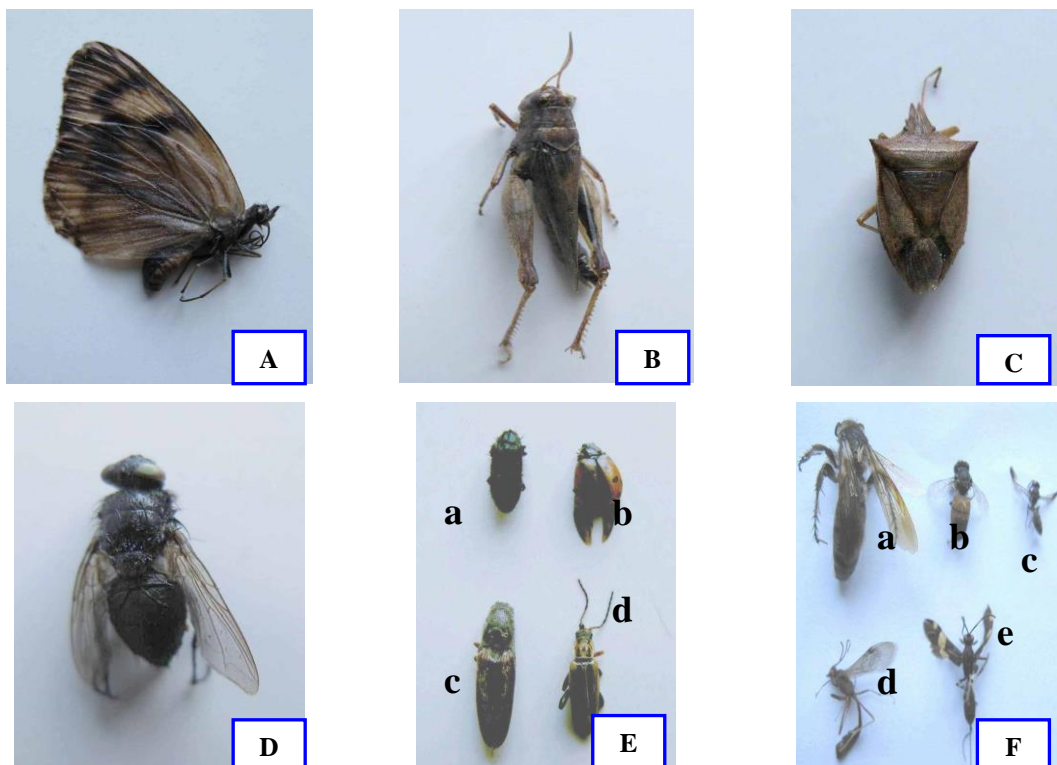


Fig. 10. Insectos recolectados en Bandeja Amarilla. A. Orden *Lepidoptera*; *Pieridae*. B. Orden *Orthoptera*; *Acrididae*. C. Orden *Hemiptera*; *Pentatominae*. D. Orden *Diptera*; *Tachinidae*. E. Orden *Coleoptera*; a. *Cantharidae*. b. *Coccinellidae*. c. *Elateridae*. d. *Meloidae*. F. Orden *Hymenoptera*; a. *Scoliidae*. b. *Apidae*. c. *Vespidae*. d. *Ichneumonidae*. e. *Braconidae*.

DISCUSIÓN y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en relación a la formación de frutos en los distintos tratamientos llevados a cabo en campo e invernadero de las poblaciones de *Adesmia bicolor* en estudio, confirman los resultados obtenidos por Tedesco *et al.* (1998) quienes expresan que esta especie se reproduce preferencialmente por alogamia aunque no se descarta la ocurrencia de autogamia. En este trabajo la ocurrencia de formación de frutos en todos los tratamientos nos permite deducir que hay ocurrencia tanto de alogamia como autogamia, en ambas poblaciones y en los distintos ambientes. Coincidiendo con lo expresado por Allard (1978) y Stephenson *et al.* (2000) quienes mencionan que el grado de alogamia y autogamia varía con la composición genética, los diferentes años y localidades, se observó que el comportamiento de las dos poblaciones en los diferentes ambientes no fue el mismo. Para la población de Villa Rumipal, tanto en campo como en invernadero, se observó una menor proporción de autogamia en relación a los resultados obtenidos en Pampa de la Invernada. Es decir que cada población estaría comportándose de manera diferente en su modo de reproducción quedando esto reflejado por la diferencias de las proporciones de frutos formados en cada tratamiento para ambas poblaciones (Tedesco *et al.* 1998; Cubero 2003).

En relación a la estimulación mecánica y coincidiendo con lo expresado por Tedesco *et al.* (2000), en ambas poblaciones, tanto en campo como en invernadero, se evidencia la necesidad de la misma. En los resultados obtenidos en el tratamiento privado de la visita de los insectos fue significativamente menor la proporción de frutos formados en comparación con el testigo. Si bien este comportamiento es igual en las dos poblaciones, el efecto se observa más acentuado en Villa Rumipal.

De acuerdo a lo citado por Burkart (1987), las características cualitativas de las piezas florales y racimos coinciden con lo descrito por este autor para *Adesmia bicolor*, mientras que en los caracteres cuantitativos se pueden establecer marcadas diferencias entre ambas poblaciones. Siguiendo el criterio de Scheffer-Basso *et al.*, (2003), quienes expresaron la importancia del estudio de las características morfométricas de cada verticilo en la determinación de distintas poblaciones de una misma especie, el análisis de las piezas florales en este estudio permite reconocer en

forma clara ambas poblaciones. En la definición de las especies todas las variables fueron importantes excepto ancho de quilla y, longitud y número de estambres por lo que, si este comportamiento se mantiene en otras poblaciones a evaluar, podrían desestimarse en estudios futuros. Cabe señalar que la característica ancho de ala muestra un comportamiento diferente entre ambas poblaciones debido a que los valores de ala 1 son mayores en Villa Rumipal, ocurriendo lo contrario para ala 2. Por otro lado, es importante tener en cuenta para diferenciar ambas poblaciones los valores máximos y mínimos hallados para cada característica morfométrica ya que la población Villa Rumipal muestra valores menores respecto a Pampa de la Invernada. En relación a las altas correlaciones encontradas entre longitud de sépalos y longitud de pétalos, longitud y ancho de cada ala y entre longitud y ancho del estandarte, las mismas pueden considerarse como herramientas útiles en la caracterización e identificación de otras poblaciones de la misma especie.

Teniendo en cuenta lo expresado por distintos autores (Heinrich 1974; Arroyo *et al.*, 1983; Arroyo *et al.*, 1987; Jones y Little 1983), quienes manifiestan la importancia del estudio del proceso de polinización de una especie, el monitoreo de insectos polinizadores permitió reconocer la amplia variedad de los mismos que visitaron las parcelas. Coincidiendo con lo dicho por Valentine (1975), se observó que, individuos del orden Himenóptera son los que con mayor frecuencia visitaron ambas poblaciones, por lo que serían los posibles polinizadores de esta especie debido a que el resto de los órdenes poseen otro hábito alimenticio.

Por lo expresado anteriormente se puede concluir que:

- Ambas poblaciones pueden ser reconocidas por las características de sus piezas florales.
- *Adesmia bicolor* se reproduce por alogamia y autogamia con prevalencia de la primera.
- Ambas poblaciones muestran diferencias en el grado de alogamia y autogamia con que se reproducen.
- La estimulación mecánica aumenta la proporción de frutos formados aunque no se puede considerar como imprescindible.
- Los insectos del orden Himenóptera serían los posibles responsables de la polinización en ambas poblaciones estudiadas.

BIBLIOGRAFIA

- ALLARD, R. W. 1978. *Principios de la mejora genética de las plantas*. Traducción: Montoya, J. L. 3ª ed. Ed. Omega, S.A. Barcelona. 498 p.
- ARMAND-UGÓN P. y D. BAYCE. 2009. Recursos genéticos y perspectivas. En: www.inta.gov.ar/mercedes/grupocampo/IX/tema recolección-evaluación y mejoramiento. pdf. Consultado: 24-02-2009.
- ARROYO, M. T. K.; J. ARMESTO y R. PRIMACK. 1983. Tendencias altitudinales y latitudinales en mecanismos de polinización en la zona andina de los Andes templados de Sudamérica. *Revista Chilena de Historia Natural*. 56: 159-180.
- ARROYO, M. T. K.; F. A. SQUEO y D. LAFRANCO. 1987. Polinización Biótica en los Andes de Chile: Avances hacia una síntesis. En: E. Forero, F. Sarmiento y C. La Rotta (Eds): *Ecología de la Reproducción e Interacciones Planta/Animal*. Anales del IV Congreso latinoamericano de Botánica: 2: 55-76.
- BARRETO DIAS, P. M.; M. DALL'AGNOL y M. T. SCHIFINO-WITTMANN. 2004. Genetic diversity in the Brazilian species of *Adesmia* DC (Leguminosae) as assessed by RAPD. *Plant Genetic Resources* 2(1):43-50.
- BAKER, H. H. 1967. Support for Baker' law- as a rule. *Evolution* 21:853-856.
- BIANCO, C. 2002. *Growth forms, taxonomy, distribution, and uses of the Adesmia species (Leguminosae) in Central Argentina*. 1º Ed. Berlin (J. Cramer). 157 p.
- BURKART, A. 1987. *Adesmia*. In: Troncoso de Burkart, N. y Bacigalupo, N. M. (Eds.) *Flora Ilustrada de Entre Ríos*. Colección científica del I.N.T.A. 6 (3): 538-552.
- CAMACHO, J. C. B y L. B. FRANKE. 2008. Efeito da polinização sobre a produção e qualidade de sementes de *Adesmia latifolia*. *Revista brasileira de sementes* 30 (2): 81-90.
- CARAMBULA, M. 1981. *Producción de Semillas de Plantas Forrajeras*. Montevideo. Hemisferio Sur. 518 p.

COLL, J. y A. ZARZA. 1992. Leguminosas Nativas Promisorias: Trébol polimorfo y babosita. *INIA Boletín de divulgación* N° 22. Montevideo, Uruguay. 19 p.

CUBERO, J. I. 2003. *Introducción a la mejora genética vegetal*. 2° Ed. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 561p.

DALL'AGNOL, M.; S. M. SCHEFFER-BASSO; J. A. L. DO NASCIMENTO; C. A. M. SILVEIRA y R. G. FISCHER. 2004. Produção de Forragem de Capim-elefante sob Clima Frio. Curva de Crescimento e Valor Nutritivo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33 (5): 1110-1117.

DEVALL, M. S. y L. B. THIEN. 1992. Self-incompatibility in *Ipomeapes-capraea* (Convolvulaceae). *Amer. Mild. Naturalista* 128: 22-29.

DI RIENZO J. A., CASANOVES F., BALZARINI M. G., GONZALEZ L., TABLADA M., OBLEDO C. W. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

DODD, M. B. y S. J. ORR. 1995. Seasonal growth, phosphate response, and drought tolerance of 11 perennial legume species grown in a hill-country soil. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 38:7-20.

HEINRICH, B. 1974. Thermoregulation in endothermic insects. *Science* 185: 747-755.

IZAGUIRRE, P. 2005. Uruguay y sus Recursos Fitogenéticos en Leguminosas. *Agrociencia*. 9 (1-2): 77-83.

JONES, C. E. y R. J. LITTLE. 1983. *Handbook of Experimental Pollination Biology*. Scientific and Academic Editions, New York, 558 p.

MARASCUILLO, L. A., M. MC_SWEENEY y R. KIRK. 1977. *Non parametric and Distribution free Methods for the Social Sciences*. Monterey. Calif. 556 p.

MAY COELHO, L. G. y A. BATTISTIN. 1998. Meiotic behavior of *Adesmia* DC. (Leguminosae-Faboideae) species native to Rio Grande do Sul, Brazil. Short Communication. *Genet. Mol. Biol.* 21(3). Sao Paulo.

PALM, H. R. 2009. Reprodução e Melhoramento de Leguminosas Forrageiras En: www.inta.gov.ar/mercedes/grupocampo/IX/tema, recolección, evaluación y mejoramiento.pdf .Consultado: 24-02-2009.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; M. C. VENDRUSCULO; K. BAREA; R. C. BENINCA; R. LUBENOW y D CECCHETTI. 2002. Comportamento de Leguminosas (*Adesmia*, *Lotus*, *Trifolium*) em Mistura com Festuca. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31(6): 2197-2203.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; F. WEBER; M. DALL'AGNOL y R. LUBENOW. 2003. Variabilidade morfológica em populações de *Adesmia latifolia*. *Agrociencia*. 7 (1): 30-34.

STEPHESON, A. G; S.V. GOOD y D.W. VOGLER. 2000. Interrelationships among inbreeding depression, plasticity in the self-incompatibility system, and the breeding system of *Campanula rapunculoides* L. (Campanulaceae). *Ann Bot*. 85: 211-219.

TEDESCO, S.B.; M. DALL'AGNOL y M.T. SCHIFINO-WITTMANN. 1998. Observaciones sobre el Modo de Reproducción en *Adesmia latifolia* Vog. (Leguminosae). *Cienc. Rural* 28: 141-142.

TEDESCO, S. B.; M. DALL'AGNOL; M. T. SCHIFINO-WITTMANN y VALLS, J. F. M. 2000. Mode of Reproduction of Brazilian Species of *Adesmia* (Leguminosae). *Genetic and Molecular Biology* 23 (2): 475-478.

VALLS, J. F. M. 1984. Notas Sobre a Taxonomia, Disponibilidade de Germoplasma e Problemas para Forrageira de *Adesmia* spp. No Sul do Brasil. EMBRAPA-CENARGEN, Brasília, DF.

VALENTINE, D. H. 1975. The taxonomic treatment of polymorphic variation. *Watsonia* 10: 385-390.

VENECIANO, J. H.; C. A. FRASINELLI; T. A. KRAUS y C. A. BIANCO. 2005. *Domesticación de especies forrajeras*. 1º ed. Ed. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Córdoba. 60 pp.

WEBERLING. F.; T. A. KRAUS; C. A BIANCO y R. MALPASSI 2002. Variación y estrategias adaptativas de los sistemas de ramificación de Fabáceas herbáceas. *Feddes Reper.* 113 (5-6): 342-353.