

**ESTUDIO DE *Solanum commersonii* DUNAL EN UN ECOSISTEMA SERRANO DEL  
SISTEMA DE TANDILIA (BUENOS AIRES) PARA IMPLEMENTAR SU  
CONSERVACIÓN *in situ***

María Eugenia Garavano

Trabajo de tesis para ser presentado como requisito parcial para optar al Título de  
***MAGISTER SCIENTIAE* en Manejo y Conservación de Recursos Naturales para la  
Agricultura**

**Orientación: Recursos Fitogenéticos**

**Área de Ciencias de las Plantas y Recursos Naturales**

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRARIAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

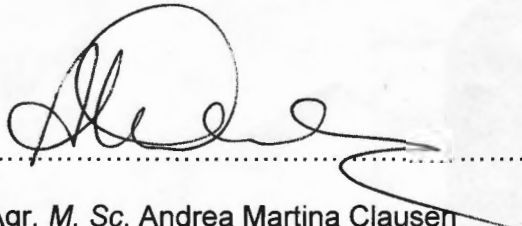
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA**

**Balcarce, Argentina**

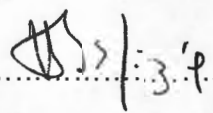
**Septiembre, 2018**

**ESTUDIO DE *Solanum commersonii* DUNAL EN UN ECOSISTEMA SERRANO DEL  
SISTEMA DE TANDILIA (BUENOS AIRES) PARA IMPLEMENTAR SU  
CONSERVACIÓN *in situ***

María Eugenia Garavano



Ing. Agr. M. Sc. Andrea Martina Clausen  
Directora



Ing. Agr. M. Sc. Verónica Nilda Ispizúa  
Asesora

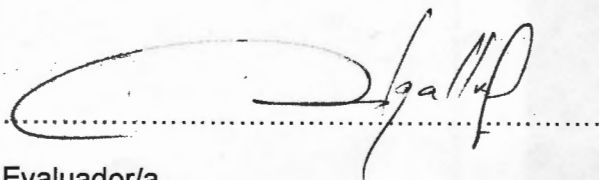


Dr. Osvaldo Ramón Vignolio  
Asesor

ESTUDIO DE *Solanum commersonii* DUNAL EN UN ECOSISTEMA SERRANO DEL  
SISTEMA DE TANDILIA (BUENOS AIRES) PARA IMPLEMENTAR SU  
CONSERVACIÓN *in situ*

María Eugenia Garavano

Aprobada por:



Evaluator/a



Evaluator/a

Dr. Pedro Loterzo



Evaluator/a

Dr. ANDRÉS D. ZAMBELL  
DIRECTOR  
Área Cs. de las Plantas y Rec. Naturales  
Programa de Posgrado en Cs. Agrarias  
Facultad Cs. Agrarias UNMDP

## ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
HIPÓTESIS.....	2
OBJETIVOS.....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1. Importancia de la conservación de la biodiversidad y de los parientes silvestres de la papa.....	4
1.1. Conservación <i>ex situ</i> de papa.....	5
1.2. Conservación <i>in situ</i> de papa.....	8
2. El género <i>Solanum</i> y la importancia de <i>S. tuberosum</i> en la Argentina y el mundo.....	11
3. Especies silvestres de papa.....	12
4. <i>Solanum commersonii</i> Dunal.....	13
4.1. Taxonomía y descripción de la especie.....	13
4.2. Distribución y hábitat.....	14
4.3. Importancia como recurso genético.....	16
5. Caracterización de los recursos genéticos de la papa.....	16
5.1. Caracterización morfológica de especies silvestres de papa.....	17
5.2. Caracterización bioquímica y molecular de especies silvestres de papa .....	18
5.2.1. Electroforesis capilar.....	22
MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
1. Área de estudio.....	23
2. Caracterización del suelo.....	26
3. Registro de precipitaciones.....	26
4. Relevamiento de la flora acompañante.....	27
5. Índice de similitud.....	28
6. Caracterización morfológica de <i>Solanum commersonii</i> .....	28

6.1.	Análisis de los datos.....	29
6.1.1.	Análisis univariado.....	29
6.1.2.	Análisis multivariado.....	29
7.	Caracterización molecular de <i>Solanum commersonii</i> .....	30
7.1.	Extracción de ADN total.....	30
7.2.	Amplificación del ADN extraído.....	30
7.3.	Electroforesis capilar.....	32
7.4.	Análisis de los datos.....	32
7.4.1.	Análisis de la varianza molecular (AMOVA).....	32
7.4.2.	Análisis multivariado.....	33
7.4.3.	Evaluación de los caracteres moleculares.....	33
8.	Análisis conjunto de los caracteres morfológicos y moleculares.....	33
9.	Estudio fenológico de <i>Solanum commersonii</i> .....	34
10.	Patrón espacial de las plantas de <i>Solanum commersonii</i> .....	36
11.	Producción de biomasa en los sitios de estudio.....	36
RESULTADOS.....		38
1.	Caracterización del suelo en cada sitio de estudio.....	38
2.	Relevamiento de la flora acompañante de <i>Solanum commersonii</i> .....	39
3.	Índice de Sorensen.....	50
4.	Caracterización morfológica.....	51
4.1.	Análisis univariado.....	51
4.1.1.	Caracteres cuantitativos.....	51
4.1.2.	Caracteres cualitativos.....	52
4.2.	Análisis multivariado.....	53
4.2.1.	Análisis de Componentes Principales.....	53
4.2.2.	Análisis de Coordenadas Principales.....	58
5.	Caracterización molecular.....	60
5.1.	Análisis de la varianza molecular (AMOVA).....	60
5.2.	Análisis multivariado.....	60
5.3.	Evaluación de los caracteres moleculares.....	62
5.3.1.	Índice de contenido polimórfico (PIC).....	62
5.3.2.	FST.....	62
6.	Análisis conjunto de caracteres morfológicos y moleculares.....	62
7.	Estudio fenológico de <i>Solanum commersonii</i> .....	65

8. Patrón espacial de las plantas de <i>Solanum commersonii</i> .....	67
9. Producción de biomasa en los sitios de estudio.....	69
DISCUSIÓN.....	70
1. Caracterización de los sitios de estudio.....	70
1.1. Riqueza específica.....	70
1.2. Similitud florística entre los sitios de estudio.....	76
2. Fenología de <i>Solanum commersonii</i> .....	78
3. Caracterización morfológica y molecular de <i>Solanum commersonii</i> .....	79
4. Conservación <i>ex situ</i> e <i>in situ</i> .....	83
CONCLUSIONES.....	90
BIBLIOGRAFÍA.....	91

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Coordenadas, altura (m.s.n.m.), área ocupada (m <sup>2</sup> ) y distancia entre los sitios de estudio (m), tomando como referencia al sitio “colmenas”.....	25
2. Caracteres vegetativos y reproductivos registrados en las 150 plantas analizadas.....	29
3. Características de los microsatélites usados en el análisis de las plantas de <i>Solanum commersonii</i> descritos por Ghislain <i>et al.</i> (2009).....	31
4. Profundidad del suelo (cm), espesor del horizonte A (cm), tipo de suelo, pendiente (%) y contenido de humedad (%) de cada uno de los sitios de estudio.....	39
5. Análisis del suelo en los diferentes sitios de estudio. pH, fósforo disponible (ppm), materia orgánica (%), N-Nitrato (ppm), nitrógeno total (%) y carbono (%).....	39
6. Divisiones, subdivisiones, clases, familias, especies, hábito de crecimiento, duración del ciclo, origen y sitio en el que se encuentran las diferentes especies acompañantes de <i>Solanum commersonii</i> .....	40
7. Matriz de similitud (%) de la flora acompañante entre los cinco sitios de estudio.....	50
8. Niveles de significancia (LSD) de cada uno de los caracteres cuantitativos registrados.....	51
9. Variables cuantitativas analizadas y su contribución en los primeros tres componentes.....	54
10. Variables cuantitativas analizadas y su contribución en los primeros tres componentes.....	57
11. AMOVA basado en los datos de los seis microsatélites utilizados.....	60
12. Número de bandas, número de patrones y valores de PIC para los seis SSRs analizados.....	62
13. <b>(A)</b> Registros fenológicos de <i>Solanum commersonii</i> del año 2014 (con porcentajes) y <b>(B)</b> 2015 (sin porcentajes). V (vegetativo), IF (inicio de floración), FF (floración y fructificación), F (fructificación), S (senescencia) y R (reposo).....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. <b>A.</b> Ubicación de la Reserva Natural “Paititi” en la provincia de Buenos Aires, Argentina, Sudamérica.....	24
1. <b>B.</b> Localización de la Reserva Natural “Paititi”. Color blanco (límites aproximados); línea violeta, camino que se puede hacer en vehículo (aprox. 3,5 km) desde la Ruta Nacional 226; línea naranja, camino que se hace caminando (aprox. 1,5 km) para llegar a la base de “Sierra chica” (delimitada en color amarillo).....	24
1. <b>C. a)</b> Sitios de estudio (“colmenas”, “base”, “helechos”, “pampita” y “cima”) digitalizados sobre una imagen de Google Earth. <b>b)</b> Perfil altitudinal del terreno. Imagen realizada por Hernán Angelini (Laboratorio de Geomática, INTA Balcarce).....	25
2. Precipitaciones mensuales acumuladas de los años 2014 y 2015 para Sierra de Los Padres.....	27
3. Estados fenológicos de <i>Solanum commersonii</i> Dunal. <b>A.</b> etapa vegetativa; <b>B.</b> inicio de la floración; <b>C.</b> floración y fructificación; <b>D.</b> fructificación; <b>E.</b> senescencia; <b>F.</b> reposo (dentro del rectángulo rojo, el tubérculo).....	35
4. Número total de especies identificadas y exclusivas presentes en cada sitio de estudio.....	49
5. Número de especies nativas, endémicas, exóticas y cosmopolitas identificadas en cada sitio de estudio.....	50
6. Color de las flores de <i>Solanum commersonii</i> registrados en cada uno de los sitios: <b>A.</b> “colmenas”; <b>B.</b> “base”, “helechos”, “pampita”; <b>C.</b> “cima”.....	52
7. Análisis de Componentes Principales de los diferentes caracteres morfológicos cuantitativos analizados en las plantas de <i>Solanum commersonii</i> estudiadas.....	55
8. Análisis de Componentes Principales de los promedios de las 30 plantas por sitio para los diferentes caracteres morfológicos.....	58
9. Análisis de Coordenadas Principales de caracteres morfológicos cuali y cuantitativos a partir del coeficiente de similitud general de Gower .....	59



10. Análisis de Coordenadas Principales de los caracteres moleculares a partir del coeficiente de similitud <i>simple matching</i> o “emparejamiento simple”.....	61
11. Análisis de Coordenadas Principales de caracteres moleculares y morfológicos cuali y cuantitativos a partir del coeficiente de similitud general de Gower.....	64
12. Tubérculo madre de <i>Solanum commersonii</i> , del que se originan varios “estolones” que darán origen a nuevos tubérculos.....	67
13. Longitud de un “estolón” de <i>Solanum commersonii</i> . Fotografía tomada en el sitio “cima”, en la Reserva Natural “Paititi”.....	68
14. Cinco plantas de <i>Solanum commersonii</i> originadas de un único tubérculo madre, creciendo debajo del agua. Fotografía tomada en el sitio “cima”, en la Reserva Natural “Paititi”.....	68
15. Valores medios de la biomasa aérea acumulada ( $\pm$ EE) en los cinco sitios de estudio para las distintas estaciones del año. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).....	69
16. Diversidad de microambientes donde fue observada <i>Solanum commersonii</i> . A. sobre materia fecal del ganado; B. entre el agua que se acumula sobre el sustrato rocoso; C y D. entre las grietas de las rocas; E. sobre suelo desnudo; F. entre el pajonal de “paja colorada”; G. al resguardo de especies de mayor porte.....	77

## RESUMEN

Las especies vegetales silvestres emparentadas con los cultivos, constituyen un recurso fundamental frente a las necesidades de seguridad alimentaria, proporcionando diversidad genética para la mejora de los cultivos, incrementando la sostenibilidad y la productividad de los sistemas agrícolas. Sin embargo, están sometidas a un riesgo de amenaza en sus hábitats naturales, y es necesario generar estrategias de conservación *ex situ* e *in situ*. Si bien ambas son complementarias, la conservación *in situ* tiene como ventaja la continuidad de los procesos evolutivos.

En la estrategia global para la conservación de los parientes silvestres de las plantas cultivadas de importancia mundial, la conservación *in situ* de especies silvestres de papa es una prioridad. Entre ellas, *Solanum commersonii* Dunal., es un valioso recurso para el mejoramiento genético de la papa cultivada. En la región pampeana, el avance de la frontera agrícola se produjo a expensas de pastizales de llanura, llanuras periserranas y faldeos de sierras pero en el sudeste bonaerense, los ecosistemas menos intervenidos son los serranos. En la Reserva Natural "Paititi", *S. commersonii* crece en un ambiente serrano, entre los 88 y 160 m.s.n.m. A fin de establecer pautas para la conservación *in situ* de *S. commersonii* y sus especies acompañantes en esta reserva natural, se caracterizaron a nivel molecular (mediante microsatélites), morfológico y fenológico plantas de *S. commersonii*; se caracterizaron los ambientes de cinco sitios, determinando la riqueza específica, la producción de biomasa estacional y las variables edáficas.

Se observaron diferencias en la composición florística de los sitios y en la presencia de especies nativas, endémicas, exóticas y cosmopolitas, asociadas a diferentes características del suelo. Se registraron especies exóticas invasoras que afectarían la persistencia de *S. commersonii*. A partir de los caracteres morfológicos cuantitativos se realizó un ANOVA que reveló diferencias significativas para 24 de las 33 variables registradas; se encontraron diferencias en la tonalidad del color de la flor entre los sitios estudiados. El AMOVA demostró que el 85,85% de la variabilidad total se distribuyó dentro de los sitios y fue menor entre sitios (14,15%).

Los valores de Índice de Contenido Polimórfico (PIC) para los seis microsatélites variaron entre 0,318 y 0,823, con un promedio de 0,6. El número de bandas promedio fue 10,33, en un rango entre 7 y 16. El número de perfiles de bandas amplificadas varió entre

4 y 16, con un promedio de 8. El coeficiente de diferenciación genética ( $F_{st}$ ) dio un valor de 0,1415, indicando una diferenciación genética moderada entre sitios.

En los mapas satelitales se observa que "Paititi" es una "isla" rodeada de cultivos, por lo que su preservación es importante no solo desde el punto de vista de la conservación de *S. commersonii*, sino también de la biodiversidad en general y por los servicios ecosistémicos que brinda a la comunidad. Los resultados del trabajo han revelado que la Reserva Natural "Paititi" es un sitio promisorio para la conservación *in situ* de *S. commersonii*.

Palabras claves: RN "Paititi", caracterización, microsatélites, servicios ecosistémicos, papa silvestre.

## ABSTRACT

The crops wild relatives (CWRs) constitute fundamental resources as they contribute to food security and genetic diversity for crop improvement, increasing sustainability and productivity of agricultural systems. However, they are increasingly subjected to losses in their natural habitats, and it is necessary to generate *ex situ* and *in situ* conservation strategies. Although these strategies are complementary, *in situ* conservation has the advantage to favour the continuity of evolutionary processes.

In the global strategy for the conservation of CWRs of global importance, *in situ* conservation of wild potato species is a priority. Among them, *Solanum commersonii* Dunal., is a valuable resource for the genetic improvement of the cultivated potato. In the Pampean region, the expansion of the agricultural frontier has occurred at the expenses of grasslands in the plains, areas close to the low hills as well as the hillsides, but in the southeastern Buenos Aires province, the least disturbed ecosystems are the low hills. In the "Paititi" Nature Reserve, *S. commersonii* grows in hills, between 88 and 160 meters above sea level. In order to establish guidelines for the *in situ* conservation of this wild potato and its accompanying species in this natural reserve, seasonal biomass was characterized at the molecular (through microsatellites), morphological and phenological level. The environments of the five sites studied were characterized by determining the specific richness, the seasonal biomass production and the edaphic variables were registered also.

Differences were observed in the floristic composition at each site and in the presence of native, endemic, exotic and cosmopolitan species, associated with different soil characteristics. Invasive alien species were recorded that could affect the persistence of *S. commersonii*.

An ANOVA was performed with the quantitative morphological characters and significant differences for 24 of the 33 variables registered was detected. Differences were found in the color intensity of flowers between the sites. The AMOVA performed showed that 85.85% of the total variability was distributed within sites and was lower between sites (14.15%).

The values of the Polymorphic Content Index (PIC) for the six microsatellites varied between 0.318 and 0.823, with an average of 0.6. The average number of bands was 10.33, ranging between 7 and 16. The number of profiles of amplified bands varied between 4 and 16, with an average of 8. The coefficient of genetic differentiation ( $F_{st}$ )

gave a value of 0.1415, indicating a moderate genetic differentiation between sites. Satellite maps show that "Paititi" is an "island" surrounded by crops, and its preservation is important not only from the point of view of the conservation of *S. commersonii*, but also of the biodiversity in general and by the services ecosystems that it provides to the community. The results of this work have revealed that the Natural Reserve "Paititi" is a promising site for the *in situ* conservation of *S. commersonii*.

Keywords: RN "Paititi", characterization, microsatellites, ecosystem services, wild potato.

## INTRODUCCIÓN

Las especies vegetales silvestres emparentadas con los cultivos, constituyen un recurso fundamental frente a las necesidades de seguridad alimentaria, proporcionando diversidad genética para la mejora de los cultivos e incrementando la sostenibilidad y la productividad de los sistemas agrícolas (Maxted *et al.*, 2008). Sin embargo, estas especies están sometidas a un creciente riesgo de amenaza en sus hábitats naturales (Rao, 2004), por lo que es necesario generar estrategias para su conservación. Entre las estrategias se encuentran la conservación *ex situ*, fuera de sus ambientes naturales, e *in situ*, que incluye la conservación de los ecosistemas y los ambientes naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en los ambientes donde se encuentran, y en el caso de especies cultivadas o domesticadas, en el lugar donde han desarrollado sus propiedades distintivas (CBD, 1992). Si bien ambas son complementarias, la conservación *in situ* tiene como principal ventaja la continuidad de los procesos evolutivos, cobrando aún mayor relevancia ante la perspectiva del cambio climático global (Iriondo *et al.*, 2008; Rivas *et al.*, 2010).

La conservación *in situ* de las especies silvestres de papa es una prioridad, y se encuentra formulada en la estrategia global para la conservación de las especies silvestres emparentadas con diversos cultivos de importancia mundial (Maxted y Kell, 2009). Entre las especies silvestres de papa, *Solanum commersonii* Dunal (cmm)<sup>1</sup>, de amplia distribución en la Argentina, Uruguay y Brasil (Hawkes y Hjerting, 1969; Clausen *et al.*, 2013) es un valioso recurso para el mejoramiento genético de *Solanum tuberosum* L., debido a su resistencia o tolerancia a factores bióticos y abióticos (Hawkes y Hjerting, 1969; Ross, 1986; Rao, 2004; Pianzola *et al.*, 2005; González *et al.*, 2013).

En la región pampeana (Buenos Aires, Argentina), el avance de la frontera agrícola se ha producido a expensas de los pastizales de llanura, de los ambientes periserranos y de los faldeos de las sierras (Maceira *et al.*, 2004; Viglizzo y Jobbágy, 2010). En el sudeste bonaerense, los ecosistemas menos intervenidos son los serranos (Barral *et al.*, 2009; Vázquez *et al.*, 2013). Estos ecosistemas se destacan por poseer un número importante de especies vegetales nativas con valor forrajero, ornamental, medicinal y agronómico, así como también de especies animales (Alonso

---

<sup>1</sup> Abreviatura basada en Simonds N.W., 1963 (Eur. Potato J. 6, 18 6-90). Huamán, Z.; Ross, R.W. 1985 (Amer. Potato J. 62, 629- 41).

*et al.*, 2009; Sabatino *et al.*, 2010; Romanelli y Massone, 2011).

La estancia "Paititi", es un establecimiento agropecuario ubicado en el extremo sudeste de la Sierra La Peregrina (partido de General Pueyrredón, provincia de Buenos Aires, Argentina) (37° 54' S - 57° 49' O). En ella, se constituyó la Reserva Natural "Paititi" que abarca un área de la sierra de aproximadamente 220 hectáreas y forma parte de la Red de Reservas Naturales Privadas de la Argentina (RARNP, 2017). En un sector de la Reserva Natural, denominado "Sierra Chica", se identificaron plantas de cmm. Las mismas fueron encontradas en cinco sitios ubicados a distintas alturas (88, 94, 111, 133 y 160 m.s.n.m.) con marcadas diferencias entre ambientes.

En los ecosistemas serranos, en un gradiente altitudinal de pocos metros, los patrones de vegetación que se observan son el resultado de complejas interacciones entre factores bióticos y abióticos, tales como: pendiente del terreno, grado de exposición (en tiempo y espacio) a la radiación solar, velocidad del viento, amplitud térmica, profundidad, humedad, capacidad de almacenar agua y fertilidad del suelo (Funes y Cabido, 1995; Auslander *et al.*, 2003; Mazzola *et al.*, 2008).

La conservación *in situ* debe asegurar que una especie silvestre se mantenga en el ambiente al que se ha adaptado, con una base genética lo suficientemente amplia para que persista en el largo plazo y continúe evolucionando (Heywood y Dulloo, 2005). Para tal fin, es necesario obtener información básica sobre la especie de interés, la diversidad genética, la dinámica de sus poblaciones, las especies acompañantes y los factores abióticos del ecosistema (Iriondo *et al.*, 2008; Hunter y Heywood, 2011).

en la Reserva Natural "Paititi", se plantean las siguientes hipótesis:

- 1) Las plantas de *Solanum commersonii* que crecen en un gradiente altitudinal de "Sierra Chica" difieren:
  - a) en su fenología
  - b) en su morfología
  - c) en los patrones electroforéticos para marcadores moleculares microsatélites.
  
- 2) La mayor proporción de la diversidad genética de *Solanum commersonii* en "Sierra Chica" se encuentra entre las plantas provenientes de los diferentes sitios de estudio.

### **Objetivo General**

Evaluar las plantas de *Solanum commersonii* que crecen en un gradiente altitudinal de “Sierra Chica” en la Reserva Natural “Paititi” por medio de su caracterización fenológica y empleando técnicas morfológicas y moleculares, a fin de generar información útil para futuros planes de manejo tendientes a la conservación *in situ*.

### **Objetivos particulares**

Para los cinco sitios de estudio, ubicados en un gradiente altitudinal de “Sierra Chica” se propone:

- a) Caracterizar las plantas de *Solanum commersonii* empleando técnicas morfológicas y moleculares.
- b) Caracterizar los ambientes de los sitios determinando la riqueza específica de las comunidades, la producción de biomasa estacional y las variables edáficas (profundidad, pH, % de materia orgánica, contenido de nitrógeno, carbono y fósforo).
- c) Realizar *in situ* la caracterización fenológica de las plantas de *Solanum commersonii*.



## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1. **Importancia de la conservación de la biodiversidad y de los parientes silvestres de la papa**

El concepto “biodiversidad” incluye a la diversidad y variabilidad de formas de vida en sus diferentes niveles jerárquicos (paisajes, ecosistemas, comunidades, especies, poblaciones y genes) y dimensiones (composicional, estructural y funcional) y representa el basamento que origina una amplia gama de servicios ecosistémicos (SE) que son indispensables para la supervivencia y el bienestar humano (Rush *et. al.*, 2015).

Según FAO (2017), se entiende por servicios ecosistémicos a los beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad, siendo la biodiversidad esencial para el funcionamiento de los ecosistemas. Los SE se clasifican en cuatro grandes grupos: “servicios de provisión”, son los productos obtenidos de los ecosistemas (madera, agua potable, fibras, etc.); “servicios de regulación”, en donde se encuentran los procesos ecosistémicos (regulación climática e hídrica, polinización, etc.); “servicios culturales” referidos a los beneficios no materiales (recreación, educación, estética, etc.); “servicios de soporte” en donde se ubica a todos aquellos procesos necesarios para la producción del resto (productividad primaria, formación de suelo y ciclado de nutrientes) (Lattera, *et al.*, 2011).

Muchas especies se encuentran en peligro de extinción, y si bien se conocen extinciones naturales desde hace millones de años, en el siglo XX las tasas alcanzaron un orden de 1000 a 10000 veces superior a las que se registraban previamente. Entre los factores que causan la extinción de especies vegetales silvestres se pueden citar la sobreexplotación, el avance de la frontera agrícola, los incendios, el incremento del pastoreo y de las actividades extractivas, turísticas y deportivas, la degradación, destrucción y fragmentación de hábitats y el cambio climático, entre otros (Bertonatti y Corcuera, 2000; Clausen *et al.*, 2008; Rush *et. al.*, 2015).

La conservación de la biodiversidad resulta fundamental ya que la pérdida de la misma implica un impacto significativo sobre los procesos ecosistémicos a escala global. La población mundial depende de los bienes y servicios que los ecosistemas brindan (FAO, 2017). Las especies que los componen representan fuentes de recursos reales o potenciales para la humanidad, ya sea como alimentos, fuentes de productos

medicinales, de control biológico, de la regulación del clima y del normal funcionamiento de los ecosistemas, a lo que es necesario agregar los valores culturales y religiosos que la biodiversidad representa para el ser humano (Prance, 1997; Rush *et. al.*, 2015).

Los parientes silvestres de los cultivos proporcionan diversidad genética para el mejoramiento de aquellos de importancia socioeconómica, orientado al incremento de la plasticidad, la productividad y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Jansky *et al.*, 2012). Así, los parientes silvestres de los cultivos son recursos importantes que han contribuido a resolver la seguridad alimentaria. La FAO (2011), define por seguridad alimentaria la posibilidad que todas las personas tengan en todo momento acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar adelante una vida sana y activa.

En la preservación del germoplasma de una especie vegetal, el objetivo principal es conservar, con la mayor integridad posible, la variabilidad genética de las poblaciones en cuestión. Hay dos técnicas usadas para la conservación de los recursos genéticos: *ex situ* e *in situ* y estas estrategias, se han formulado como actividades prioritarias en el Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2011), plan adoptado por la mayoría de los países del mundo, entre ellos la Argentina.

### **1.1. Conservación *ex situ* de papa**

Esta estrategia se refiere a la conservación de los componentes de la diversidad biológica a nivel de especies, poblaciones y genes fuera de sus ambientes naturales en bancos de germoplasma, colecciones a campo o jardines botánicos (CBD, 1992).

Los bancos de germoplasma resguardan la diversidad genética tanto de plantas silvestres como cultivadas (IICA, 2010).

Según el informe de la FAO (2010) sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo, se reportan 1240 bancos que conservan germoplasma, con 46 millones de muestras conservadas.

Con referencia a los recursos genéticos de la papa y sus congéneres silvestres, existen iniciativas en diversos países del mundo. En Lima, Perú, se encuentra el Centro Internacional de la Papa (CIP) donde se mantiene la mayor colección de papa del mundo, incluyendo variedades cultivadas autóctonas y especies silvestres.

Comenzó con una donación del Programa Nacional de la Papa del Perú de aproximadamente 1800 entradas de papa que incluían cultivares autóctonos y actualmente suma 4727 entradas, incluyendo 4354 cultivares autóctonos de 17 países (principalmente de la región andina) y variedades mejoradas. La colección completa se conserva *in vitro* mediante cultivo de tejidos y de esa forma se distribuye internacionalmente. Las variedades mejoradas comprenden variedades liberadas principalmente por países latinoamericanos y materiales genéticos utilizados para identificar resistencia a enfermedades (tizón tardío, bacteriosis, entre otros) (CIP, 2017).

En Cuzco, Perú se encuentra la Colección de Papa de la Universidad de Cuzco (Condori Yuca, 2017).

En el Reino Unido se ubica el Commonwealth Potato Collection (CPC) que incluye germoplasma de papas cultivadas y silvestres. La colección forma parte de una red internacional de bancos de germoplasma de papas, y es confiada a la humanidad por el Instituto James Hutton con el apoyo del Gobierno Escocés. Comprende alrededor de 1500 entradas provenientes de 80 especies de papas silvestres y cultivadas (CPC, 2017).

En los Países Bajos, se encuentra la colección de papa holandesa - alemana, que se mantiene en el Centro de Recursos Genéticos (CGN). En 1974 se firmó un acuerdo entre Alemania y los Países Bajos sobre las actividades de cooperación en el ámbito de los recursos genéticos de la papa. En consecuencia, se creó el "Departamento de Papa alemana-holandesa", con el objetivo de mantener los recursos genéticos de la papa. En 1984 se convirtió en un proyecto del Consejo alemán-holandés para los Recursos Fitogenéticos. En enero de 1995 se transfirió la colección de papa holandesa-alemana al CGN. Las antiguas colecciones holandesas (WAC) y alemanas (EBS) abarcan el 40% de las entradas actuales. Incluyen 94 entradas de especies de papa cultivada, recolectadas en 1955 por H. J. Toxopeus (Instituto de Mejoramiento de Plantas de Wageningen, Holanda) durante la expedición holandesa al Perú, así como 77 entradas de 28 especies de papas silvestres recolectadas en 1959 por H. Ross y R. Rimpau durante la expedición alemana a Argentina, Bolivia y Perú. La colección se amplió sustancialmente con material del Banco Activo de Germoplasma de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Balcarce (Banco BAL), el cual representa el 24% de la colección (CGN, 2017).

En Alemania, se encuentra la colección de papas Groß Lüsewitz (GLKS), ubicada en el Instituto de Genética Vegetal e Investigación de Plantas Culinarias (IPK).

Contiene alrededor de 1950 entradas de 122 especies silvestres y 750 entradas de cinco especies cultivadas andinas, originarias de 12 países de América del Sur y del Norte (IPK, 2017).

En Rusia, se encuentra el Instituto de Investigación de la Industria Vegetal (VIR), NI Vavilov, donde se resguardan 4600 entradas de papa cultivada y silvestre (VIR, 2017).

En Estados Unidos se ubica el banco de papas de EE.UU (NRSP-6), con alrededor de 5700 entradas (NRSP-6, 2017).

En Bolivia, la Fundación PROINPA conserva *ex situ* los recursos genéticos de papa nativa y sus parientes silvestres, en el Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas (Cadima *et al.*, 2008). Las entradas de papa nativa se mantienen principalmente en forma de clones en el campo durante la época de cultivo, complementariamente en invernadero y utilizando técnicas de cultivo *in vitro*. La conservación de las entradas de papa silvestre se realiza mediante semilla sexual. En la actualidad las entradas de papa en el banco de germoplasma son de aproximadamente 1760 entradas de papa cultivada y 528 entradas de 34 especies de papa silvestre (Gabriel *et al.*, 1999, Cadima *et al.*, 2004, Cadima *et al.*, 2008; Gabriel, 2010).

En Chile, se encuentra una colección de papa ubicada en el Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, Universidad Austral de Chile, donde se conservan entradas de *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*, provenientes principalmente de colectas realizadas en la Isla de Chiloé y el Archipiélago de Chonos (Perez Díaz, 2004).

En Colombia funciona la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), en la cual se ubica un banco de germoplasma vegetal donde se resguardan algunas entradas de papas silvestres y cultivadas (CORPOICA, 2017).

En España se encuentra el Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife (CCBAT), perteneciente al Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife cuyo objetivo fundamental es recuperar y conservar la biodiversidad agrícola local de la isla de Tenerife. Este centro resguarda entradas de papas silvestres y cultivadas (CCBAT, 2017).

En Cuba, el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), mantiene una colección de más de 700 entradas, dentro de las cuales se encuentran 119 entradas de papas silvestres (Estévez *et al.*, 2003).

En la Argentina, en 1970 se estableció el Banco BAL, quien inició sus operaciones con asistencia alemana. Hoffmann, W. fue un representante alemán en este proyecto, quien recolectó germoplasma de papa silvestre y cultivada durante 1970 y 1971. En

las décadas del 70 y el 80, K. A. Okada recolectó germoplasma de papa en la mayoría de las provincias de la Argentina, financiado en parte por el U. S. Potato Genebank y el INTA. A partir de 1989, A. M. Clausen dirigió los viajes de colecta de papa con la participación de colegas de la Universidad Nacional de Mar del Plata, la Estación Experimental Agropecuaria de Famaillá, la Universidad Nacional de Jujuy y la Universidad Nacional de Cuyo. En la actualidad continúan los viajes de prospección y colecta, dirigidos por V. N. Ispizúa con la participación de colegas y colaboradores de la Universidad Nacional de Mar del Plata y de INTA Balcarce.

En 1988, se constituyó el Programa Nacional de Recursos Genéticos del INTA, y al mismo tiempo se consolidó una Red de Bancos de Germoplasma, actualmente REDGEN, constituida por 9 Bancos Activos, 10 colecciones de germoplasma y un Banco Base de Germoplasma con sede en el Instituto de Recursos Biológicos de la EEA Castelar (IRB, INTA Castelar) responsable del mantenimiento de los duplicados de seguridad (*on line*: <http://inta.gob.ar/proyectos/REDGEN-1137021>, consulta; mayo 2017).

Entre las ventajas de los bancos de germoplasma se encuentra la de concentrar el material genético y la información asociada a él, facilitando el acceso y el desarrollo de la investigación científica vinculando la conservación al mejoramiento (CIP, 2017). Entre las desventajas de la conservación *ex situ* pueden citarse: no permite que los procesos evolutivos continúen; no puede garantizar la integridad genética total debido a la presión de selección durante la regeneración que puede producir deriva génica; las catástrofes naturales pueden afectar las colecciones a campo de los bancos de germoplasma; el material conservado *in vitro* puede presentar variación somaclonal.

## **1.2. Conservación *in situ* de papa**

En la estrategia global para la conservación de especies silvestres emparentadas con diversos cultivos de importancia mundial, la conservación *in situ* de especies silvestres de papa es prioritaria (CBD, 1992; Maxted y Kell, 2009; IICA, 2010). La conservación *in situ* involucra la localización, designación, manejo y monitoreo de el/los taxones objetivo en el lugar donde se encuentran (Maxted *et al.*, 1997).

El Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura destaca la importancia de la conservación *in situ* de los parientes silvestres de los cultivos apoyando los esfuerzos de las comunidades indígenas y locales para lograr tal fin, pero también considera relevante su conservación en Áreas Protegidas

(APs) (Tapia *et al.*, 2002; FAO, 2009). En este sentido, la forma más sencilla en términos políticos y económicos para los países, es localizar las reservas genéticas en APs existentes, por lo que deberían ser el eje central en prácticamente todas las estrategias nacionales e internacionales de la conservación *in situ* (Maxted *et al.*, 1997; UICN, 2014).

En la Argentina, en el año 2006 en el marco del Proyecto INTA AEGR 1401 y en el 2009 en el marco del PE AERG 231211, el Banco BAL comenzó con iniciativas vinculadas a la conservación *in situ* realizando relevamientos en APs con el objetivo de determinar la presencia de especies silvestres de papa. Como resultado de estos relevamientos se identificaron 12 especies silvestres en diferentes APs de jurisdicción nacional y provincial (Clausen *et al.*, 2015). Estas actividades se continúan actualmente en el marco de la REDGEN. Además, se realizaron viajes de prospección a numerosas áreas protegidas privadas, provinciales y nacionales y específicamente colectas en cinco Parques Nacionales (PN) (Los Cardones, El Rey, Campo de los Alisos, Calilegua y El Palmar) (Clausen *et al.*, 2017), obteniendo germoplasma de especies silvestres de papa, y datos de pasaporte (especie y ambiente), que fueron documentados y almacenados en el programa informático DBGermoWeb (Tillería y Zamuz, 2013).

En *Solanum microdontum* Bitter, una especie silvestre de papa que fue relevada en cuatro PN, se realizaron estudios a nivel morfológico y molecular con el objetivo de determinar áreas de mayor diversidad genética y en el futuro implementar un programa de conservación *in situ* para esta especie (Atencio *et al.*, 2011, 2013; Ispizúa *et al.*, 2011).

En el año 2015 en Balcarce, se comenzó a trabajar en el estudio poblacional de cmm en la Reserva Natural "Paititi" en el marco de un proyecto de la Universidad Nacional de Mar del Plata (AGR 484/15, 2015-2016). En mayo de 2016 se firmó un Convenio de Investigación y Docencia entre el dueño de la Reserva Natural "Paititi" (Esteban Antonio González Zugasti) y la Sra. Decana de la Facultad de Ciencias Agrarias Balcarce (UNMdP), Ing. Agr. Virginia Handam. Este convenio permite que los interesados, Ing. Agr. Verónica Nilda Ispizúa, Ing. Agr. María Eugenia Garavano y el Lic. Biol. Osvaldo Ramón Vignolio puedan realizar actividades de Investigación y/o docencia en dicha Reserva (OCS 2067). En el 2017 continuaron los estudios en la Reserva Natural "Paititi" analizando los efectos de la defoliación en una comunidad vegetal de cmm dominada por *Paspalum quadrifarium* Lam. El objetivo de este estudio es establecer la dinámica poblacional de cmm junto con los cambios estructurales en

las comunidades vegetales manejadas con diferentes frecuencias de corte (AGR539/17, 2017-2018).

En el año 2011, en el Laboratorio de Biología Molecular, Instituto de Biología Agrícola de Mendoza, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo (IBAM-CONICET-UNCuyo) se inició un proyecto de conservación *in situ*. Por un lado se desarrollaron programas de monitoreo sustentados en una base ecológica para la conservación *in situ* en la Reserva Natural Villavicencio de *Solanum kurtzianum* Bitter & Wittm., una especie silvestre de papa que se adapta a regiones áridas (Hawkes y Hjerting, 1969; Marfil y Masuelli, 2013; Marfil *et al.*, 2015). Basado en estos trabajos se presentó un plan de manejo a cinco años y, a su vez, se generó un protocolo de trabajo para ser implementado a nivel nacional y regional para la conservación *in situ* de los parientes silvestres de papa (Marfil *et al.*, 2015).

En un viaje de colecta realizado en el 2010 al Parque Nacional Los Cardones, el equipo de la EEA Balcarce, pudo identificar *in situ* seis especies silvestres de papa (*Solanum acaule* Bitter, *S. brevicaule* Bitter, *S. boliviense* Dunal, *S. microdontum* Bitter, *S. venturii* Hawkes & Hjerting y *S. vernei* Bitter & Wittm.) en distintas unidades fisonómicas de vegetación descritas por Sanchez *et al.* (2015) (Clausen *et al.*, 2015). En base a la superposición de coordenadas geográficas de las introducciones del Banco BAL con las de las APs argentinas, se identificó por su riqueza de especies a este PN como uno de los sitios prioritarios para establecer una reserva genética (Marfil *et al.*, 2015). En el 2017, en el marco del Proyecto PICT- 201-0110, como resultado de la interacción e integración de los esfuerzos de los grupos de trabajo de Balcarce y Mendoza se comenzó a trabajar para lograr la creación de una Reserva Genética en el PN Los Cardones.

La ventaja principal de la conservación *in situ*, es que las especies continúan evolucionando en el ambiente en el cual se encuentran, persistiendo las frecuencias alélicas que mejor se adaptan a las condiciones ambientales imperantes (IICA, 2010).

Entre las desventajas de la conservación *in situ* hay que considerar que los materiales no se encuentran fácilmente disponibles para su uso y son de difícil acceso; además las especies y/o poblaciones están expuestas a diversos factores, tanto antrópicos como ambientales que pueden constituirse en amenazas a la subsistencia (Maxted *et al.*, 1997).

## **2. El género *Solanum* y la importancia de *S. tuberosum* en la Argentina y el mundo**

El género *Solanum* comprende alrededor de 1400 especies y es uno de los más numerosos de las Angiospermas, con la mayor concentración de especies en los Andes de América del Sur, pero con centros secundarios de diversidad y endemismos en Norte América, América Central, las Indias Occidentales, este de Brasil, Australia, África y Madagascar (Barboza, 2013).

La importancia del género *Solanum* a nivel mundial es muy conocida ya que incluye especies tales como la papa (*S. tuberosum* L.), el tomate (*S. lycopersicum* L.), la berenjena (*S. melongena* L.) y otras que se cultivan a menor escala como el tomate árbol (*S. betaceum* Cav.), la naranjilla (*S. quitoense* Lam.) y el pepino dulce (*S. muricatum* Aiton) (Popenoe *et al.*, 1989; Spooner y Salas, 2006; Ferreyra *et al.*, 2009; Barboza, 2013).

La papa, es el cuarto cultivo más importante del mundo en producción para consumo humano, superado solamente por el trigo (*Triticum aestivum* L.), el maíz (*Zea mays* L.) y el arroz (*Oryza sativa* L.). Su principal importancia económica radica en la elevada capacidad para producir energía por unidad de superficie. Se cultiva en más de 130 países (FAOSTAT, 2007) donde habitan las tres cuartas partes de la población mundial. Esta hortaliza, cuyo órgano comestible es el tubérculo, es el alimento que más se consume por su contribución a la dieta humana en calorías, vitaminas, proteínas y sales minerales; es fuente de vitamina C, niacina, vitamina B6, tiamina, potasio, fósforo, hierro y magnesio (FAO, 2008). Además, el almidón de la misma es utilizado por la industria farmacéutica, alimenticia, textil, maderera y papelera, como adhesivo, aglutinante, texturizador y relleno, y por las compañías que perforan pozos petroleros, para lavar los pozos. El almidón de la papa es un sustituto cien por ciento biodegradable del poliestireno y se utiliza, por ejemplo, para hacer platos y cubiertos desechables (FAO, 2008).

En la Argentina, la producción de papa se ubica en el quinto lugar, después de la soja (*Glicine max* (L.) Merrill), el maíz, el girasol (*Helianthus annuus* L.) y el trigo, con una producción de 1.864.970 toneladas y un área cosechada de 63.190 hectáreas (FAOSTAT, 2014). El consumo es alto, cercano a los 60 kg/persona/año (Huarte y Capezio, 2014), y su demanda en el mercado interno se encuentra totalmente abastecida por la producción nacional. La demanda de papa semilla oscila entre 130 y



150 mil toneladas anuales y la producción de la misma también está cubierta por la producción nacional (Ibañez, 2015).

### **3. Especies silvestres de papa**

*Solanum* L. sección *Petota* Dumort., que incluye a la papa cultivada y sus parientes silvestres, contiene 232 especies según la revisión taxonómica realizada por Hawkes en 1990, las que se distribuyen desde el suroeste de Estados Unidos (38°N) hacia el centro de la Argentina, Chile (41°S) y el Archipiélago Juan Fernández (Spooner y Hijmans, 2001). La mayoría de las especies se encuentran en América del Sur, donde la diversidad alcanza su punto máximo a los 21°S, con un centro secundario de diversidad alrededor de 20°N en el centro de los altiplanos mexicanos (Spooner y Hijmans, 2001).

Según Hawkes (1990), el número de especies silvestres emparentadas con la papa alcanzaba un total de 236 (Hijmans y Spooner, 2001; Spooner y Salas, 2006). Sin embargo, sucesivas revisiones de la sección *Petota* han ido reduciendo ese número, que en la actualidad es de 107 especies (Spooner *et al.* 2014, 2016).

Las especies silvestres emparentadas con el cultivo de papa, han estado sometidas a selección natural durante su evolución bajo diversas condiciones, a veces desfavorables, lo que ha hecho que muchas desarrollen características hereditarias muy valiosas para su supervivencia, entre las que se encuentran la resistencia o tolerancia a factores bióticos como insectos, virus, nematodos, hongos o bacterias y abióticos como frío, calor o sequía (Hawkes y Hjerting, 1969; Ross, 1986; Hanneman, 1989; Hawkes, 1990; Siri *et al.*, 2009; González *et al.*, 2013).

A principios del siglo XX, luego de que en Irlanda, entre 1845 y 1847, el “tizón tardío” causado por el hongo *Phytophthora infestans* destruyó completamente el cultivo de papa provocando hambruna y miseria (Hawkes, 1990), se identificaron especies silvestres tuberosas de papa como fuentes de resistencia a este hongo, y se inició la introgresión de genes de resistencia mediante cruzamientos.

A pesar de la gran diversidad genética disponible en las especies silvestres del género *Solanum*, sólo un pequeño número ha sido utilizado para la introgresión de caracteres de resistencia en la papa cultivada (Ross, 1986; Hawkes, 1990; Spooner *et al.*, 1991; Spooner y Bamberg, 1994; Ruiz de Galarreta *et al.*, 1998; Jansky, 2000; Ochoa, 2001; Spooner *et al.*, 2004) y se estima que apenas un 5% se han usado en programas de mejoramiento (Ugarte *et al.*, 1994; Gabriel *et al.*, 1995; Colque, 1996;

Estrada Ramos, 2000; Gabriel *et al.*, 2001; Coca y Montealegre, 2006; Gabriel *et al.*, 2007; García *et al.*, 2007).

Ross (1986) reportó que el germoplasma de sólo seis especies silvestres se incorpora frecuentemente en los cultivares europeos de papa. Estos son: *Solanum demissum* J. Lindley (tizón tardío y virus PLRV), *S. acaule* (virus PVX, PVY y PSTV, *Globodera* y heladas), *S. chacoense* Bitter (virus PVA y PVY, tizón tardío, escarabajo colorado y polilla del tubérculo), *Solanum spegazzinii* Bitter (= *S. brevicaulis* Bitter) (*Fusarium* y *Globodera*), *S. stoloniferum* (virus PVA y PVY) y *S. vernei* (*Globodera* y alto contenido de almidón). Hawkes (1990) cita que se han utilizado los genes de *Solanum microdontum*, *S. sparsipilum* (Bitter) Juz. & Bukasov, *S. verrucosum* Schltl., *S. phureja* Juz. & Bukasov, *S. tuberosum* ssp. *andigena*, *S. commersonii* y *S. maglia* Schltl., aunque dicho autor no menciona con qué fin.

El germoplasma de las especies silvestres de papa se ha utilizado con éxito para introducir resistencia a bacterias, nematodos, insectos y virus; mejorar cualidades culinarias y de procesamiento, aumentar el rendimiento e introducir tolerancia a factores abióticos (Ross, 1966; Plaisted y Hoopes, 1989; Bradshaw y Ramsay, 2005; Bradshaw, 2009). Hoy en día, el uso de especies silvestres de papa es relevante para el mejoramiento de la papa cultivada (Maxted *et al.*, 2012).

#### **4. *Solanum commersonii* Dunal**

##### **4.1. *Taxonomía y descripción de la especie***

En mayo de 1767, en Montevideo, Uruguay, Philibert Commerson coleccionó una especie silvestre de papa, la que fue denominada *Solanum commersonii* por Dunal. Esta especie fue la primera papa silvestre recolectada, denominada y descrita como resultado de una expedición científica (Hawkes y Hjerting, 1969). En un principio se la subdividió en dos subespecies con características morfológicas diferentes: *commersonii* y *malmeanum* (Hawkes y Hjerting, 1969). Correll (1962) consideró a estas subespecies como formas, diferenciando a la forma *malmeanum* de *commersonii* por la presencia de algunos folíolos peciolados y de dos o más folíolos intermedios entre cada par de folíolos laterales. Mentz y Oliveira (2004) consideraron a *S. malmeanum* como una forma de *S. commersonii*, aunque cuestionaron la validez de este tratamiento en base a las diferencias planteadas. Matesevach y Barboza (2005) tratan a *malmeanum* como una subespecie de *commersonii* diferenciándolas por la

longitud del folíolo terminal, la ubicación de la articulación del pedicelo, la pubescencia del cáliz y el color de la corola. Actualmente se considera a la subespecie *malmeanum* como una especie diferente de *S. commersonii* por observarse características morfológicas distintivas entre ellas (Spooner *et al.*, 2016). *Solanum malmeanum* se diferencia de *S. commersonii* por presentar folíolos en general más largos y anchos, pecíolos más largos, menor cantidad de flores por inflorescencia (de 2 a 8), corola blanca, o blanca con tintes violáceos y acúmenes de 0,2 mm de longitud (Clausen *et al.*, 2013; Spooner *et al.*, 2016).

*Solanum commersonii* es una especie diploide ( $2n=2x=24$ ), aunque ocasionalmente presenta citotipos triploides (Hawkes y Hjerting, 1969; Hijmans *et al.*, 2007; Spooner *et al.*, 2016). Ha sido descrita como una planta de porte bajo (15-30 cm de altura) que crece en roseta, aunque bajo condiciones sombrías puede alcanzar el metro de altura. Posee hojas imparipinnadas, de 6,5 a 14,5 cm de largo x 3,3 a 7,8 cm de ancho, con dos a cinco pares de folíolos laterales, sésiles o cortamente peciolulados, que disminuyen gradualmente su tamaño hacia la base de la hoja. Los folíolos laterales más distales son subsésiles y levemente decurrentes, aunque a veces pueden tener peciolulos pequeños, de hasta 2 mm de longitud. El folíolo terminal se caracteriza por ser de mayor tamaño que los laterales, pudiendo ser sésil o peciolado, de forma anchamente ovada a elíptica, de ápice generalmente obtuso y de base cuneada. Además puede presentar hasta 3 pares de folíolos intersticiales de forma ovada a orbicular, sésiles o cortamente peciolulados. La inflorescencia mide entre 2 y 15 cm, generalmente se ramifica y está compuesta por 3 a 12 flores. La corola tiene forma estrellada, es de color violeta o blanco con tintes violáceos y mide entre 2 y 3 cm de diámetro. Los frutos son bayas de forma ovoidea a cónica y de color verde, miden de 2,5 a 3 cm de largo y entre 2 y 2,5 cm de ancho (Correll, 1962; Hawkes y Hjerting, 1969; Spooner *et al.*, 2016). Se reproduce por medio de tubérculos (reproducción asexual) y de semillas (reproducción sexual). Vegeta, florece y fructifica desde la primavera hasta el otoño, y en invierno pierde su parte aérea. Posteriormente, reinicia su crecimiento a partir de los tubérculos y/o produciendo nuevas plantas a partir de semillas (Clausen *et al.*, 2013; Spooner *et al.*, 2016).

#### **4.2. Distribución y hábitat**

A nivel mundial, *S. commersonii*, se distribuye ampliamente en el noreste y centro-este de la Argentina, sur de Brasil y Uruguay (Hawkes y Hjerting, 1969; Mentz y Oliveira, 2004; Matesevach y Barboza, 2005; Clausen *et al.*, 2013; Spooner *et al.*,

2016). Crece en una amplia diversidad de ambientes; se la encuentra tanto en terrenos bajos y húmedos, así como en suelos arenosos, alterados, en los bordes de los arroyos, en pajonales de *Paspalum quadrifarium* Lam. serranos y de llanura, en campos cultivados, entre rocas marítimas y dunas costeras (Correll, 1962; Hawkes y Hjerting, 1969; Hawkes, 1990; Lathera *et al.*, 2003; Ispizúa *et al.*, 2004; Clausen *et al.*, 2013; Prieto *et al.*, 2016; Spooner *et al.*, 2016).

En la Argentina, el límite austral de su distribución es la provincia de Buenos Aires, en donde se la encuentra creciendo en suelos húmedos. En el Distrito Pampeano Austral (centro-este de la Argentina) cmm también habita lugares muy diversos, se la puede observar a pocos metros del mar sobre los médanos, así como también integrando pastizales relictuales de *Paspalum quadrifarium* y/o *P. exaltatum* Presl. (“paja colorada”) tanto en campos bajos con limitantes edáficas como en las laderas de las sierras entre los 8 y 339 m.s.n.m. (Lathera *et al.*, 2003; Prieto *et al.*, 2016). Clausen *et al.* (2013) citan a *S. commersonii* desde el nivel del mar hasta los 400 m.s.n.m. Mozo (2016) generó mapas temáticos para caracterizar áreas o ambientes de la Argentina en donde es posible encontrar a cmm. El autor informó que en la provincia de Buenos Aires cmm se encuentra en suelos de los órdenes Alfisoles y Vertisoles de la pampa Deprimida, los cuales se caracterizan por presentar serios problemas de drenaje, ser sódicos desde superficie, produciendo anegamientos frecuentes. Por otra parte, informa que cmm también se registra en el Sistema de Tandilia, en suelos del orden Molisoles (Argiudoles y Hapludoles) en las laderas de las sierras, asociada a “paja colorada”. Además agrega que en la costa bonaerense es posible encontrar a cmm sobre cordones medanosos del orden Entisoles en pequeñas depresiones sobre los médanos cercanos al mar donde se observa la presencia de napa freática que mantiene húmedo el perfil.

Cabrera (1965) cita a *S. commersonii* en las sierras de Balcarce y Mar del Plata (Buenos Aires), como una especie que integra los “matorrales de curro” (*Colletia paradoxa* (Spr.) Escalante). Por otro lado, Millán, en colecciones llevadas a cabo en distintos años en Balcarce también la encuentra entre arbustos de *C. paradoxa*; mientras que Grondona la colectó en las sierras alrededor de Balcarce junto a gramíneas, hierbas y pequeños arbustos (Hawkes y Hjerting, 1969). Prieto *et al.* (2016), encontraron que *S. commersonii* es una especie muy común en los pajonales de “paja colorada” que crecen tanto en las laderas de las sierras como en los campos bajos asociados con otras especies como *Baccharis dracunculifolia* D.C., *Colletia*

*paradoxa*, *Eryngium eburneum* Decne, *E. regnelli* Malme, *E. horridum* Malme. y *Senecio pulcher* Hook. & Am. f. *pulcher*, entre otras.

El Banco Activo de Germoplasma de la EEA Balcarce (Banco BAL), posee materiales de *S. commersonii* coleccionados en la provincia de Buenos Aires (partidos de La Costa, General Pueyrredón, Balcarce, Lobería, Tandil, Tres Arroyos, Rauch y Olavarría) así como en las provincias de Chaco, Corrientes y Entre Ríos (Banco BAL, 2017).

### **4.3. Importancia como recurso genético**

*Solanum commersonii* es un valioso recurso genético y se destaca hace mucho tiempo por su alta potencialidad para el mejoramiento genético de *Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum*, ya que presenta resistencia al frío, a la sequía y al calor (Reddick, 1930; Palta *et al.*, 1981; Chen *et al.*, 1999 a,b; Laferriere *et al.*, 1999; Carputo *et al.*, 2007). Esta especie ha sido utilizada como modelo en muchos trabajos para estudiar tanto la resistencia como la tolerancia al frío (Laferriere *et al.*, 1999). Vega *et al.* (2004) encontraron que la capacidad de aclimatación a bajas temperaturas en cmm, está asociada con un incremento en los niveles de transcripción del gen de desaturasa delta (9). Otra característica importante para el mejoramiento genético es que los tubérculos poseen un alto peso específico (Sawicka, 1971, en Laferriere *et al.*, 1999), alto contenido de materia seca y bajo contenido de azúcares reductores, y para este último carácter se ha encontrado una alta heredabilidad (Castro *et al.*, 2007). Dentro de los factores bióticos se ha demostrado la resistencia de cmm al nematode *Ditylenchus destructor* (Stefan, 1980, en Laferriere *et al.*, 1999), al hongo *Alternaria solani* (Alam, 1985), a los virus X e Y de la papa (Tozzini *et al.*, 1991) y a la marchitez bacteriana de la papa causada por *Ralstonia solanacearum* L. (Laferriere *et al.*, 1999; Kim-Lee *et al.*, 2005; Galván *et al.*, 2007; Siri *et al.*, 2009; Gonzalez *et al.*, 2013).

## **5. Caracterización de los recursos genéticos de la papa**

La utilización de los recursos fitogenéticos sólo es posible si se conocen en detalle sus características o atributos y se visualizan sus posibles usos (Jaramillo y Baena, 2000). Para esto, es preciso recurrir al estudio de atributos morfológicos, estructurales o funcionales contenidos en el germoplasma, como portador de las características hereditarias de la especie; toda esta información sobre identificación, diversidad

genética y relaciones entre genotipos de papa es de importancia para llevar adelante una conservación eficiente, programas de mejoramiento y utilización de los recursos genéticos (Becerra y Paredes, 2000).

La caracterización es un proceso que comienza con la colección o introducción de las especies recolectadas, y finaliza con la publicación y la difusión de la información para que esté a disposición de los usuarios, para su uso directo o como material básico en la generación de variedades superiores.

En los análisis genéticos se utilizan básicamente tres tipos de marcadores: morfológicos, bioquímicos (isoenzimas y proteínas) y moleculares (basados en el ADN).

### **5.1. Caracterización morfológica de especies silvestres de papa**

La caracterización morfológica es el primer paso en el mejoramiento de los cultivos y programas de conservación (Iriondo *et al.*, 2008) y se refiere a la determinación de un conjunto de caracteres mediante el uso de descriptores definidos que permiten diferenciar taxonómicamente a las plantas. Un descriptor es cualquier característica que se considere importante y/o útil para la caracterización del material vegetal, no sólo por hacer referencia a características morfológicas o fisiológicas de la planta, sino que también deben considerarse aquellos datos u observaciones que complementen la caracterización del material vegetal (Huamán *et al.*, 1977). Los descriptores pueden ser de tipo cualitativo (color del follaje, del tallo, del tubérculo, de las flores, del fruto, entre otros) o cuantitativo (peso y tamaño del tubérculo, número de flores por inflorescencia, número de semillas por fruto, por citar algunos ejemplos) (Hawkes y Hjerting, 1969).

Se han reportado un número importante de trabajos que utilizan marcadores morfológicos. Okada y Hawkes (1978), utilizaron marcadores morfológicos y pudieron determinar el origen híbrido de *Solanum rechei* Hawkes & Hjerting, una especie de papa silvestre que habita la Sierra de Famatina (provincia de La Rioja, Argentina).

Okada y Clausen (1982), mediante marcadores morfológicos informaron que la hibridación entre *Solanum acaule* y *S. megistacrolobum* Bitter es frecuente en la meseta alta del noroeste argentino (Jujuy) y nombraron al híbrido natural *S. x indunii* Okada & Clausen. Los mismos autores, en 1985 determinaron a través de marcadores morfológicos que *S. acaule* y *S. infundibuliforme* Philippi pueden hibridarse

naturalmente y le dieron el nombre de *Solanum x viirsooi* Okada & Clausen. Ambas designaciones fueron adoptadas por Hawkes (1990).

Juned *et al.* (1988) estudiaron la variación morfológica e isozimática en 22 entradas de *Solanum chacoense* provenientes de Paraguay y Argentina; Spooner *et al.* (1992) utilizaron marcadores morfológicos para estudiar los límites de especies y la hipótesis de hibridación de *Solanum berthaultii* Hawkes y *S. tarijense* Hawkes.

Giannattasio y Spooner (1994) utilizaron datos morfológicos para reexaminar los límites de las especies entre *Solanum megistacrolobum* y *S. toralapanum* Cárdenas & Hawkes.

Ispizúa *et al.* (2007) utilizaron marcadores morfológicos para estudiar patrones de variación en poblaciones naturales de papas silvestres que crecen a lo largo de la Quebrada de Inca Cueva, ubicada en la provincia de Jujuy, Argentina. Estos autores encontraron que la variabilidad es el resultado de una mezcla compleja compuesta por genotipos parentales y distintas generaciones de híbridos como producto del flujo génico.

Prieto *et al.* (2016), trabajaron con entradas de *Solanum commersonii* provenientes de diferentes sitios y ambientes del distrito pampeano austral, y mediante caracteres morfológicos detectaron que la variabilidad intraespecífica en las poblaciones estudiadas no estaba asociada a los diferentes ambientes donde crecía la especie.

## **5.2. Caracterización bioquímica y molecular de especies silvestres de papa**

Las técnicas moleculares son herramientas que complementan los estudios fenotípicos mediante el uso de marcadores moleculares (Franco e Hidalgo, 2003; Hernández Villarreal, 2013). Estos marcadores presentan muchas ventajas en comparación con los marcadores de tipo morfológico, especialmente por su alto número y su escasa dependencia a los efectos del medio ambiente. Además, permiten revelar las diferencias que existen entre los genomas como producto del proceso evolutivo (Anthony *et al.*, 1997; Weising *et al.*, 2005).

Desde finales del siglo XX, las isoenzimas han sido una herramienta poderosa para el estudio de la variabilidad genética en especies de *Solanum* (Huaman *et al.*, 2000a). Los perfiles de proteína soluble del tubérculo, las esterasas y peroxidases, han sido incluidos en estudios de relaciones genéticas entre variedades cultivadas, las especies

silvestres y sus híbridos (Giovannini *et al.*, 1993; Kormutak *et al.*, 1999, Barta *et al.*, 2003). También se utilizaron para la caracterización, identificación y verificación de variedades utilizando diferentes sistemas, proteínas totales y esterasas (Cisneros y Quirós, 1995; Cook, 1999; Arzate-Fernández *et al.*, 2005), en la certificación de variedades de papa, en el control de la pureza varietal (Burton, 1989) y en el estudio de colecciones nucleares de la especie *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* (Huamán *et al.*, 2000).

En Cuba, se ha estudiado la composición de isoenzimas peroxidasa y esterasas para estimar la variabilidad genética en poblaciones híbridas de papa (Castillo, 2000).

También se han utilizado sondas de ADN genómico de papa, hibridadas con ADN total digerido con diferentes enzimas de restricción para reexaminar límites entre especies silvestres de papa y confirmar hipótesis de hibridación (Giannattasio y Spooner, 1994b).

A partir del desarrollo de las técnicas modernas de biología molecular, surgieron diferentes métodos de detección de polimorfismos genéticos a nivel del ADN. Con estos, los marcadores bioquímicos basados en proteínas cayeron en desuso ya que los marcadores moleculares basados en ácidos nucleicos no están influenciados por el ambiente, lo que hace que sean más informativos debido a su variabilidad, estabilidad química y alta sensibilidad de las técnicas que los analizan (Wyman y White, 1980).

Los marcadores basados en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) son los que se aplican comúnmente porque generalmente son rápidos, requieren pequeñas cantidades de ADN y son útiles cuando se manipula un número elevado de muestras (Mullis *et al.*, 1986; McGregor *et al.*, 2000; Weising *et al.*, 2005). Estas técnicas se basan en las frecuencias de marcadores neutros como aquellos generados por RAPDs (Welsh y McClelland, 1990; Williams *et al.*, 1990), AFLPs (Vos *et al.*, 1995), repeticiones de secuencias simples o microsatélites (SSRs) (Cregan, 1992; Morgante y Olivieri, 1993).

En el cultivo de la papa, los marcadores de ADN basados en la PCR han apoyado los trabajos de mejoramiento genético (Del Río y Bamberg, 2000, Vega *et al.*, 2003; Bamberg y del Río, 2004) y se los ha empleado en estudios de diversidad genética (Ghislain *et al.*, 2009; Sun *et al.*, 2003; Atencio *et al.*, 2011; Cadima *et al.*, 2013), en la identificación y caracterización de especies y variedades (Coombs *et al.*, 2004; Hosaka, 2004; Del Río *et al.*, 2006; Sukhotu *et al.*, 2006; Atencio *et al.*, 2013), en el establecimiento de relaciones genéticas entre las diferentes especies (Stedje y Bukenya-Ziraba, 2003; Del Río y Bamberg, 2004), en el mapeo genético del cultivo y



de la resistencia al tizón tardío, *Phytophthora infestans* (Zhang *et al.*, 2003; Lund *et al.*, 2004; Lara *et al.*, 2006; Valverde, 2007), y en la caracterización molecular de la resistencia a virus (Gillen y Novy, 2007).

Blanco y Valverde (2005), realizaron un análisis en el que combinaron la técnica de BSA (método de segregantes agrupados) con el uso de AFLPs para identificar marcadores moleculares relacionados con los genes de resistencia al virus PVX de la papa en *Solanum commersonii*. Los AFLPs han sido utilizados en los estudios de diversidad genética del germoplasma de especies silvestres (McGregor *et al.*, 2002; Veteläinen *et al.*, 2005; Marfil y Massuelli 2013) y de herencia en progenies híbridas de papa (Van Eck *et al.*, 1995), en la identificación de muestras duplicadas en diferentes bancos de germoplasma (Del Río *et al.*, 2006), en estudios de revisión taxonómica a nivel de especies (Van den Berg *et al.*, 2002), en mapeo de la resistencia a virus y enfermedades (Meyer *et al.*, 2004; Song *et al.*, 2005), en estudios taxonómicos en especies silvestres (Lara-Cabrera y Spooner, 2005; Jiménez *et al.*, 2006), en estudios de resistencia a estrés (Hmida-Sayari *et al.*, 2005), entre otros.

En la década del 80, diferentes investigaciones demostraron que en los genomas eucariontes se encuentra un gran número de secuencias repetidas, algunas muy complejas denominadas minisatélites y otras más sencillas llamadas microsatélites (Simple Sequence Repeats, SSR) (Hamada *et al.*, 1982; Tautz y Renz, 1984; Litt y Luty, 1989). Los microsatélites, están constituidas por 1 a 6 pares de bases o nucleótidos que se repiten en “tándem” un número elevado de veces. Cada secuencia SSR se define por el tipo de unidad repetida (lo más frecuente mono, di, tri o tetra, aunque también penta o hexa nucleótidos) y por el sitio que ocupan en el genoma (locus) (Weising *et al.*, 2005).

Teniendo en cuenta la expresión codominante y el multialelismo, los marcadores de tipo microsatélites son los que poseen el contenido más alto de información de polimorfismo o PIC (polymorphism information content) (Schlötterer, 2000), por lo que son marcadores muy informativos y pueden ser usados en estudios de genética de poblaciones, desde nivel individual (por ejemplo en la identificación de clones y variedades andinas) hasta especies estrechamente relacionadas (Provan *et al.*, 1996; Powell *et al.*, 1996; Milbourne *et al.*, 1998; Spooner *et al.*, 2005; Ispizúa *et al.*, 2007).

Las secuencias nucleotídicas únicas localizadas en los extremos de cada microsatélite si son clonadas y secuenciadas, pueden ser usadas para diseñar cebadores o “primers” (20-25 pares de bases) que son complementarios y específicos de aquellas secuencias. Durante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), y una

vez pegados los cebadores a las secuencias complementarias, se obtiene un gran número de copias del microsatélite de interés (Spooner *et al.*, 2005).

Los microsatélites tienen como ventajas la codominancia de los alelos, es decir, que se pueden identificar tanto los genotipos heterocigotos como los homocigotos; no se requieren elevadas cantidades de ADN molde (10-100 nanogramos por reacción), ni una calidad superior del mismo; manifiestan una alta reproducibilidad entre laboratorios; el ensayo es relativamente rápido y en algunos casos pueden disminuirse los costos corriendo múltiples SSRs en las reacciones de PCR o en las corridas electroforéticas si el tamaño de los alelos de los diferentes loci no se superponen (Ghislain *et al.*, 2004).

En papa, existen varios estudios que han utilizado microsatélites. Kawchuk *et al.* (1996) determinaron la abundancia, distribución y composición de microsatélites en *S. tuberosum* y encontraron 40 SSRs de secuencia única cada 8,1 Kb, en promedio. Concluyeron que los microsatélites constituían un muy buen medio de identificación de cultivares de papa. Provan *et al.* (1996) utilizaron 4 iniciadores heterólogos diseñados para tomate y diseñaron 24 nuevos iniciadores a partir de secuencias halladas en bases de datos, logrando distinguir 18 cultivares de papa, subrayando la posibilidad de utilizar la amplificación heteróloga como una fuente adicional de iniciadores. Milbourne *et al.* (1997) compararon la capacidad de los tres sistemas de marcadores más utilizados (AFLPs, RAPDs y SSRs) para examinar el acervo genético de la papa cultivada europea y determinar relaciones genéticas. Ashkenazi *et al.* (2001) construyeron una biblioteca genómica enriquecida a partir de la cual identificaron 18 pares de iniciadores, al mismo tiempo que utilizaron la búsqueda en bases de datos para identificar 12 SSRs adicionales, confirmando una vez más el uso de SSRs para identificar cultivares de papa.

Perez Díaz (2004), utilizó marcadores moleculares del tipo SSR para evaluar la diversidad genética de papas nativas (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*), silvestres y cultivadas del sur de Chile.

Bedonni y Camadro (2009), utilizaron marcadores morfológicos y moleculares del tipo SSR para investigar si las entradas de *Solanum kurtzianum* pertenecían a un taxón con gran plasticidad morfológica o eran poblaciones híbridas y (o) segregantes con especies simpátricas (*S. chacoense*, *S. spegazzinii* Bitter y *S. maglia*) Para esto, caracterizaron entradas de las cuatro especies disponibles en el Banco BAL provenientes del noroeste y oeste de Argentina. Los autores encontraron que las entradas de *S. kurtzianum* utilizadas en este estudio fueron morfológicamente muy

variables y solo pudieron ser débilmente separadas (usando técnicas morfológicas y moleculares) del resto de las entradas simpátricas asignadas a otros taxones. Con esto concluyeron que podría estar ocurriendo hibridación interespecífica e introgresión en áreas de simpatría.

Ispizúa *et al.* (2007) y Atencio (2011) utilizaron los microsatélites para caracterizar la colección de *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* de las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca, conservadas *ex situ* en el Banco BAL.

Atencio *et al.* (2011, 2013) utilizaron marcadores del tipo microsatélites para caracterizar plantas de *Solanum microdontum* provenientes de su área de distribución en Argentina.

Giambiasi Rodriguez (2012) llevó a cabo el análisis genético de la introgresión de germoplasma de *S. commersonii* en papa utilizando marcadores moleculares del tipo SSR y logró confirmar la introgresión de germoplasma de cmm en los programas de mejoramiento.

### **5.2.1. Electroforesis capilar**

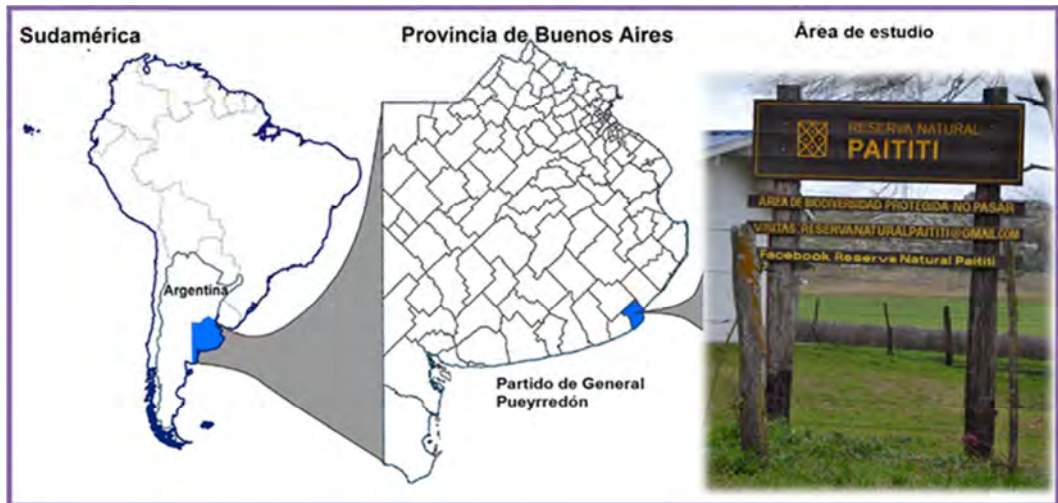
Inicialmente las metodologías para la detección y separación de los fragmentos de ADN, en particular los marcadores microsatélites, se basaron en el uso de geles de agarosa. Sin embargo, algunos análisis genéticos requerían mayor resolución en la separación de los fragmentos y mayor exactitud en determinar el tamaño de los alelos, por lo que comenzaron a utilizarse técnicas más sofisticadas y semiautomatizadas como la electroforesis en geles de poliacrilamida. Sumado a esto, el uso de colorantes fluorescentes basados en la detección con láser mejoraron la resolución y la exactitud de la electroforesis. Posteriormente se introdujo la tecnología de electroforesis capilar en la genotipificación de los microsatélites, la que permite estimar tamaños de alelos de forma consistente y exacta con un mínimo de intervención manual, lo que reduce el error en la estimación del peso molecular de alelos y mejora la reproducibilidad, incluyendo una automatización total del proceso de electroforesis (secuenciadores automáticos) sin necesidad de manipular el gel o descargar las muestras sobre éste (Lakshminarayana *et al.*, 2007). Por esto, la electroforesis capilar es uno de los métodos más rápidos y adecuados para el genotipado de SSRs (Ziegle *et al.*, 1992; Mansfield *et al.*, 1994).

## MATERIALES Y MÉTODOS

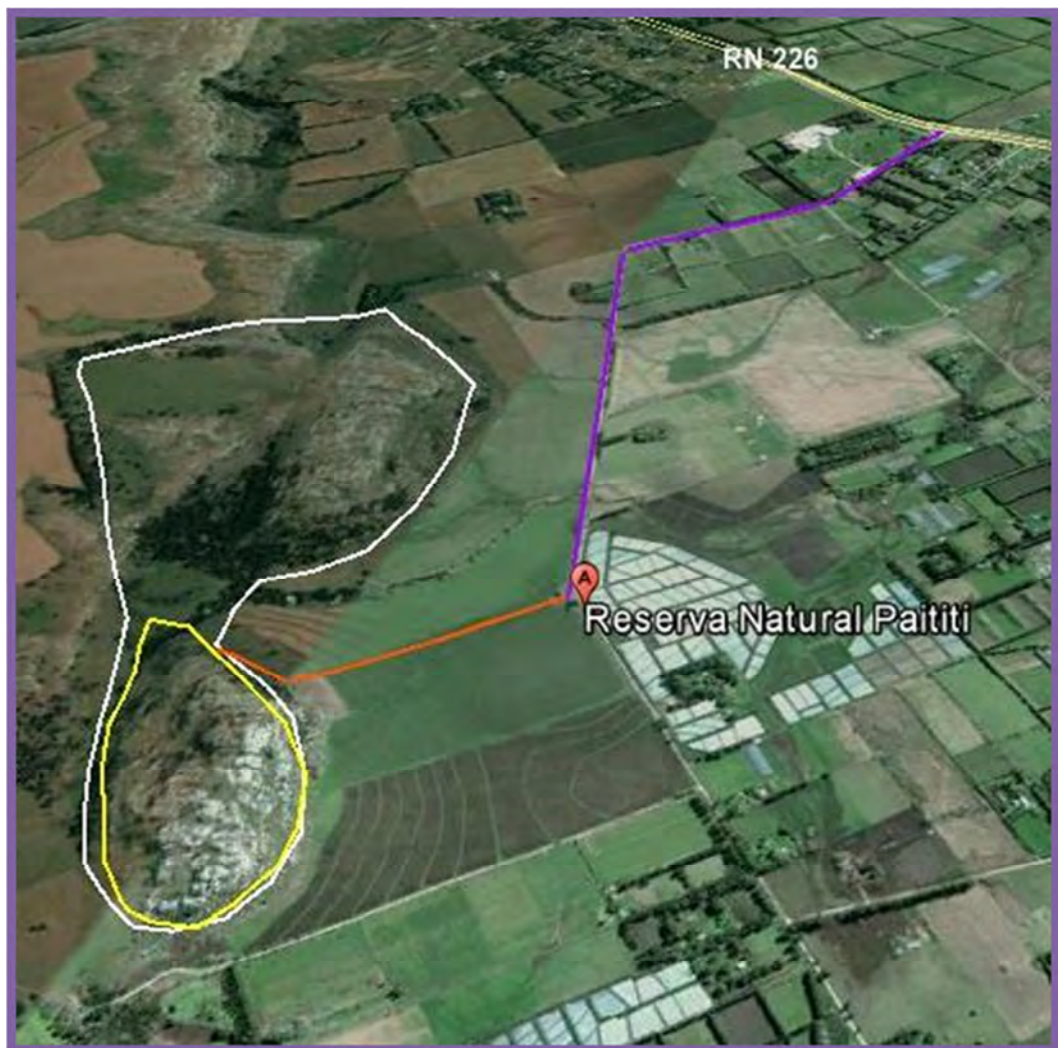
### 1. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la estancia “Paititi” (Fig. 1, A), un establecimiento agropecuario que se ubica en el extremo sudeste de la Sierra La Peregrina (partido de General Pueyrredón, provincia de Buenos Aires, Argentina) (37° 54' S - 57° 49' O). La estancia está considerada como un área valiosa de pastizal (Bilencia y Miñarro, 2004) y como área de interés conservacionista o ecoturístico que merece protección (Chebez, 2005). En un sector de la misma se ha establecido la Reserva Natural “Paititi” que abarca un área de la sierra de aproximadamente 220 has (Fig. 1, B).

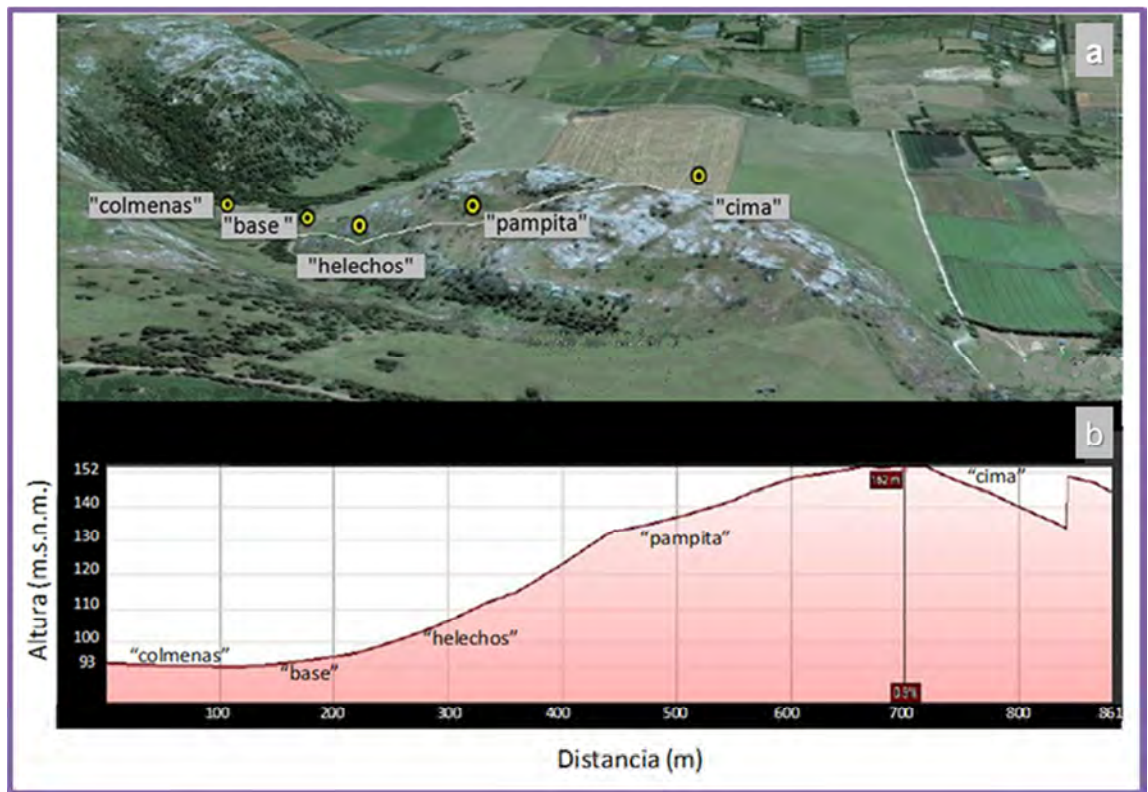
En enero del año 2014, se produjo un incendio que afectó la Reserva. A este hecho le siguió un período de abundantes precipitaciones en el cual, sólo en el mes de marzo, se registraron 210 mm. El disturbio provocado por el fuego, seguido de las precipitaciones, dio lugar a una sucesión secundaria en diferentes sitios, lo que permitió el establecimiento de una gran cantidad de especies vegetales (Begon *et al.*, 2006). En el mes de abril del mismo año, en un sector de la Reserva Natural denominado “Sierra chica”, se observó un número importante de plantas de *Solanum commersonii* Dunal junto a una alta riqueza de flora acompañante. En ese lugar se establecieron cinco sitios ubicados a diferentes alturas que se denominaron “colmenas”, “base”, “helechos”, “pampita” y “cima”. Cada sitio fue georeferenciado utilizando un sistema de posicionamiento satelital (GPS) y digitalizado sobre una imagen de Google Earth (Fig. 1, C y D). Esto permitió determinar la altura, el área de cada sitio y la distancia desde “colmenas” (sitio de referencia), hasta cada uno de los restantes (Tabla 1).



**Figura 1. A.** Ubicación de la Reserva Natural “Paititi” en la provincia de Buenos Aires, Argentina, Sudamérica.



**Figura 1. B.** Localización de la Reserva Natural “Paititi”. Color blanco (límites aproximados); línea violeta, camino que se puede hacer en vehículo (aprox. 3,5 km) desde la Ruta Nacional 226; línea naranja, camino que se hace caminando (aprox. 1,5 km) para llegar a la base de “Sierra Chica” (delimitada en color amarillo).



**Figura 1. C. a)** Sitios de estudio (“colmenas”, “base”, “helechos”, “pampita” y “cima”) digitalizados sobre una imagen de Google Earth. **b)** Perfil altitudinal del terreno. Imagen realizada por Hernán Angelini (Laboratorio de Geomática, INTA Balcarce).

**Tabla 1.** Coordenadas, altura (m.s.n.m.), área ocupada (m<sup>2</sup>) y distancia entre los sitios de estudio (m) tomando como referencia al sitio “colmenas”.

Sitios de estudio	Coordenadas	Altura (m.s.n.m.)	Área (m <sup>2</sup> )	Distancia (m)
“colmenas”	37° 55' 24,5''S    57° 49' 22,2''O	94	3783	0
“base”	37° 55' 27,7''S    57° 49' 18,9''O	88	1016	177,7
“helechos”	37° 55' 34,4''S    57° 49' 17,9''O	111	1159	361,3
“pampita”	37° 55' 40,1''S    57° 49' 11,4''O	133	3811	533,57
“cima”	37° 55' 41,7''S    57° 49' 0,49''O	160	5813	806

## **2. Caracterización del suelo**

En junio de 2014, en cada uno de los sitios se determinó la pendiente utilizando un clinómetro y con una varilla de acero de 20 mm de diámetro por 1,5 m de longitud se estableció la profundidad del suelo hasta detectar tosca o roca. En julio de 2015, mediante la asistencia de Daniel Ligier (Grupo de estudio de agroecosistemas y paisajes rurales, INTA Balcarce), se determinó el tipo de suelo y la profundidad del horizonte A mediante excavaciones. El análisis de suelo se realizó en agosto de 2015. En cada sitio se tomaron al menos 15 submuestras de suelo a 10 cm de profundidad con las que se conformaron muestras compuestas que fueron enviadas al laboratorio de la EEA INTA Balcarce para determinar el pH (suelo H<sub>2</sub>O 1: 2,5), el contenido de materia orgánica, fósforo (método Bray 1), carbono y nitrógeno.

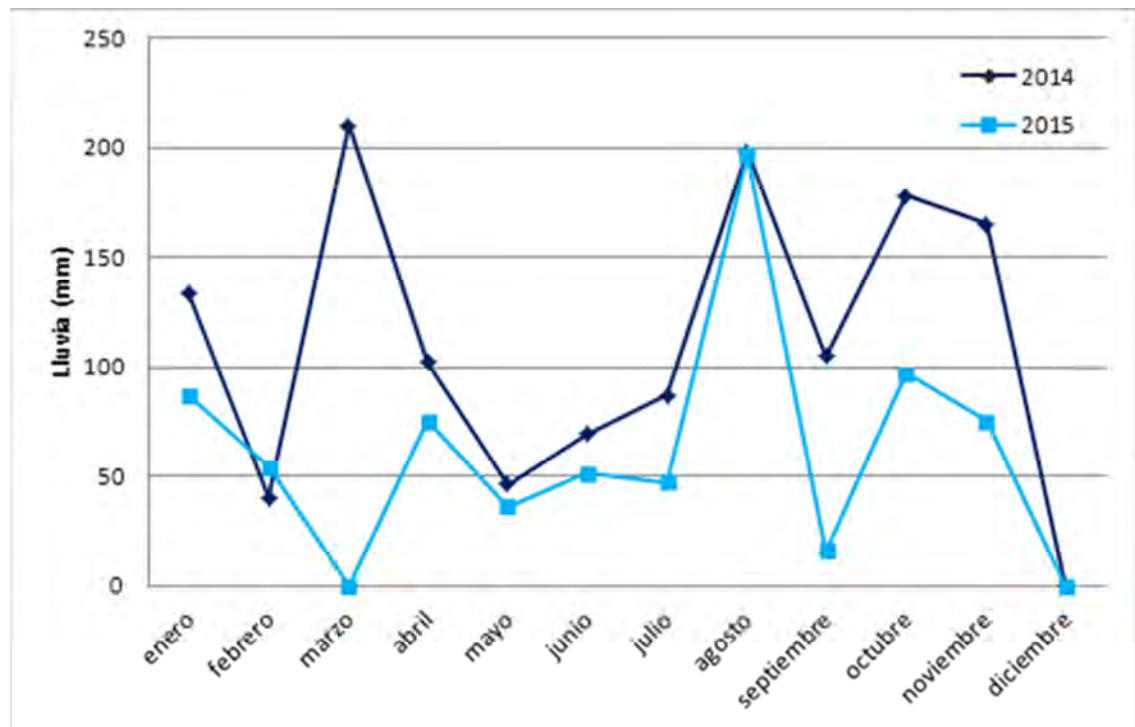
Además, en marzo de 2016, se determinó el contenido de agua en el suelo (As %) mediante el método gravimétrico. Se tomaron en cada sitio 15 muestras de 10 cm de profundidad por 2,5 cm de diámetro que fueron acondicionadas y llevadas al laboratorio. Las muestras se pesaron húmedas, luego se secaron en estufa a 105°C durante 48 hs., y se volvieron a pesar. El contenido de humedad (As %) en el momento de muestreo fue determinado como:

$$\text{As (\%)} = ((m_1 - m_2) / (m_2 - m_3)) \times 100$$

Dónde,  $m_1$  = masa de la tara y de la muestra húmeda (g),  $m_2$  = masa de la tara y de la muestra seca (g) y  $m_3$  = masa de la tara (g).

## **3. Registro de precipitaciones**

Se tuvieron en cuenta los datos pluviométricos mensuales registrados y cedidos por el dueño de la Reserva Natural "Paititi" (Esteban Zugasti) durante los dos años de estudio (Fig. 2).



**Figura 2.** Precipitaciones mensuales acumuladas de los años 2014 y 2015 para Sierra de Los Padres.

#### **4. Relevamiento de la flora acompañante**

Los relevamientos florísticos en los cinco sitios de estudio (“colmenas”, “base”, “helechos”, “pampita” y “cima”) se realizaron mediante visitas periódicas a partir del mes de abril del año 2014, hasta diciembre de 2016. Se recorrieron los sitios cada 2-3 semanas desde la primavera hasta el otoño, y cada 4 semanas en invierno cubriendo de esta manera los períodos de floración y fructificación de las diferentes especies. En cada visita se relevaron todas las especies que se encontraban creciendo junto a *cmm* es decir, las especies acompañantes de *Solanum commersonii*. Se confeccionó material de herbario para su incorporación al herbario de la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce (Herbario BAL). Las especies se identificaron en el Laboratorio de Botánica Agrícola (Facultad de Ciencias Agrarias Balcarce, Universidad Nacional de Mar del Plata) mediante la observación bajo lupa y el uso de bibliografía específica (Cabrera, 1963, 1965 a y b, 1967, 1968 y 1970). La nomenclatura botánica se actualizó a través de la consulta de la Flora Argentina, plantas vasculares de la República Argentina. Las especies se clasificaron según su origen en: nativas, exóticas, endémicas y cosmopolitas; según su hábito de crecimiento en: hierbas,



enredaderas, lianas, subarbustos, arbustos y árboles; según su ciclo de vida en: anuales, bianuales y perennes. Se consideraron como especies nativas endémicas aquellas que se distribuyen en Argentina. Además se determinó la familia a la que pertenecen y el o los sitio/s donde fueron identificadas.

### 5. Índice de similitud

Para estimar la semejanza de las comunidades vegetales entre los cinco sitios de estudio, se utilizó el coeficiente de similitud de Sorensen o índice de Sorensen ( $IS_s$ ) el cual permite comparar dos comunidades mediante la presencia y ausencia de las especies en cada una de ellas (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Matemáticamente se expresa como:

$$IS_s = [2C/(A+B)] \times 100$$

Donde,  $IS_s$  = Índice de semejanza de Sorensen,  $C$  = Número de especies comunes en ambas comunidades,  $A$  = Número total de especies presentes en la comunidad  $A$ , y  $B$  = Número total de especies presentes en la comunidad  $B$ .

### 6. Caracterización morfológica de *Solanum commersonii*

En cada uno de los sitios de estudio se seleccionaron al azar 30 plantas de *Solanum commersonii*. Para la elección de las mismas se respetó una distancia mínima entre plantas de 1,5 m, la cual fue determinada teniendo en cuenta la longitud promedio que pueden alcanzar los “estolones” de cmm (70 cm), evitando de esta forma muestrear dos plantas idénticas (clones). Sobre cada una de ellas se registraron *in situ* 44 caracteres morfológicos de los órganos vegetativos (20) y reproductivos (24) (Tabla 2).

El conjunto de caracteres comprendió 11 cualitativos y 33 cuantitativos. Los caracteres considerados corresponden a los descriptores de papa de Hawkes y Hjerting (1969) y Huamán (1977). Los caracteres vegetativos se midieron sobre la cuarta hoja verdadera desde la base de la planta, mientras que los reproductivos se midieron sobre la primera inflorescencia. Una vez registrados todos los caracteres, las plantas se secaron en estufa (60°C durante cuatro días) y se registró su peso seco.

**Tabla 2.** Caracteres vegetativos y reproductivos registrados en las 150 plantas analizadas.

CARACTERES VEGETATIVOS	CARACTERES REPRODUCTIVOS
1-Altura de la planta 2-Largo de la hoja 3-Ancho de la hoja 4-Ancho del primer par de folíolos primarios 5-Largo del folíolo terminal 6-Ancho del folíolo terminal 7-Longitud del peciolulo del folíolo terminal 8-Largo del primer folíolo lateral 9-Ancho del primer folíolo lateral 10-Largo del segundo folíolo lateral 11-Ancho del segundo folíolo lateral 12-Número de pares de folíolos laterales 13-Número de pares de folíolos intermedios 14-Número de pares de folíolos secundarios 15-Número de hojas 16-Peso seco de la parte aérea	21-Longitud del pedúnculo 22-Longitud del raquis de la inflorescencia 23-Número de raquis de la inflorescencia 24-Número de flores/inflorescencia 25-Longitud del pedicelo 26-Longitud desde la inserción del cáliz a la articulación del pedicelo 27-Longitud del cáliz 28-Longitud del acumen del cáliz 29-Longitud del lóbulo del cáliz 30-Longitud desde la base hasta el ápice del lóbulo del cáliz 31-Radio de la corola 32-Longitud del centro de la corola a la unión del lóbulo 33-Ancho del lóbulo de la corola 34-Longitud desde la base hasta el ápice del lóbulo de la corola 35-Longitud de la antera 36-Longitud del estilo 37-Exserción del estilo
17-Hábito de crecimiento 18-Color del tallo 19-Pilosidad del tallo 20-Forma de la base del foliolo terminal	38-Color del tejido interpétalo adaxial 39-Color del tejido interpétalo abaxial 40-Color de los rayos adaxial 41-Color de los rayos abaxial 42-Color del acumen adaxial del cáliz 43-Color del acumen abaxial del cáliz 44-Forma del estilo

En color blanco se indican los caracteres cuantitativos (33) y en color lila los caracteres cualitativos (11).

## 6.1. Análisis de los datos

### 6.1.1. Análisis univariado

En cada sitio y para cada una de las variables morfológicas cuantitativas se calcularon los valores promedio de las 30 plantas analizadas por sitio, se efectuó un análisis de la varianza (ANOVA) y las diferencias de medias se analizaron mediante el test LSD de Fisher ( $p < 0,05$ ). Para los caracteres cualitativos se determinó la moda.

### 6.1.2. Análisis multivariado

Para identificar los caracteres más discriminatorios entre las plantas provenientes de cada sitio se utilizó una técnica de análisis multivariado empleando un análisis de componentes principales (ACP). Para este análisis, se calculó una matriz de correlación, se obtuvieron los autovalores y se efectuó la proyección de los dos

primeros componentes. Para decidir sobre la bondad de los resultados obtenidos por la aplicación de la técnica utilizada en este estudio, se calculó el coeficiente de correlación cofenético (Sokal y Rohlf, 1962). Se calculó un árbol de mínima distancia y se superpuso sobre el análisis mencionado anteriormente. Para el tratamiento en forma conjunta de los caracteres morfológicos cualitativos y cuantitativos se empleó el Análisis de Coordenadas Principales (ACoordP) utilizando el coeficiente general de Gower (1971), quien propuso un coeficiente de similitud de forma general para tipos mixtos de variables (binarias, multiestados y cuantitativas). El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el programa InfoStat (2010).

## **7. Caracterización molecular de *Solanum commersonii***

### **7.1. Extracción de ADN total**

La extracción de ADN se realizó sobre 10 de las 30 plantas por sitio utilizadas en la caracterización morfológica. De cada planta se extrajeron dos hojas jóvenes que se colocaron dentro de un sobre de papel rotulado y fueron transportadas en frío hasta la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce donde fueron almacenadas en el freezer a -20°C.

Para la extracción y purificación de ADN total se utilizó un método comercial (*kit*) que emplea columnas de “silica gel” (PureLink™ Plant Total DNA Purification. Invitrogen) y se siguió el protocolo que indica el *kit*. El ADN total extraído fue detectado por electroforesis en geles de agarosa al 0,8 % con buffer 1X TBE. Durante la preparación del gel se adicionó GelRed (Genebiotech) como colorante fluoróforo para evidenciar la presencia de las bandas de ADN. Se empleó como marcador de peso molecular una escalera de 100 pb que se utilizó como referencia para estimar el peso molecular del ADN extraído. Finalizada la electroforesis, luego de 30 minutos a 60 Volts, se observó el gel en digitalizador de imágenes (Quant 400, General Electric), y se capturó la imagen digitalmente con el *software* IQuant Capture.

### **7.2. Amplificación del ADN extraído**

En la amplificación del ADN extraído se utilizaron seis pares de cebadores del tipo microsatélites (SSRs) (Sti001, Sti004, Sti012, Sti030, Stg0001 y Stg0016) que pertenecen a un set de 24 microsatélites universales empleados en la genotipificación de *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum* (Ghislain *et al.*, 2009). Estos microsatélites

fueron elegidos por Ghislain *et al.* (2009) como los más informativos para el genotipado de cultivares de papa (Tabla 3).

Las reacciones de amplificación se realizaron en placas de 96 pocillos en un volumen final de 20 ul. Cada reacción contenía 50 ng de ADN templado, 0.25 Unidades de *Taq* DNA Polimerasa (Platinum<sup>®</sup> *Taq* DNA Polimerase, Invitrogen), 2.5 mM de MgCl<sub>2</sub>, 1X Buffer Polimerasa, 0.2 mM de mezcla de dNTPs, 0.2 uM de cada uno de los cebadores. La amplificación se llevó a cabo en un termociclador Applied Biosystems (Veriti 96 well Thermal Cycler).

Los productos de amplificación fueron detectados por electroforesis en geles de agarosa al 1 % con buffer 1X TBE. Durante la preparación del gel se adicionó GelRed (Genebiotech) como colorante fluoróforo y se revelaron con luz ultravioleta. Para estimar y confirmar el tamaño del amplicón se lo comparó con un marcador de peso molecular de 100 pb que se utilizó como referencia de acuerdo al peso molecular esperado para cada SSR.

**Tabla 3.** Características de los microsatélites usados en el análisis de las plantas de *Solanum commersonii* descritos por Ghislain *et al.* (2009).

SSR	Motivo repetido	Secuencia del primer	Tam. (pb)	Posición en el cromosoma	Tipo de fluoróforo
Sti 0004	(AAG) <sub>n</sub>	F GCTGCTAAACACTCAAGCAGAA R CAACTACAAGATTCCATCCACAG	83-126	VI	FAM
Sti 0030	(ATT) <sub>n</sub>	F TTGACCCTCCAACACTATAGATTCTTC R TGACAACCTTTAAAGCATATGTCAGC	94-137	XII	HEX
Stg 0001	(CT) <sub>n</sub>	F AGCCAACATTTGTACCCCT R ACCCCCACTTGCCATATTTT	137-163	XI	FAM
Stg 0016	(AGA) <sub>n</sub>	F AGCTGCTCAGCATCAAGAGA R ACCACCTCAGGCACTTCATC	137-174	I	HEX
Sti 0001	(AAT) <sub>n</sub>	F CAGCAAAATCAGAACCCGAT R GGATCATCAAATTCACCGCT	194-215	IV	FAM
Sti 0012	(ATT) <sub>n</sub>	F GAAGCGACTTCCAAAATCAGA R AAAGGGAGGAATAGAAACCAAAA	165-234	IV	HEX

### **7.3. Electroforesis capilar**

El procedimiento se basa en la separación de los microsatélites marcados con fluoróforos por electroforesis capilar, y requiere que uno de los iniciadores de PCR usado para la amplificación del SSR esté marcado con un colorante fluorescente (Ziegle *et al.*, 1992; Mansfield *et al.*, 1994). En este trabajo, un miembro del par de microsatélites fue conjugado con 6-carboxi-2',4,4',5',7,7'- hexaclorofluoresceína (HEX) o 6-Carboxifluoresceína (FAM), que son fluoróforos derivados de la fluoresceína con emisiones máximas de 555 nm y 520 nm respectivamente. Una vez conjugados a los extremos de los primers y luego de la amplificación por PCR, los amplicones marcados con fluoróforos fueron resueltos y detectados por electroforesis capilar en un Secuenciador Automático MegaBase 1000 (Amersham Scientific Capillary DNA Sequencer/Genotyper). Luego de la separación de los fragmentos de ADN marcados, los electroferogramas resultantes de la electroforesis capilar, en el cual se observaron cada uno de los alelos tipificados de la muestra, así como el marcador interno de peso molecular marcado con el fluoróforo GS 500 (- 250) ROX, fueron analizados y visualizados con el *software* Peak Scanner™ (Versión 1.0).

### **7.4. Análisis de los datos**

#### **7.4.1. Análisis de la varianza molecular (AMOVA)**

El análisis de la varianza molecular (AMOVA) (Excoffier *et al.*, 1992) se utiliza para estudiar la variación a nivel molecular entre individuos, valorando la estructura genética, y basándose principalmente en un modelo jerárquico o anidado (de Vicente y Fulton, 2004). En el presente estudio, el AMOVA de los caracteres moleculares se realizó usando el programa Arlequin ver. 3.5.2.2 (Schneider *et al.*, 2000). Con el mismo *software* se calculó el coeficiente de diferenciación genética ( $F_{st}$ ) entre poblaciones o sitios de estudio. Los valores del coeficiente oscilan entre 0 (no existe diferenciación genética entre poblaciones o sitios) y 1 (existe diferenciación genética entre poblaciones o sitios). Cuando su valor se encuentra entre 0 y 0.05 la diferenciación genética es pequeña; de 0.05 a 0.15 es moderada; de 0.15 a 0.25 es alta y valores mayores a 0.25 significan que la diferenciación genética es muy alta (Wright, 1978).

#### **7.4.2. Análisis multivariado**

El análisis de los datos moleculares se realizó mediante el empleo de métodos multivariados, aplicando el Análisis de Coordenadas Principales (ACoordP). El índice de similitud seleccionado en dicho análisis fue *simple matching* o “emparejamiento simple”. El análisis se llevó a cabo mediante el *software* InfoStat (2010).

#### **7.4.3. Evaluación de los caracteres moleculares**

Los perfiles moleculares producto de la amplificación de microsatélites fueron transformados a matrices binarias (1 presencia y 0 ausencia), con las que se generó la matriz de distancias. Se realizó el cálculo de los índices de diversidad, como el índice de contenido polimórfico (PIC) y las diferencias de alelos. El Índice de Contenido Polimórfico (PIC, Polymorphism Index Content) evalúa cuán informativo en términos de polimorfismo es un marcador en la población de acuerdo a las frecuencias de los alelos y sus valores oscilan entre 0 y 1. Este índice se calculó para tener una estimación del poder discriminatorio logrado por cada uno de los microsatélites utilizados. El valor del PIC proporcionó información sobre el polimorfismo detectado por los SSRs. Cuando su valor es igual a cero indica que el mismo patrón de bandas está presente en todos los individuos estudiados, a medida que este valor se acerca a la unidad, mayor es el número de patrones con frecuencias distintas. Como índice de contenido polimórfico se utilizó el índice de diversidad de Nei (1973), y su cálculo se basó en la frecuencia de los patrones alélicos:

$$PIC = 1 - \sum_{i=1}^n (P_i)^2$$

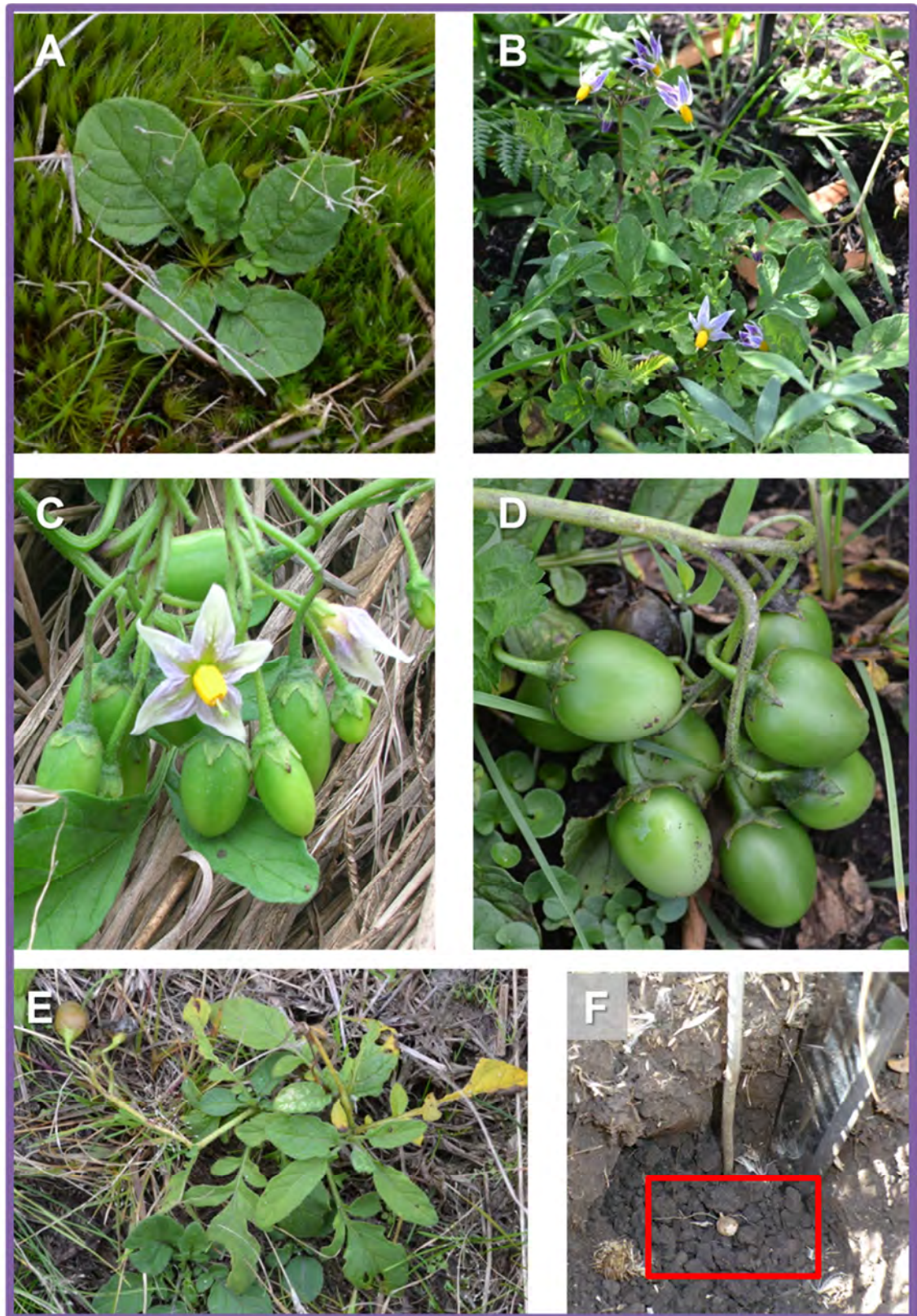
$P_i$  = frecuencia de i-ésimo patrón alélico;  
 $n$  = número de patrones alélicos observados

### **8. Análisis conjunto de los caracteres morfológicos y moleculares**

Para analizar en forma conjunta los caracteres morfológicos (cuali y cuantitativos) y los moleculares se utilizó el Análisis de Coordenadas Principales (ACoordP) empleando el índice de Gower (1971). El análisis se llevó a cabo mediante el *software* InfoStat (2010).

### **9. Estudio fenológico de *Solanum commersonii***

En cada sitio de estudio se establecieron 3 parcelas fijas de 4 m<sup>2</sup> en las que se marcaron al azar 10 plantas y se realizó su seguimiento durante dos años consecutivos (desde el otoño de 2014 hasta el otoño de 2016). Las visitas se realizaron cada 45 días. En cada una de ellas se registraron los siguientes estadios: etapa vegetativa; inicio de la floración; floración y fructificación; fructificación; senescencia y reposo (Fig. 3). Con estos registros se calculó el porcentaje de plantas en cada uno de los estadios establecidos.



**Figura 3.** Estados fenológicos de *Solanum commersonii* Dunal. **A.** etapa vegetativa; **B.** inicio de la floración; **C.** floración y fructificación; **D.** fructificación; **E.** senescencia; **F.** reposo (dentro del rectángulo rojo, el tubérculo).



## **10. Patrón espacial de las plantas de *Solanum commersonii***

Cada sitio de estudio fue dividido en 30 celdas. Se seleccionaron 30 celdas por cuestiones operativas, particularmente porque el relevamiento de los cinco sitios se tenía que terminar en el día. El tamaño de las celdas es el resultado del cociente entre la superficie del sitio de estudio (Tabla 1) y el número de celdas (30), siendo de 126, 34, 33, 131, 171 m<sup>2</sup>, para “colmenas”, “base”, “helechos”, “pampita” y “cima”, respectivamente. Las celdas se determinaron mediante transectas y luego se realizó un relevamiento para determinar el número de plantas establecidas. Cabe aclarar que esta metodología no permite saber si las plantas que estaban próximas corresponden o no a un mismo clon. Además, como el tamaño de las celdas entre sitios fue diferente, no se hizo una comparación entre los mismos. En tal sentido, los resultados indican el arreglo de las plantas de *S. commersonii* en cada sitio de estudio.

Con estos datos, se determinó el patrón espacial (P.E) mediante la siguiente función:

$$P.E = S / X,$$

Dónde, S= varianza; X= media (Matteucci y Colma, 1982).

## **11. Producción de biomasa en los sitios de estudio**

Para determinar la productividad primaria neta aérea de cada uno de los cinco sitios de estudio, se realizaron cortes estacionales. Las cosechas comenzaron aproximadamente cinco meses después del incendio acontecido en el mes de enero de 2014. Se llevaron a cabo cuatro cosechas, tres en el año 2014 (otoño, primavera, verano) y la cuarta en el año 2015 (otoño). Para realizar los cortes se utilizó una tijera de podar dejando un remanente de biomasa en pie de aproximadamente 5 a 7 cm de altura. Las cosechas fueron realizadas en parcelas de 2 x 2 m, seleccionadas al azar y se utilizaron tres parcelas (repeticiones) por sitio de estudio, en total 15 parcelas por fecha de corte (tres repeticiones x cinco sitios). La biomasa cosechada fue colocada en bolsas y se determinó el peso fresco total *in situ* (Btf). Dado que el volumen de las muestras imposibilitaba trasladarlas al laboratorio, de cada una de ellas se tomó una submuestra fresca (Smf) que también se pesó *in situ*. Estas submuestras fueron trasladadas al laboratorio para ser acondicionadas, y finalmente secadas en estufa

hasta peso seco (Sms) constante (60°C). Con estos datos se estimó la biomasa aérea seca total por hectárea (Kg ms/ha):

$$\text{Biomasa seca total (kg MS/ha)} = ((Btf \times Sms) / Smf) \times 10000$$

Los cortes siempre se realizaron en parcelas diferentes seleccionadas al azar, una misma parcela nunca fue cortada dos veces. Se realizó un ANOVA con una significancia del 0,05 % y cuando las diferencias fueron significativas se separaron las medias por el test LSD.

## RESULTADOS

### 1. Caracterización del suelo en cada sitio de estudio

Los suelos de los diferentes sitios de estudio variaron en su tipo, pendiente, profundidad, espesor del horizonte A, contenido de humedad y fertilidad (Tablas 4 y 5). En “colmenas”, “base” y “helechos” los tipos de suelos correspondieron a argiudoles típicos, mientras que en “pampita” y “cima” los suelos resultaron ser hapludoles típicos (Tabla 4).

Los sitios menos profundos y con menor espesor del horizonte A fueron los de “pampita” y “cima”. Sin embargo, en la “cima” el suelo no es uniforme ya que se presentan afloramientos rocosos, por lo que se observaron variaciones en ambos atributos. El que mayor espesor del horizonte A presentó fue el suelo de “colmenas”, donde se registraron 40 cm (Tabla 4).

Con respecto a la pendiente, en la “cima” osciló entre 2 y 4 %, y en la “base” fue de 3,8 % (Tabla 4). El sitio “helechos” es un rellano de la ladera superior, con grandes variaciones en la pendiente, la que osciló entre 9,3 y 46,6 %; además, en él se acumula una alta cantidad de sedimento, lo que hace que se observe la mayor profundidad (90 cm); el suelo de “helechos” fue también el que presentó el mayor contenido de humedad (42,3 %), mientras que el menor (26 %) se observó en el suelo de la “cima” (Tabla 4).

En relación a la fertilidad, los resultados también mostraron variabilidad entre los diferentes sitios de estudio. En el sitio “helechos” se registró el mayor contenido de materia orgánica y carbono (11,1 % y 8,45 %, respectivamente), además allí el contenido de fósforo disponible fue elevado (21,8 ppm). En la “cima” se determinó el mayor contenido de fósforo disponible (26,4 ppm), mientras que el contenido de nitrógeno fue de 9,3 ppm, valor similar al de “colmenas” que resultó ser el sitio con mayor contenido de este nutriente (9,5 ppm). El suelo con menor contenido de fósforo y nitrógeno fue el de “pampita” (6,3 y 5,5 ppm, respectivamente), mientras que la “base” fue el sitio que presentó menor contenido de materia orgánica y carbono (7,5 % y 4,77 %, respectivamente) (Tabla 5).

Con respecto al pH, no hubo grandes variaciones entre sitios y los valores oscilaron entre 5,4 (en “helechos”) y 6,2 (en “colmenas”), correspondiendo todos a suelos ácidos (Tabla 5).

**Tabla 4.** Profundidad del suelo (cm), espesor del horizonte A (cm), tipo de suelo, pendiente (%) y contenido de humedad (%) de cada uno de los sitios de estudio.

Sitios de estudio	Profundidad del suelo (cm)	Espesor del horizonte A (cm)	Tipo de suelo	Pendiente (%)	Humedad (%)
“colmenas”	65 - 80	40	Argiudol típico	7,6 a 8,8	35,9
“base”	60	30	Argiudol típico	3,8	36
“helechos”	90	31	Argiudol típico-Hapludol lítico	9,3 a 46,6	42,3
“pampita”	15	15	Hapludol lítico	4,5	34,5
“cima”	15 - 30 - 54	15 a 30	Hapludol lítico	2 a 4	26

**Tabla 5.** Análisis del suelo en los diferentes sitios de estudio. pH, fósforo disponible (ppm), materia orgánica (%), N-Nitrato (ppm), nitrógeno total (%) y carbono (%).

Sitios de estudio	pH	Fósforo disponible (ppm)	Materia orgánica (%)	Nitrógeno		Carbono (%)
				N-Nitrato (ppm)	Total (%)	
“colmenas”	6,2	17,5	9,3	9,5	0,53	6,44
“base”	6,0	7,7	7,5	8,8	0,40	4,77
“helechos”	5,4	21,8	11,1	7,7	0,61	8,45
“pampita”	5,5	6,3	9,2	5,5	0,48	6,08
“cima”	5,7	26,4	8,3	9,3	0,49	6,05

## 2. Relevamiento de la flora acompañante de *Solanum commersonii*

El número total de especies identificadas en los cinco sitios de estudio fue 218, pertenecientes a 148 géneros y 51 familias. El 99 % de las especies identificadas fueron Espermatofitas, entre las cuales las angiospermas dicotiledóneas representaron el 67 %, mientras que las monocotiledóneas llegaron al 33 %. El 1 % restante correspondió a especies Pteridofitas (Tabla 6).

Las familias mejor representadas en términos de número de especies fueron las Poáceas con 48, las Asteráceas con 46, las Fabáceas con 15 y las Apiáceas con 10 especies. Las 99 especies restantes se distribuyeron en 47 familias. El porcentaje de

especies nativas fue elevado (46,79 %), las exóticas y las endémicas se encontraron en proporciones similares, 27,06 % y 25,23 % respectivamente, y sólo dos especies se registraron como cosmopolitas (0,92 %) (Tabla 6).

Las especies acompañantes de *Solanum commersonii* y comunes a los cinco sitios de estudio fueron siete, *Carduus acanthoides*, *Chrysolaena flexuosa*, *Cirsium vulgare*, *Anagallis arvensis*, *Salpichroa origanifolia*, *Solanum sisymbriifolium* y *Rhodophiala bifida*.

En cuanto al hábito de crecimiento, el 83 % fueron hierbas y el 17 % restante se dividió entre lianas, hierbas suculentas, enredaderas, subarbustos, arbustos y árboles.

Con respecto al ciclo de vida, el 69,7 % correspondió a especies perennes, el 21,5 % resultaron anuales y el 8,8 % restante correspondió a especies bianuales (Tabla 6).

En los sitios estudiados, se detectaron seis endemismos exclusivos de la provincia de Buenos Aires (*Baccharis dracunculifolia* ssp. *tandilensis*; *Colletia paradoxa*; *Cypella herbertii*; *Piptochaetium brachyspermum*; *Sommerfeltia spinulosa* y *Vicia setifolia* var. *bonariensis*), las que representaron el 2,75 % del total de especies identificadas.

**Tabla 6.** Divisiones, subdivisiones, clases, familias, especies, hábito de crecimiento, duración del ciclo, origen y sitio en el que se encuentran las diferentes especies acompañantes de *Solanum commersonii*.

FAMILIA	ESPECIES	HÁB. DE CREC.	CICLO	ORIGEN	SITIO
<b>DIVISIÓN PTERIDOPHYTAS</b>					
Dryopteridaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	H	P	Na	he
Dennstaedtiaceae	<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching	H	P	Na	he
<b>DIVISIÓN SPERMATOPHYTA. SUBDIVISIÓN MAGNOLIOPHYTINA. CLASE MAGNOLIOPSIDA</b>					
Acanthaceae	<i>Stenandrium dulce</i> (Cav.) Nees	H	P	Na	pa
Amaranthaceae	<i>Gomphrena perennis</i> L.	H	P	Na	pa, ci
Apiaceae	<i>Ammi majus</i> L.	H	A	Ex	col, ba, he, ci
	<i>Conium maculatum</i> L.	H	A-B	Ex	col, ba
	<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Sprague	H	A	Na	ba
	<i>Eryngium floribundum</i> Cham. & Schtdl.	H	P	Na	pa, he
	<i>Eryngium horridum</i> Malme	H	P	Na	col, ci
	<i>Eryngium nudicaule</i> Lam.	H	P	Na	pa, ci
	<i>Eryngium regnellii</i> Malme	H	P	Na	pa, he
	<i>Eryngium serra</i> Cham. & Schtdl.	H	P	End	ci
	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	H	P	Ex	col, ba, ci

	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn.	H	A	Ex	col
Apocynaceae	<i>Oxypetalum solanoides</i> Hook. & Arn.	H	P	Na	ba
Asteraceae	<i>Acanthostyles buniifolium</i> (Hook. Et Arn.) R. M. King & H. Rob.	A	P	Na	col, pa, ci
	<i>Ambrosia tenuifolia</i> Spreng.	H	P	Na	ba, he, pa, ci
	<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.	H	B	Ex	col, ba, pa
	<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	H	P	Ex	col
	<i>Baccharis coridifolia</i> DC.	Arb	P	Na	he, ci
	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC. ssp. <i>tandilensis</i> (Speg.) Giuliano	Arb	P	End	pa, he
	<i>Baccharis glutinosa</i> Pers.	H	P	Na	ba
	<i>Baccharis linearifolia</i> Lam. (Pers.)	Arb	P	Na	ci
	<i>Campuloclinium macrocephalum</i> (Less.) DC.	H	P	Na	he
	<i>Carduus acanthoides</i> L.	H	A	Ex	col, ba, pa, he, ci
	<i>Centaurea calcitrapa</i> L.	H	A-B	Ex	ba
	<i>Chaptalia piloselloides</i> (Vahl) Baker	H	P	End	pa, he
	<i>Chromolaena hirsuta</i> (Hook. & Arn.) R.M. King & H. Rob.	SArb	P	End	he
	<i>Chromolaena squarrolosa</i> (Hook. & Arn.) R.M. King & H. Rob.	SArb	P	End	he
	<i>Chrysolaena flexuosa</i> (Sims) H. Rob.	H	P	Na	col, ba, pa, he, ci
	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	H	A-B	Ex	col, ba, pa, he, ci
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	H	A	Na	ba, pa, he, ci
	<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E. Walker	H	A	Na	ci
	<i>Cotula australis</i> (Sieber ex Spreng.) Hook.	H	A	Ex	ba, pa, he
	<i>Criscia stricta</i> (Spreng.) Katinas	H	P	Na	pa
	<i>Cynara cardunculus</i> L.	H	P	Ex	col
	<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. Bip.	H	A	Na	ci
	<i>Gamochaeta argentina</i> Cabrera	H	A-B	End	ba, pa, he, ci
	<i>Gamochaeta coarctata</i> (Willd.) Kerguélen	H	B-P	Na	ba, he
	<i>Gamochaeta pensylvanica</i> (Willd.) Cabrera	H	B-P	Na	ba, pa, he
	<i>Gamochaeta stachydfolia</i> (Lam.) Cabrera	H	P	Na	ci
	<i>Gyptis crassipes</i> (Hieron.) R.M. King & H. Rob.	H	P	End	he, ci
<i>Gyptis tanacetifolia</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) D.J.N. Hind & Flann	SArb	P	End	pa, he, ci	

	<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub	H	A	Ex	col
	<i>Hypochaeris chillensis</i> (Kunth) Hieron.	H	P	Na	col, ba, pa, he
	<i>Hypochaeris pampasica</i> Cabrera	H	P	End	ci
	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	H	P	Ex	ba, ci
	<i>Hysterionica pinifolia</i> (Poir.) Baker	SArb	P	Na	ci
	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	H	A	Ex	col
	<i>Panphalea bupleurifolia</i> Less.	H	P	End	ci
	<i>Senecio madagascariensis</i> Poir.	H	P	Ex	ba, pa, he, ci
	<i>Senecio selloi</i> (Spreng.) DC.	SArb	P	End	pa, he, ci
	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	H	A-B	Ex	col
	<i>Soliva sessilis</i> Ruiz & Pav.	H	A	Na	ba, ci
	<i>Solidago chilensis</i> Meyen	H	P	Na	pa, he, ci
	<i>Sommerfeltia spinulosa</i> (Spreng.) Less.	H	P	End	ci
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	H	A	Ex	col, ba, pa, he
	<i>Stevia satureiifolia</i> (Lam.) Sch. Bip. ex Klotzsch	SArb	P	End	ci
	<i>Tagetes minuta</i> L.	H	A	Na	ba
	<i>Taraxacum officinale</i> G. Weber ex F.H. Wigg.	H	P	Ex	col, ci
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i> L.	H	A	Ex	col, ba
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L.	H	A-B	Ex	col
	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.	H	A	Ex	col
Cactaceae	<i>Parodia submammulosa</i> (Lem.) R. Kiesling	H Suc	P	End	ci
	<i>Wigginsia tephrocacantha</i> (Link & Otto) D.M. Porter	H Suc	P	Na	ci
Campanulaceae	<i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A. DC.	H	P	Na	pa
Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	H	A	Ex	ba, pa
	<i>Silene antirrhina</i> L. var. <i>antirrhina</i>	H	A	Ex	he, ci
	<i>Silene gallica</i> L.	H	A	Ex	ba, pa, ci
	<i>Spergula grandis</i> Pers.	H	P	End	pa, he, ci
	<i>Spergula ramosa</i> (Cambess.) D. Dietr. var. <i>ramosa</i>	H	P	Na	ci
	<i>Spergula villosa</i> Pers.	H	P	Na	he
Cistaceae	<i>Crocantemum brasiliense</i> (Lam.) Spach	H-SArb	P	End	he
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	E	P	Ex	ba, he
	<i>Convolvulus hermanniae</i> L'Hér.	E	P	Na	col, ba, pa, he, ci
	<i>Dichondra microcalyx</i> (Hallier f.) Fabris	H	P	Na	ba, pa, he, ci
	<i>Dichondra sericea</i> Sw. var. <i>sericea</i>	H	P	Na	ci

Cucurbitáceas	<i>Apodanthera sagittifolia</i> (Griseb.) Mart.Crov.	E	P	End	col
	<i>Cucurbitella asperata</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Walp.	E	P	Na	ba
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia portulacoides</i> L.	H	P	Na	ci
Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Brown	Ar	P	Ex	ba, pa, he, ci, col
	<i>Adesmia bicolor</i> Poir. (DC.)	H	P	Na	ci
	<i>Lathyrus crassipes</i> Gillies ex Hook. & Arn.	H	A	Na	pa
	<i>Lathyrus hookeri</i> G. Don	H	P	Na	ci
	<i>Lathyrus nervosus</i> Lam.	H	P	End	he
	<i>Lathyrus pubescens</i> Hook. & Arn.	H	P	End	he, ci
	<i>Lathyrus tomentosus</i> Lam.	H	P	End	pa, ci
	<i>Medicago arabica</i> (L.) Huds.	H	A	Ex	ba
	<i>Medicago lupulina</i> L.	H	A-B	Ex	col, ba, pa
	<i>Medicago polymorpha</i> L. var. <i>polymorpha</i>	H	A	Ex	ba
	<i>Trifolium repens</i> L.	H	P	Ex	col, ba, pa, ci
	<i>Trifolium polymorphum</i> Poir.	H	P	Na	ci
	<i>Trifolium pratense</i> L.	H	P	Ex	ba, pa, he
	<i>Vicia nana</i> Vogel	E	A	End	pa, he, ci
	<i>Vicia setifolia</i> Kunth var. <i>bonariensis</i> Burkart	H	A	End	pa
Fumariaceae	<i>Fumaria capreolata</i> L.	H	A	Ex	col, pa
Geraniaceae	<i>Geranium dissectum</i> L.	H	A	Ex	ci
	<i>Geranium molle</i> L.	H	A	Ex	col
	<i>Geranium robertianum</i> L.	H	A	Ex	pa, he
Lamiaceae	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	H	A	Ex	ba
	<i>Lepechinia floribunda</i> (Benth.) Epling	SArb	P	Na	pa
	<i>Mentha pulegium</i> L.	H	P	Ex	col, ba, pa
	<i>Scutellaria racemosa</i> Pers.	H	P	Na	pa
Loasaceae	<i>Blumenbachia insignis</i> Schrad.	H	B	Na	pa
Lythraceae	<i>Cuphea glutinosa</i> Cham. & Schtdl.	H-SArb	P	Na	pa, ci
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	H-SArb	A-P	Na	ba, pa, he
	<i>Modiola caroliniana</i> (L.) G. Don	H	P	Na	ba, pa, he, ci
	<i>Pavonia cymbalaria</i> A. St.-Hil. & Naudin	SArb	P	End	he
Myrtaceae	<i>Psidium salutare</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) O. Berg var. <i>mucronatum</i> (Cambess.) Landrum	SArb	PP	End	pa
Orobanchaceae	<i>Agalinis communis</i> (Cham. & Schtdl.) D'Arcy	SArb	P	Na	pa
	<i>Agalinis genistifolia</i> (Cham. & Schtdl.) D'Arcy	SArb	P	End	pa



	<i>Bartsia trixago</i> L.	H	A	Ex	pa
Onagraceae	<i>Oenothera indecora</i> Cambess.	H	A	Na	ci
Oxalidaceae	<i>Oxalis articulata</i> Savigny ssp. <i>articulata</i>	H	P	Na	ci
	<i>Oxalis brasiliensis</i> Lodd.	H	P	End	pa, ci
	<i>Oxalis conorrhiza</i> Jacq.	H	P	Na	pa
	<i>Oxalis perdicaria</i> (Molina) Bertero	H	P	End	pa, he, ci
Passifloraceae	<i>Passiflora caerulea</i> L.	L	P	Na	ci
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	-	-	-	ci
Polygalaceae	<i>Polygala australis</i> A.W. Benn.	H	A-B	End	ci
	<i>Polygala linoides</i> Poir.	H	A-B	Na	pa, ci
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	H	P	Ex	ba
	<i>Rumex cuneifolius</i> Campd.	H	P	Na	ci
Portulacaceae	<i>Portulaca papulosa</i> Schtdl.	H	A	End	pa
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L.	H	A	Ex	col, ba, he, pa, ci
	<i>Pelletiera verna</i> A. St.-Hil.	H	A	Na	ci
Rhamnaceae	<i>Colletia paradoxa</i> (Spreng.) Escal.	Arb	P	End	col, he, ci
Ranunculaceae	<i>Anemone decapetala</i> Ard.	H	P	Na	ci
Rubiaceae	<i>Borreria dasycephala</i> (Cham. & Schtdl.) Bacigalupo & E.L. Cabral	H	A	Na	ba, ci
	<i>Galium noxium</i> (A. St.-Hil.) Dempster ssp. <i>valantioides</i> (Cham. & Schtdl.) Dempster	H-E	A	Na	ba
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Arb	P	Ex	ci
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	Arb	P	Cos	ci
Scrophulariaceae	<i>Buddleja thyrsoides</i> Lam.	Arb	P	End	ba, he
	<i>Verbascum thapsus</i> L.	H	B	Ex	col
Solanaceae	<i>Cestrum parqui</i> L'Hér.	Arb	P	Na	col, ba
	<i>Petunia axillaris</i> (Lam.) Britton, Stern & Poggenb.	H	A	Na	pa, ci
	<i>Physalis viscosa</i> L.	H	P	Na	col
	<i>Salpichroa organifolia</i> (Lam.) Baill.	H-SArb	P	Na	col, ba, pa, he, ci
	<i>Solanum chenopodioides</i> Lam.	H	A	End	ba, pa, he, ci
	<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	H-SArb	P	Na	col, ba, pa, he, ci

Turneraceae	<i>Turnera sidoides</i> L. ssp. <i>pinnatifida</i> (Juss. ex Poir.) Arbo	H	P	Na	ba
Urticaceae	<i>Parietaria debilis</i> G. Forst.	H	A	Cos	he
Verbenaceae	<i>Glandularia tenera</i> (Spreng.) Cabrera	H	P	Na	ci
	<i>Verbena bonariensis</i> L.	H	A-B	Na	pa, ci
	<i>Verbena intermedia</i> Gillies & Hook. ex Hook.	H	P	End	col, ba, pa, ci
Violaceae	<i>Pombalia parviflora</i> (Mutis ex L.f.) Paula-Souza	H-SArb	A-P	Na	col, ba, pa, ci
<b>DIVISION SPERMATOPHYTA. SUBDIVISION MAGNOLIOPHYTINA: CLASE LILIOPSIDA</b>					
Alliaceae	<i>Ipheion uniflorum</i> (Lindl.) Raf.	H	P	Na	pa, ci
Amaryllidaceae	<i>Habranthus gracilifolius</i> Herb.	H	P	End	ci
	<i>Nothoscordum bonariense</i> (Pers.) Beauverd	H	P	End	pa
	<i>Nothoscordum montevidense</i> Beauverd	H	P	End	pa
	<i>Rhodophiala bifida</i> (Herb.) Traub	H	P	Na	col, ba, pa, he, ci
Cyperaceae	<i>Carex bonariensis</i> Desf. ex Poir. var. <i>bonariensis</i>	H	P	Na	col
	<i>Carex divulsa</i> Stokes	H	P	Ex	col
	<i>Cyperus corymbosus</i> Rottb. var. <i>subnodosus</i> (Nees & Meyen) Kük.	H	P	Na	col
	<i>Cyperus entrerianus</i> Boeck. var. <i>entrerianus</i>	H	P	Na	ba
	<i>Cyperus reflexus</i> Vahl	H	P	Na	col, pa, he, ci
	<i>Cyperus pohlii</i> (Nees) Steud.	H	P	Na	ba
	<i>Eleocharis bonariensis</i> Nees	H	P	Na	pa
Iridaceae	<i>Cypella herbertii</i> (Lindl.) Herb.	H	P	End	he
	<i>Gelasine elongata</i> (Graham) Ravenna	H	P	End	pa
	<i>Herbertia lahue</i> (Molina) Goldblatt	H	P	End	ba, pa, ci
	<i>Sisyrinchium chilense</i> Hook. ssp. <i>Chilense</i>	H	P	Na	pa
	<i>Sisyrinchium minutiflorum</i> Klatt	H	A	End	ci
	<i>Sisyrinchium pachyrhizum</i> Baker	H	P	Na	ci
Juncaceae	<i>Juncus capillaceus</i> Lam.	H	P	Na	pa, ci
	<i>Juncus pallescens</i> Lam. var. <i>Pallescens</i>	H	P	Na	pa
	<i>Juncus uruguensis</i> Griseb.	H	P	Na	ba, pa, ci
	<i>Juncus venturianus</i> Castellón	H	P	End	pa, ci
Orchidaceae	<i>Bipinnula pennicillata</i> (Rchb. f.) Cisternas & Salazar	H	P	Na	ci
	<i>Chloraea membranacea</i> Lindl.	H	P	End	ci
Poaceae	<i>Avena fatua</i> L.	H	A	Ex	col
	<i>Aristida spegazzinii</i> Arechav.	H	P	Na	ci
	<i>Bothriochloa laguroides</i> (DC.) Herter	H	P	Na	ba, pa,

					ci
	<i>Briza minor</i> L.	H	A	Ex	ba, pa, ci
	<i>Bromus catharticus</i> Vahl. var. <i>catharticus</i>	H	A-P	Na	col, ba, pa
	<i>Chascolytrum subaristatum</i> (Lam.) Desv.	H	P	Na	ci
	<i>Chascolytrum uniolae</i> (Nees) Essi, Longhi-Wagner & Souza-Chies	H	P	Na	pa, ci
	<i>Dactylis glomerata</i> L.	H	P	Ex	col, ba
	<i>Danthonia cirrata</i> Hack. & Arechav.	H	P	Na	pa, ci
	<i>Danthonia montevidensis</i> Hack. & Arechav.	H	P	End	pa, ci
	<i>Deyeuxia alba</i> J. Presl ssp. <i>alba</i>	H	P	Na	pa
	<i>Dichantherium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark var. <i>sabulorum</i>	H	P	Na	pa
	<i>Eragrostis airoides</i> Nees	H	P	Na	pa, he, ci
	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	H	A	Na	pa
	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	H	P	Ex	ci
	<i>Holcus lanatus</i> L.	H	A	Ex	ba, he, ci
	<i>Jarava juncooides</i> (Speg.) Peñailillo	H	P	End	ba
	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	H	A-B	Ex	col, ba, pa
	<i>Lolium perenne</i> L.	H	P	Ex	ba, pa
	<i>Melica brasiliana</i> Ard.	H	P	Ex	pa, ci
	<i>Melica hyalina</i> Döll	H	P	Ex	ci
	<i>Melica parodiana</i> Torres	H	P	Ex	ci
	<i>Melica macra</i> Nees	H	P	Ex	ci
	<i>Nassella burkartii</i> (Torres) Barkworth & Torres	H	P	End	ci
	<i>Nassella megapotamia</i> (Spreng. ex Trin.) Barkworth	H	P	End	ba, he, ci
	<i>Panicum bergii</i> Arechav.	H	P	Na	pa, he
	<i>Panicum capillare</i> L.	H	A	Ex	pa
	<i>Paspalum exaltatum</i> J. Presl	H	P	End	col, ba
	<i>Paspalum quadrifarium</i> Lam.	H	P	End	col, ba
	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir	H	P	Na	col
	<i>Phalaris angusta</i> Nees ex Trin.	H	A	Na	pa, he, ci
	<i>Piptochaetium brachyspermum</i> (Speg.) Parodi	H	P	End	he
	<i>Piptochaetium lasianthum</i> Griseb.	H	P	End	pa
	<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	H	P	Na	pa, ci
	<i>Piptochaetium ruprechtianum</i> E. Desv.	H	P	End	col
	<i>Poa bonariensis</i> Lam. Kunth.	H	P	Na	ci
	<i>Poa compressa</i> L.	H	P	Ex	ci
	<i>Poa lanigera</i> Nees	H	P	Na	pa, he, ci
	<i>Poa ligularis</i> Nees ex Steud. var. <i>ligularis</i>	H	P	End	ci

	<i>Poa ligularis</i> Nees ex Steud. var. <i>resinulosa</i> (Nees ex Steud.) Fernández Pepi & Giussani	H	P	End	ci
	<i>Setaria leucopila</i> (Scribn. & Merr.) K. Schum.	H	P	Na	pa
	<i>Setaria pampeana</i> Parodi ex Nicora	H	P	End	ci
	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen var. <i>Parviflora</i>	H	P	Na	ci
	<i>Setaria vaginata</i> Spreng. var. <i>bonariensis</i> Nicora	H	P	End	he
	<i>Sorghastrum pellitum</i> (Hack.) Parodi	H	P	Na	pa
	<i>Thinopyrum ponticum</i> (Podp.) Barkworth & D.R.Dewey	H	P	Ex	col
	<i>Vulpia bromoides</i> (L.) Gray	H	A	Ex	ci
	<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C. Gmel. f. <i>megalura</i> (Nutt.) Stace & R.Cotton	H	A	Ex	pa

A: anual; B: bienal; P: perenne; Ex: exótica; Na: nativa no endémica; End: nativa endémica; Co: cosmopolita; H: hierba; H-Suc: hierba suculenta; E: enredadera; L: liana; SArb: subarbusto; Arb: arbusto; A: árbol; col: colmenas; ba: base; he: helechos; pa: pampita; ci: cima.

En la “cima”, sitio de mayor elevación, se identificó la mayor riqueza con 113 especies. Además, fue el sitio que contó con el mayor número de especies exclusivas (49), es decir, especies a las que solo es posible encontrar allí (Fig. 4). De las 49 especies exclusivas, el 52 % son nativas no endémicas, el 29 % son nativa endémicas, el 8 % exóticas y el 2 % cosmopolitas (Fig. 5). Entre las especies exclusivas se identificaron a: *Vulpia bromoides*; *Eryngium serra*; *Conyza sumatrensis*; *Facelis retusa*; *Gamochaeta stachydifolia*; *Hypochaeris pampasica*; *Hysterionica pinifolia*; *Panphalea bupleurifolia*; *Sommerfeltia spinulosa*; *Stevia satureiifolia*; *Parodia submammulosa*; *Wigginsia tephraantha*; *Spergula ramosa* ssp. *ramosa*; *Dichondra sericea* var. *sericea*; *Euphorbia portulacoides*; *Adesmia bicolor*; *Lathyrus hookeri*; *Trifolium polymorphum*; *Geranium dissectum*; *Bipinnula pennicillata*; *Oenothera indecora*; *Oxalis articulata* ssp. *articulata*; *Passiflora caerulea*; *Plantago* sp.; *Polygala australis*; *Rumex cuneifolius*; *Pelletiera verna*; *Anemone decapetala*; *Rubus ulmifolius*; *Dodonaea viscosa*; *Glandularia tenera*; *Habranthus gracilifolius*; *Sisyrinchium minutiflorum*; *Sisyrinchium pachyrhizum*; *Chloraea membranacea*; *Aristida spegazzinii*; *Chascolytrum subaristatum*; *Festuca arundinacea*; *Melica hialina*; *Melica parodiana*; *Melica macra*; *Nassella burkartii*; *Poa bonariensis*; *Poa compressa*; *Poa ligularis* var. *ligularis*; *Poa ligularis* var. *resinulosa*; *Setaria pampeana*; *Setaria parviflora* var. *parviflora* y *Baccharis linearifolia*. Se destaca la presencia de *Rubus ulmifolius* “zarzamora”, una especie invasora, así como de *Baccharis coridifolia* y de *Senecio selloi*, ambas especies tóxicas para el ganado.

En el sitio “pampita” se relevaron 98 especies, de las cuales 27 fueron específicas (Fig. 4): *Stenandrium dulce*; *Criscia stricta*; *Wahlenbergia linarioides*; *Vicia setifolia* var.

*bonariensis*; *Lathyrus crassipes*; *Lepechinia floribunda*; *Scutellaria racemosa*; *Blumenbachia insignis*; *Psidium salutare* var. *mucronatum*; *Bartsia trixago*; *Agalinis communis*; *Agalinis genistifolia*; *Oxalis conorrhiza*; *Portulaca papulosa*; *Nothoscordum bonariense*; *Nothoscordum montevidense*; *Eleocharis bonariensis*; *Gelasine elongata*; *Sisyrinchium chilense* ssp. *chilense*; *Juncus pallescens* var. *pallescens*; *Deyeuxia alba* ssp. *alba*; *Dichantheium sabulorum* var. *sabulorum*; *Echinochloa crus-galli*; *Panicum capillare*; *Piptochaetium lasianthum*; *Vulpia myuros* f. *megalura*; *Sorghastrum pellitum* y *Setaria leucopila*. El 60 % de estas especies son nativas no endémicas, el 30 % nativas endémicas y el 10 % restante exóticas (Fig. 5). Entre las nativas endémicas se identificó un endemismo para la provincia de Buenos Aires, es el caso de *Vicia setifolia* var. *bonariensis*. Aquí, al igual que en la “cima” y los “helechos” se identificó a *Senecio selloi*.

En el sitio “helechos” se determinaron 61 especies y solo 13 fueron exclusivas (Fig. 4): *Rumohra adiantiformis*; *Pteridium arachnoideum*; *Campuloclinium macrocephalum*; *Chromolaena hirsuta*; *Chromolaena squarrulosa*; *Spergula villosa*; *Crocantemum brasiliense*; *Lathyrus nervosus*; *Pavonia cymbalaria*; *Parietaria debilis*; *Cypella herbertii*; *Piptochaetium brachyspermum* y *Setaria vaginata* var. *bonariensis*. De las exclusivas, nueve son nativas endémicas (70 %), tres nativas no endémicas (23 %) y una cosmopolita (7 %) (Fig. 5). En este sitio se identificaron también dos especies tóxicas para el ganado, *Baccharis coridifolia* (que se encontró además en la “cima”) y *Senecio selloi* (que se identificó también en la “pampita” y la “cima”). Como se puede ver aquí, los helechos (*Rumohra adiantiformis* y *Pteridium arachnoideum*) sólo se registraron en este sitio, siendo *P. arachnoideum* la especie dominante, motivo por el que se denominó “helechos” a este sitio de estudio.

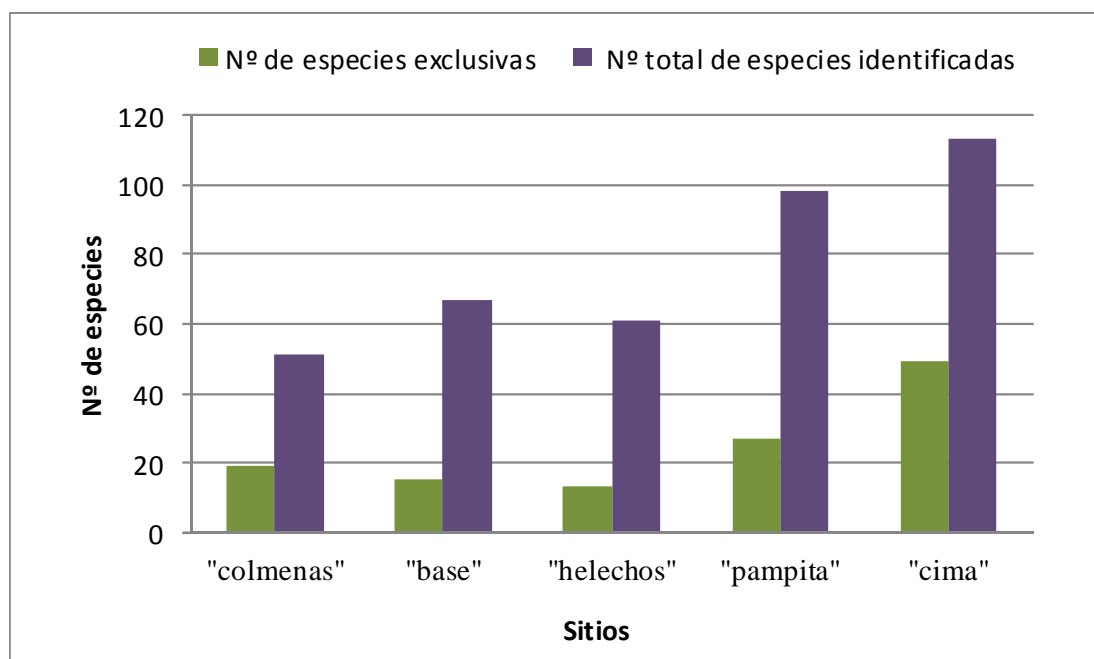
En el sitio “base” el número de especies identificadas fue 67 y las especies dominantes fueron *Paspalum quadrifarium* y *P. exaltatum*. Del total de especies identificadas, 15 fueron específicas (Fig. 4): *Centaurea calcitrapa*; *Baccharis glutinosa*; *Oxypetalum solanoides*; *Cyclosporum leptophyllum*; *Tagetes minuta*; *Cucurbitella asperata*; *Medicago arabica*; *Medicago polymorpha* var. *polymorpha*; *Lamium amplexicaule*; *Rumex crispus*; *Galium noxium* ssp. *valantioides*; *Turnera sidoides* spp. *pinnatifida*; *Cyperus entrerianus* var. *enterianus*; *Cyperus pohlii* y *Jarava juncooides*. Del total de las exclusivas, el 60 % son nativas no endémicas, el 33 % exóticas y sólo una especie es nativa endémica (7%) (Fig. 5). Entre las especies nativas no endémicas se identificó a *Cestrum parqui*, “duraznillo negro”, una especie perenne que es tóxica para el ganado.

El sitio "colmenas" se encuentra ubicado sobre una cerrillada dominada por "acacia negra". Está separado de la "base" por un arroyo, y al igual que la "base" está dominado por *Paspalum quadrifarium* y *P. exaltatum*, con una baja riqueza específica (51). En cuanto a las especies exclusivas se encontraron 19 (Fig. 4): *Torilis nodosa*; *Artemisia verlotiorum*; *Cynara cardunculus*; *Helminthotheca echioides*; *Matricaria chamomilla*; *Silybum marianum*; *Raphanus sativus*; *Rapistrum rugosum*; *Apodanthera sagittifolia*; *Geranium molle*; *Verbascum thapsus*; *Physalis viscosa*; *Carex bonariensis* var. *bonariensis*; *Carex divulsa*; *Cyperus corymbosus* var. *subnodosus*; *Avena fatua*; *Paspalum dilatatum*; *Piptochaetium ruprechtianum* y *Thinopyrum ponticum*. De las especies exclusivas predominaron las exóticas (68 %), siguieron las nativas no endémicas (21 %) y por último las nativas endémicas (10,5 %) (Fig. 5).

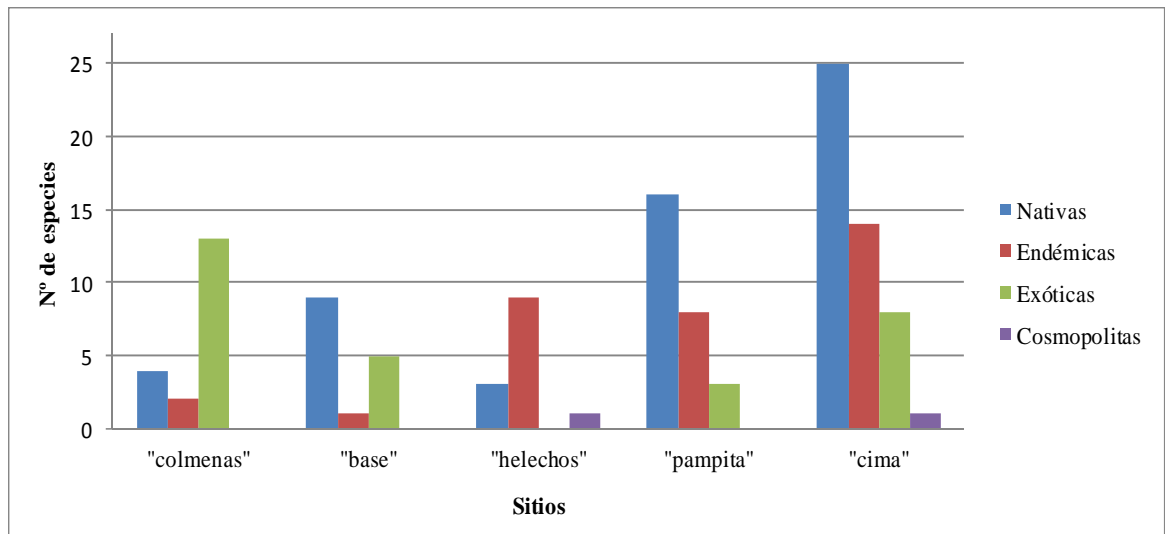
Las nativas no endémicas exclusivas fueron cuatro, dos especies pertenecen a la familia de las Ciperáceas (*Carex bonariensis* var. *bonariensis* y *Cyperus corymbosus* var. *subnodosus*), una especie a la familia Poáceas (*Paspalum dilatatum*) y la restante a las Solanáceas (*Physalis viscosa*).

Las especies nativas endémicas exclusivas fueron: *Apodanthera sagittifolia* y *Piptochaetium ruprechtianum*.

Al igual que en la "base", en este sitio se encontró al "duraznillo negro" (*Cestrum parqui*).



**Figura 4.** Número total de especies identificadas y exclusivas presentes en cada sitio de estudio.



**Figura 5.** Número de especies nativas no endémicas (nativas), nativas endémicas (endémicas), exóticas y cosmopolitas identificadas en cada sitio de estudio.

### 3. Índice de Sorensen

Se observaron diferencias en cuanto a la similitud florística entre los distintos sitios de estudio (Tabla 7). En términos generales, la mayor similitud se presentó entre los sitios contiguos, más próximos entre sí. Por ejemplo, entre la “pampita” y la “cima” el porcentaje de similitud encontrado fue el mayor (48,15 %). Mientras que la “cima” y las “colmenas” fueron los sitios más disímiles, con un 21,82 % de similitud.

**Tabla 7.** Matriz de similitud (%) de flora acompañante entre los cinco sitios de estudio.

	“colmenas”	“base”	“helechos”	“pampita”	“cima”
“colmenas”	100	-	-	-	-
“base”	44,83	100	-	-	-
“helechos”	25,45	43,75	100	-	-
“pampita”	28,19	44,31	45,96	100	-
“cima”	21,82	33,88	38,42	48,15	100

Celdas pintadas de color azul corresponden a los sitios más similares entre sí, celdas de color lila los sitios de similitud intermedia y celdas de color verde los sitios más disímiles en cuanto a flora acompañante.

#### 4. Caracterización morfológica

##### 4.1. *Análisis univariado*

##### 4.1.1. *Caracteres cuantitativos*

Con los resultados obtenidos a partir del registro de los caracteres morfológicos cuantitativos se realizó un análisis de la varianza (ANOVA). El mismo reveló diferencias significativas para 24 de las 33 variables cuantitativas registradas. En la tabla 8 se indican los niveles de significancia de cada uno de los caracteres analizados.

**Tabla 8.** Niveles de significancia (LSD) de cada uno de los caracteres cuantitativos registrados.

CARACTERES CUANTITATIVOS	NIVEL DE SIGNIFICANCIA <sup>#</sup>
Altura de la planta	**
Largo de la hoja	**
Ancho de la hoja	**
Número de hojas	*
Ancho del primer par de folíolos primarios	**
Largo del folíolo terminal	**
Ancho del folíolo terminal	**
Longitud del peciolulo del folíolo terminal	**
Número de pares de folíolos laterales	ns
Número de pares de folíolos intermedios	ns
Número de pares de folíolos secundarios	ns
Largo del primer folíolo lateral	**
Ancho del primer folíolo lateral	**
Largo del segundo folíolo lateral	ns
Ancho del segundo folíolo lateral	*
Longitud del pedúnculo	ns
Longitud del raquis de inflorescencia	*
Número de raquis de la inflorescencia	**
Número de flores/inflorescencia	*
Longitud del pedicelo	**
Longitud desde la inserción del cáliz a la articulación del pedicelo	ns
Longitud del cáliz	ns
Longitud del acumen del cáliz	**
Longitud del lóbulo del cáliz	ns



Longitud desde la base hasta el ápice del lóbulo del cáliz	**
Radio de corola	**
Longitud del centro de la corola a la unión del lóbulo	**
Ancho del lóbulo de la corola	*
Longitud desde la base hasta el ápice del lóbulo de la corola	**
Longitud de la antera	ns
Longitud del estilo	**
Exserción del estilo	**
Peso seco de la parte aérea	**

# Niveles de significancia  $p < 0,01$  (\*\*);  $p < 0,05$  (\*); no significativo (ns).

#### 4.1.2. Caracteres cualitativos

Los caracteres cualitativos analizados fueron 11 pero sólo se consideraron los relacionados al color de la flor (seis), debido a que la forma del estilo, el hábito de crecimiento, el color del tallo, la pilosidad del tallo y la forma de la base del folíolo terminal no presentaron variación entre las plantas estudiadas.

Se encontraron diferencias en la tonalidad del color de la flor entre cada uno de los sitios. En el sitio “colmenas” se observaron flores de color lila, mientras que en la “cima” el color predominante fue el violeta oscuro. En los sitios “base”, “helechos” y “pampita” el color fue intermedio entre los dos anteriores (Fig. 6).



**Figura 6.** Color de las flores de *Solanum commersonii* registrados en cada uno de los sitios: A) “colmenas”; B) “base”, “helechos”, “pampita”; C) “cima”.

## **4.2. Análisis multivariado**

### **4.2.1. Análisis de Componentes Principales**

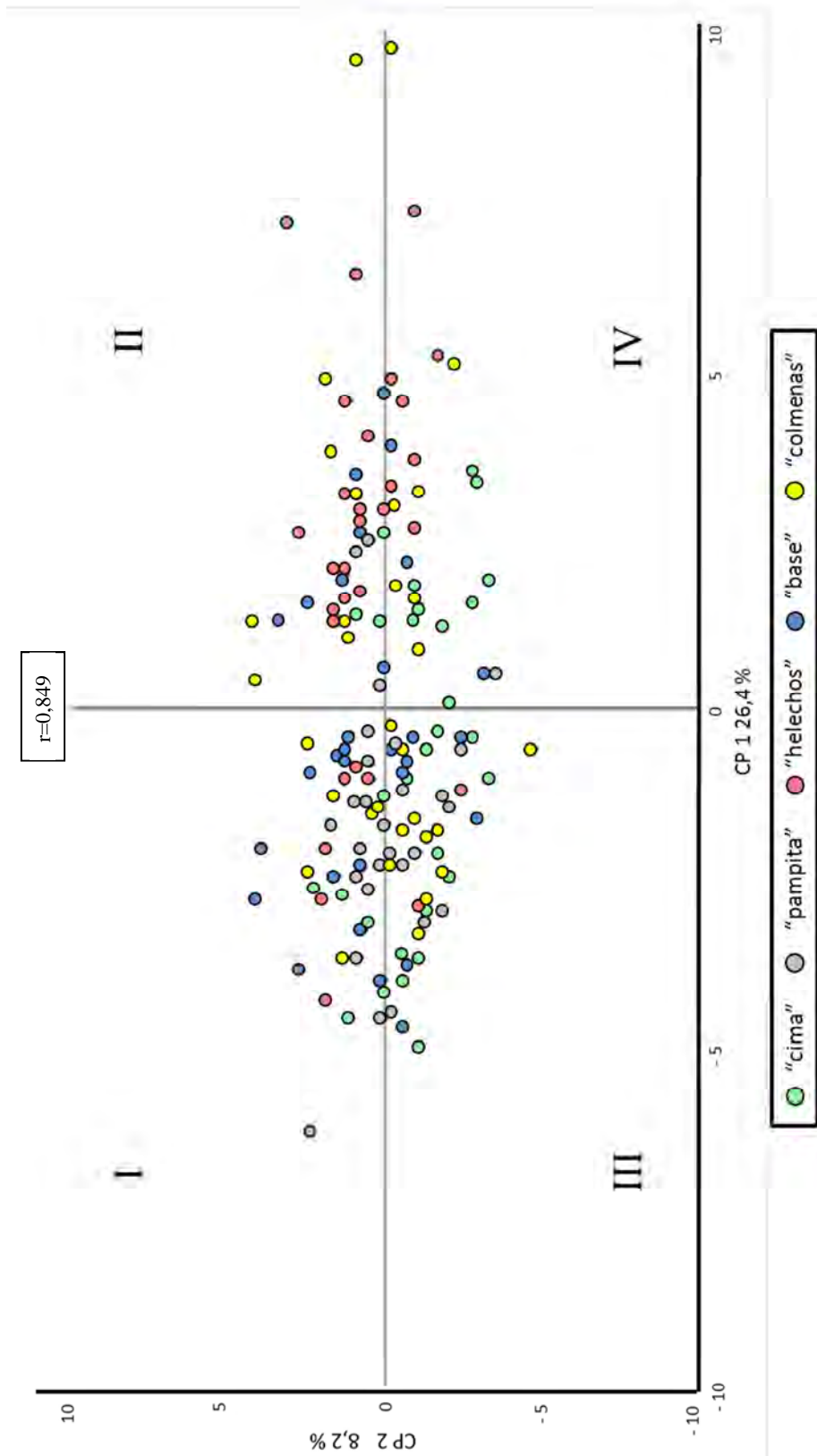
El Análisis de Componentes Principales (ACP), considerando 33 variables morfológicas cuantitativas, reveló que los tres primeros componentes (CP1, CP2 y CP3) explicaron un 26 %, 8 % y 8 % de la variabilidad total respectivamente (Tabla 9). El coeficiente de correlación cofenético fue alto,  $r=0,849$ . Se observó que los caracteres que más contribuyeron a la conformación del primer componente, fueron en orden decreciente: largo y ancho de la hoja, largo del primer folíolo lateral, ancho del primer par de folíolos primarios y ancho del primer folíolo lateral (Tabla 9).

En el segundo componente, las variables que más contribuyeron en orden decreciente fueron: radio de la corola, ancho del lóbulo de la corola, número de pares de folíolos laterales, número de raquis de la inflorescencia y número de flores por inflorescencia (Tabla 9). Sin embargo, al graficar los dos primeros componentes, no fue posible distinguir agrupamientos entre las 150 plantas analizadas (Fig. 7).

**Tabla 9.** Variables cuantitativas analizadas y su contribución en los primeros tres componentes.

CARÁCTER	AUTOVECTORES		
	CP1	CP2	CP3
Altura de la planta	0,08	0,09	0,33
Largo de la hoja	0,31	0,02	0,06
Ancho de la hoja	0,31	-0,07	-0,03
Ancho del primer par de folíolos primarios	0,30	-0,06	-0,06
Largo del folíolo terminal	0,25	0,19	0,16
Ancho del folíolo terminal	0,23	0,20	0,08
Longitud del peciolulo del folíolo terminal	0,20	0,16	0,18
Largo del primer folíolo lateral	0,31	-0,10	-0,05
Ancho del primer folíolo lateral	0,30	-0,01	-0,07
Largo del segundo folíolo lateral	0,27	-0,21	-0,18
Ancho del segundo folíolo lateral	0,26	-0,20	-0,20
Número de pares de folíolos laterales	0,23	-0,28	-0,19
Número de pares de folíolos intermedios	0,06	-0,15	-0,12
Número de pares de folíolos secundarios	-0,13	0,03	-0,10
Longitud del pedúnculo	0,04	-0,09	0,03
Longitud del raquis de la inflorescencia	0,08	-0,19	0,21
Número de raquis de la inflorescencia	0,03	-0,28	0,21
Número de flores/inflorescencia	0,06	-0,28	0,17
Longitud del pedicelo	0,09	0,21	-0,30
Longitud desde la inserción del cáliz a la articulación del pedicelo	0,03	0,13	-0,18
Longitud del cáliz	0,11	0,11	-0,07
Longitud del acumen del cáliz	0,02	0,08	0,30
Longitud del lóbulo del cáliz	0,04	0,21	-0,03
Longitud desde la base hasta el ápice del lóbulo del cáliz	0,06	0,03	0,13
Radio de la corola	0,13	0,34	-0,08
Longitud del centro de la corola a la unión del lóbulo	0,01	0,25	-0,27
Ancho del lóbulo de la corola	0,07	0,31	0,03
Longitud desde la base hasta el ápice del lóbulo de la corola	0,13	0,26	0,06
Longitud de la antera	0,02	0,15	0,13
Longitud del estilo	0,07	0,06	-0,18
Exserción del estilo	0,10	-0,03	-0,26
Número de hojas	0,16	0,02	0,25
Peso seco	0,21	0,02	0,25
<b>Autovalores</b>	<b>8,70</b>	<b>2,70</b>	<b>2,51</b>
<b>Proporción de la variabilidad explicada %</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Porcentaje acumulado</b>	<b>26</b>	<b>34</b>	<b>42</b>

Celdas color lila indican coeficientes de mayor peso en cada autovector.



**Figura 7.** Análisis de componentes principales de los diferentes caracteres morfológicos cuantitativos analizados en las plantas de *Solanum commersonii* estudiadas.

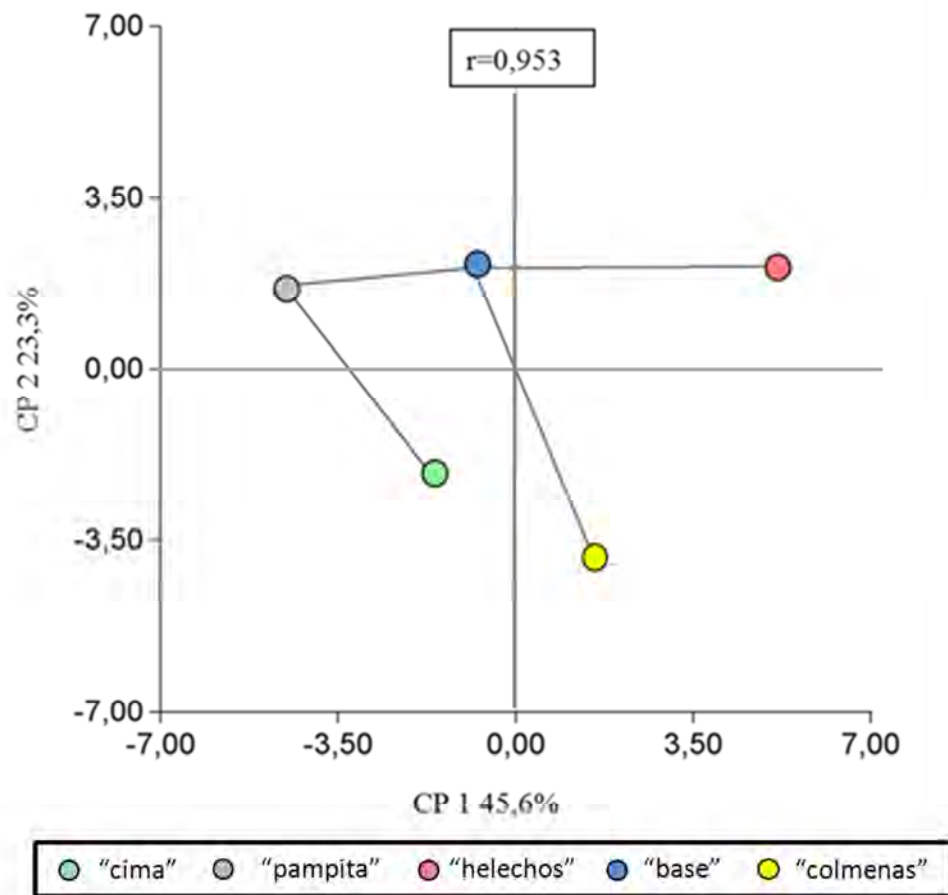
Con los promedios obtenidos de las plantas provenientes de cada sitio se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), considerando 33 variables morfológicas cuantitativas. Este análisis reveló que los tres primeros componentes (CP1, CP2 y CP3) explicaron un 45 %, 24 % y 21 % de la variabilidad total respectivamente (Tabla 10). El coeficiente de correlación cofenético fue alto,  $r=0,953$ . Con los 3 primeros autovalores fue posible explicar el 90 % de la variabilidad total. Se observó que los caracteres que más contribuyeron a la conformación del primer componente, fueron en orden decreciente: largo del primer folíolo lateral, longitud del peciolo del folíolo terminal, ancho del folíolo terminal, largo del segundo folíolo lateral, ancho de la hoja y del primer folíolo lateral (Tabla 10). De este modo, el primer componente permitió separar los sitios “colmenas” y “helechos” de los otros tres (Fig. 8). En el segundo componente, los caracteres que más contribuyeron fueron los reproductivos, en orden decreciente: longitud del centro de la corola a la unión del lóbulo, longitud del pedicelo, longitud desde la base hasta el ápice del lóbulo del cáliz, longitud de la antera y longitud del pedúnculo (Tabla 10). Los caracteres longitud desde la base hasta el ápice del lóbulo del cáliz y largo de la antera determinaron que las plantas provenientes de los sitios que registraron los mayores valores promedio, se encuentren en la parte inferior del gráfico (“colmenas” y “cima”). Mientras que las de los sitios “pampita”, “base” y “helechos” que se encuentran en la zona superior del gráfico, fueron las que registraron el mayor valor promedio para los caracteres longitud del centro de la corola a la unión del lóbulo y longitud del pedicelo.

Al superponer el árbol de mínima distancia (ARM) sobre el gráfico de componentes principales, se observó que las plantas de cmm provenientes de los sitios “pampita” y “base” se encontraron más relacionadas entre sí que con las del resto de los sitios (Fig. 8).

**Tabla 10.** Variables cuantitativas analizadas y su contribución en los primeros tres componentes.

CARÁCTER	AUTOVECTORES		
	CP1	CP2	CP3
Altura de la planta	0,039	-0,189	-0,321
Largo de la hoja	0,251	-0,054	-0,093
Ancho de la hoja	0,257	0,067	-0,039
Ancho del primer par de folíolos primarios	0,250	0,096	-0,031
Largo del folíolo terminal	0,252	-0,022	-0,105
Ancho del folíolo terminal	0,259	0,043	-0,043
Longitud del peciolulo del folíolo terminal	0,260	-0,001	-0,055
Largo del primer folíolo lateral	0,262	-0,007	0,009
Ancho del primer folíolo lateral	0,257	-0,021	0,059
Largo del segundo folíolo lateral	0,258	0,063	0,026
Ancho del segundo folíolo lateral	0,241	0,071	0,131
Número de pares de folíolos laterales	0,214	-0,044	0,217
Número de pares de folíolos intermedios	0,186	-0,175	0,192
Número de pares de folíolos secundarios	-0,109	0,135	-0,258
Longitud del pedúnculo	-0,133	-0,280	-0,142
Longitud del raquis de la inflorescencia	0,042	-0,223	0,274
Número de raquis de la inflorescencia	0,023	-0,217	0,118
Número de flores/inflorescencia	-0,003	-0,221	0,239
Longitud del pedicelo	0,087	0,322	0,100
Longitud desde la inserción del cáliz a la articulación del pedicelo	0,071	0,271	0,167
Longitud del cáliz	0,006	0,173	-0,292
Longitud del acumen del cáliz	0,059	-0,277	-0,223
Longitud del lóbulo del cáliz	-0,176	0,125	-0,039
Longitud desde la base hasta el ápice del lóbulo del cáliz	0,072	-0,313	-0,136
Radio de la corola	0,206	0,206	-0,962
Longitud del centro de la corola a la unión del lóbulo	-0,031	0,323	-0,102
Ancho del lóbulo de la corola	0,239	-0,000	-0,114
Longitud desde la base hasta el ápice del lóbulo de la corola	0,226	-0,007	-0,053
Longitud de la antera	0,094	-0,283	-0,195
Longitud del estilo	-0,019	-0,161	0,308
Exserción del estilo	0,021	0,037	0,383
Número de hojas	0,151	-0,095	-0,153
<b>Autovalores</b>	14,47	7,68	6,71
<b>Proporción de la variabilidad explicada %</b>	45,2	24	21
<b>Porcentaje acumulado</b>	45,2	69	90

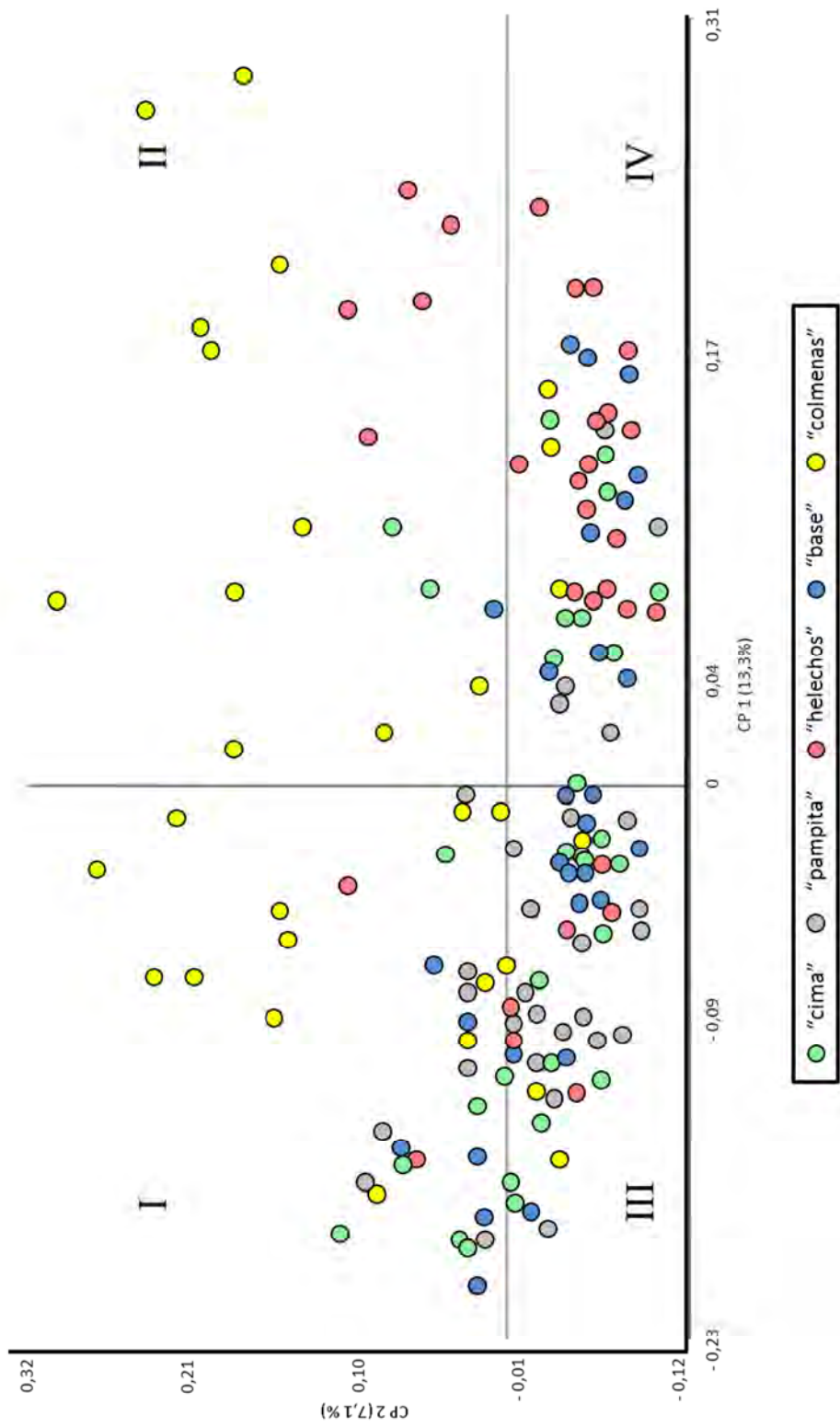
Celdas color lila indican coeficientes de mayor peso en cada autovector.



**Figura 8.** Análisis de Componentes Principales de los promedios de las 30 plantas por sitio para los diferentes caracteres morfológicos.

#### 4.2.2. Análisis de coordenadas principales

Para el análisis en forma conjunta de los caracteres morfológicos (cualitativos y cuantitativos) se realizó un Análisis de Coordenadas Principales (AcoordP), y se empleó el coeficiente de similitud general de Gower (Gower, 1971). En el AcoordP las dos primeras coordenadas explicaron un 13,3 % y 7,1 % respectivamente, de la variabilidad total (Fig. 9). En la figura 9, se observa que con este análisis tampoco fue posible diferenciar grupos.



**Figura 9.** Análisis de Coordenadas Principales de los caracteres morfológicos cuali y cuantitativos a partir del coeficiente de similitud general de Gower (Gower 1971).



## 5. Caracterización molecular

### 5.1. *Análisis de la varianza molecular (AMOVA)*

El análisis de la distribución de la diversidad genética entre y dentro de los diferentes sitios mostró que el 85,85 % de la variación total se distribuyó dentro de los sitios. Por otro lado, el porcentaje de variación fue menor entre sitios (14,15%) (Tabla 11).

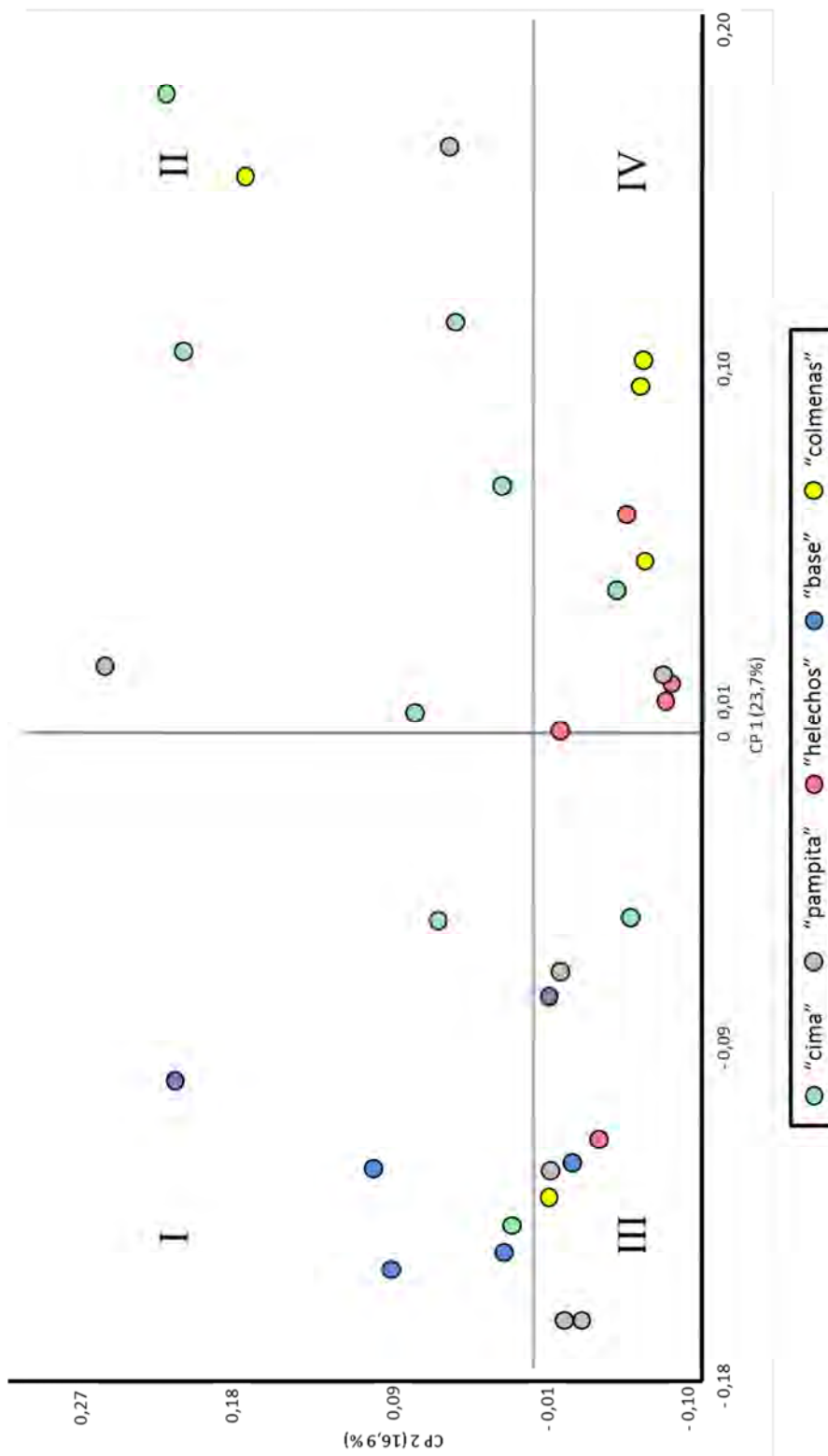
**Tabla 11.** AMOVA basado en los datos de los seis microsatélites utilizados.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Componentes de la varianza	Porcentaje de variación	P
Entre sitios	4	26,122	0,43407	14,15	p < 0,001
Dentro de sitios	40	105,344	2,63361	85,85	p < 0,001
<b>Total</b>	44	131,467	3,06768		

p < 0.001 prueba significativa después de 1023 permutaciones.

### 5.2. *Análisis multivariado*

Para el análisis de los caracteres moleculares se realizó un Análisis de Coordenadas Principales (AcoordP), y se empleó el coeficiente de similitud *simple matching* o “emparejamiento simple”. En el AcoordP las dos primeras coordenadas explicaron un 23,7 % y 16,9 % respectivamente, de la variabilidad total (Fig. 10). En la figura 10, se observa que con este análisis tampoco fue posible diferenciar grupos.



**Figura 10.** Análisis de Coordenadas Principales de los caracteres moleculares a partir del coeficiente de similitud *simple matching* o “emparejamiento simple”.

### 5.3. Evaluación de los caracteres moleculares

#### 5.3.1. Índice de contenido polimórfico (PIC)

Los valores de Índice de Contenido Polimórfico (PIC) obtenidos para los seis marcadores microsatélites variaron entre 0,32 y 0,82, con un valor promedio de 0,6. El marcador Sti 004 originó el valor de PIC más elevado (0,82), mientras que para el Sti 001 el valor del PIC fue el mas bajo (0,32).

El número de bandas promedio fue de 10,33, con un rango comprendido entre 7 (Stg 001) y 16 (Sti 004), mientras que el número de perfiles de bandas amplificadas varió entre 4 (Stg 0016) y 16 (Sti 004), con un valor promedio de patrones de bandas de 8 (Tabla 12).

**Tabla 12.** Número de bandas, número de patrones y valores de PIC para los seis SSRs analizados.

Microsatélite	Número de bandas	Número de patrones	PIC
Sti 004	16	16	0,82
Sti 030	8	6	0,63
Stg 001	7	5	0,64
Stg 0016	12	4	0,59
Sti 001	9	7	0,32
Sti 012	10	10	0,60
<b>Promedio</b>	10,33	8	0,60

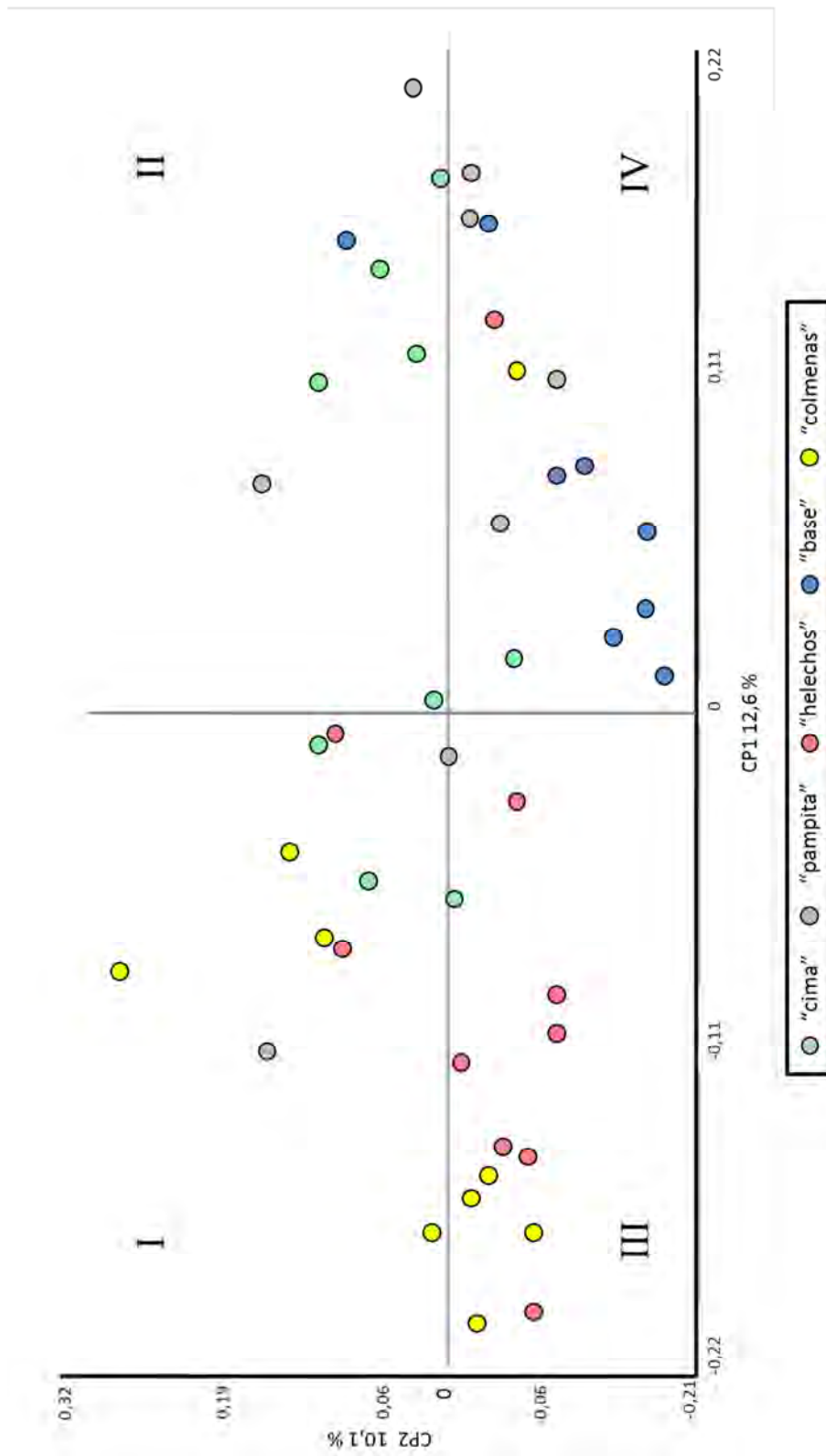
#### 5.3.2. FST

El cálculo del coeficiente de diferenciación genética (Fst) dio un valor de 0,1415, y según Wright (1978) esto indicaría una diferenciación genética moderada entre sitios.

## 6. Análisis conjunto de caracteres morfológicos y moleculares

Para el análisis en forma conjunta de los caracteres morfológicos (cualitativos y cuantitativos) y moleculares se realizó un Análisis de Coordenadas Principales (AcoordP), y se empleó el coeficiente de similitud general de Gower (Gower, 1971). En el AcoordP las dos primeras coordenadas explicaron un 12,6 % y 10,1 %

respectivamente, de la variabilidad total (Figura 11). En la figura 11, se observa que con este análisis tampoco fue posible diferenciar grupos. Sin embargo, las plantas provenientes de los sitios “colmenas” y “helechos” se agruparon en su mayoría, en los cuadrantes I y III. Las plantas provenientes del sitio “base” se posicionaron en su mayoría en el cuadrante IV, las plantas de la “cima” se ubicaron mayormente en los cuadrantes I y II y por último las del sitio “pampita” se encontraron en los cuadrantes II y IV.



**Figura 11.** Análisis de Coordenadas Principales de caracteres moleculares y morfológicos cuali y cuantitativos a partir del coeficiente de similitud general de Gower.

## 7. Estudio fenológico de *Solanum commersonii*

En otoño del año 2014 pudo observarse que en general, en los cinco sitios de estudio, se registraron todos los estadios de cmm: etapa vegetativa; inicio de la floración; floración y fructificación; fructificación y senescencia (excepto reposo). Mientras que en invierno el estadio predominante fue senescencia. En la primavera, si bien un bajo porcentaje de plantas reinició la brotación en cuatro sitios, el mayor porcentaje permaneció en reposo. En el verano 2014-2015, el 100% de las plantas permanecieron en reposo ya que las que habían reiniciado su brotación se secaron (Tabla 13, A). Estos resultados fueron muy diferentes a los observados en el año 2015 en el que las plantas de cmm se mantuvieron en reposo durante el otoño y el invierno y reiniciaron su crecimiento en la primavera. Esta situación se presentó en todos los sitios con excepción de “helechos”, en el que hasta la actualidad, las plantas se mantienen en el estado de reposo (Tabla 13, B).

En el año 2015, en la mayoría de los sitios, las parcelas establecidas se cubrieron de “paja colorada” (*Paspalum quadrifarium*) y no se registró la presencia de *S. commersonii* en las mismas. Sin embargo, en los mismos sitios donde ocurrió algún disturbio (pastoreo, corte de pasto, remoción de suelo por factores antrópicos, etc.) o en los lugares donde la “paja colorada” no fue la especie dominante sí se observó a cmm. Por esta razón, se registró el estadio general predominante en que las plantas se encontraban y al no poder realizar un seguimiento individual de las mismas no se calculó el porcentaje en cada estadio (Tabla 13, B).

**Tabla 13.** (A) Registros fenológicos de *Solanum commersonii* del año 2014 (con porcentajes) y (B) 2015 (sin porcentajes). V (vegetativo), IF (inicio de floración), FF (floración y fructificación), F (fructificación), S (senescencia) y R (reposo).

A)

ESTACIÓN	SITIOS	V	IF	FF	F	S	R
OTOÑO 2014	“cima”	20	33,3	3,3		43,3	
	“base”	10	36,6	13,3	26,6	13,3	
	“helechos”	33,3	36,6	10	10	10	
	“pampita”	10	63,3	10	16,7		
	“colmenas”		26,6	16,6	33,3	23,3	
FIN DE OTOÑO 2014	“cima”	3,3	3,3			93,3	
	“base”		6,6		6,6	86,6	
	“helechos”	3,3	6,6		3,3	86,6	
	“pampita”	3,3	23,3		6,6	66,6	
	“colmenas”	3,3			13,3	83,3	

INVIERNO 2014	"cima"	3,3				96,6
	"base"		16,6			83,3
	"helechos"	6,6				93,3
	"pampita"	20		3,3		76,6
	"colmenas"					100
PRIMAVERA 2014	"cima"					100
	"base"	10				90
	"helechos"	6,6				93,3
	"pampita"	23,3				76,6
	"colmenas"	6,6				93,3
VERANO 2014-2015	"cima"					100
	"base"					100
	"helechos"					100
	"pampita"					100
	"colmenas"					100

B)

OTOÑO 2015	"cima"					
	"base"					
	"helechos"					
	"pampita"					
	"colmenas"					
INVIERNO 2015	"cima"					
	"base"					
	"helechos"					
	"pampita"					
	"colmenas"					
PRIMAVERA 2015	"cima"					
	"base"					
	"helechos"					
	"pampita"					
	"colmenas"					
VERANO 2015-2016	"cima"					
	"base"					
	"helechos"					
	"pampita"					
	"colmenas"					
OTOÑO 2016	"cima"					
	"base"					
	"helechos"					
	"pampita"					
	"colmenas"					

Al contrastar los resultados fenológicos con los datos de precipitaciones de los años 2014-2015 se pudo determinar que en el año 2014 las precipitaciones anuales totales fueron de 1334 mm, mientras que en el 2015 los registros de precipitaciones fueron de 735 mm. La mayor diferencia de precipitaciones entre los dos años ocurrió en el mes de marzo, en el cual en el año 2014 la lluvia registrada fue de 210 mm mientras que en

el año 2015 el registro fue de 0 mm. Otra diferencia marcada ocurrió en la primavera, en la que en el año 2014 se acumularon 448 mm y en el 2015 sólo 188 mm (Fig. 2).

### 8. Patrón espacial de las plantas de *Solanum commersonii*

Las plantas de cmm presentaron un patrón agrupado ( $P.E > 1$ ) en todos los sitios, siendo consistente con su forma de propagación vegetativa.

Cada planta se origina de un tubérculo madre, el que luego da origen a varios “estolones” (Fig. 12). En el extremo de cada uno de esos “estolones” se origina un nuevo tubérculo del cual emergerá una nueva planta de cmm. La longitud de estos “estolones” es variable, y si bien no se han hecho mediciones al respecto, se han observado estolones que alcanzan los 70 cm o más, formando de esta manera una trama en el suelo que daría origen a este patrón agrupado (Fig. 13 y 14).



**Figura 12.** Tubérculo madre de *Solanum commersonii*, del que se originan varios “estolones” que darán origen a nuevos tubérculos.





**Figura 13.** Longitud de un “estolón” de *Solanum commersonii* (70 cm.). Fotografía tomada en el sitio “cima”, en la Reserva Natural “Paititi”.

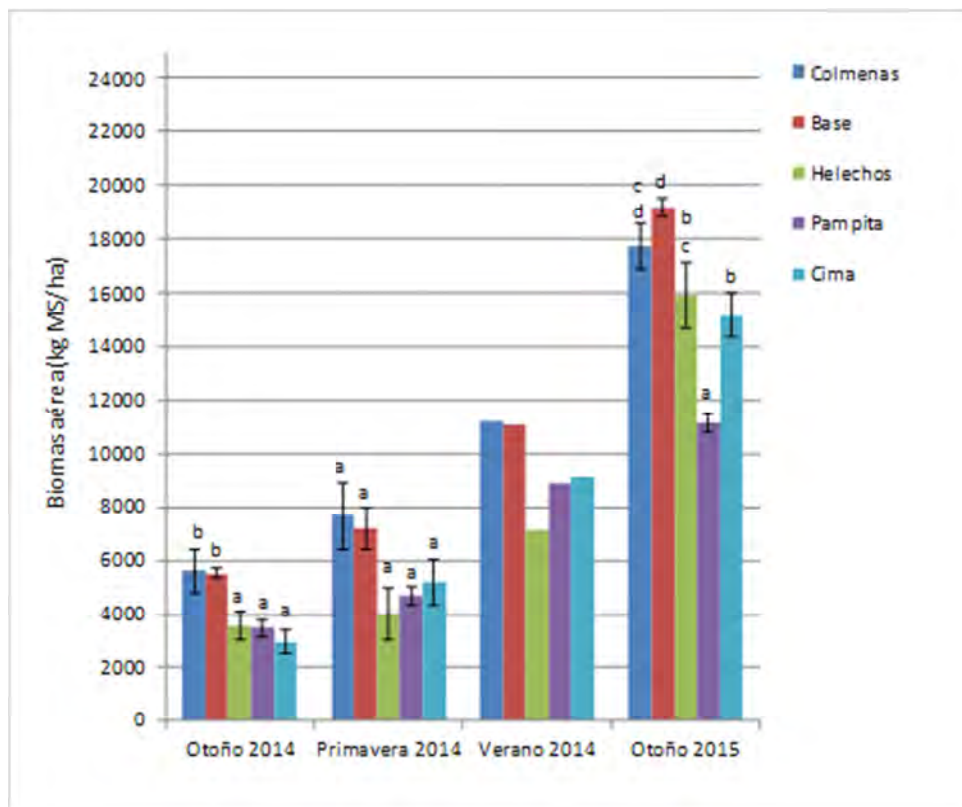


**Figura 14.** Cinco plantas de *Solanum commersonii* originadas de un único tubérculo madre, creciendo debajo del agua. Fotografía tomada en el sitio “cima”, en la Reserva Natural “Paititi”.

## 9. Producción de biomasa en los sitios de estudio

La biomasa aérea acumulada difirió en el tiempo y entre sitios (Fig. 15). En el otoño de 2014, cinco meses después del incendio, la mayor cantidad de materia seca acumulada se produjo en “colmenas” y “base”. En la primavera del año 2014, los sitios que más biomasa acumularon también fueron “colmenas” y “base” aunque no se detectaron diferencias significativas entre los cinco sitios analizados ( $p = 0.06$ ). En el verano 2014-2015, el muestreo no pudo completarse debido a la presencia de serpientes venenosas (*Bothrops* spp.). Se contó con una muestra de los sitios “cima”, “pampita” y “helechos”. Los otros dos sitios (“base” y “colmenas”), fueron estimados extrapolando el promedio del incremento de los tres sitios entre los muestreos de primavera de 2014 y del verano de 2014-2015.

En el otoño de 2015, la “base” fue el sitio con mayor acumulación de materia seca por hectárea, sin embargo no mostró diferencia significativa con el sitio “colmenas”. El menor valor registrado fue en “pampita”. En síntesis, los sitios con mayor acumulación de materia seca fueron “base” y “colmenas” y con excepción de “helechos”, *Paspalum quadrifarium* fue la especie que mayor aporte realizó.



**Figura 15.** Valores medios de la biomasa aérea acumulada ( $\pm$  EE) en los cinco sitios de estudio para las distintas estaciones del año. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

### 1. Caracterización de los sitios de estudio

#### 1.1. *Riqueza específica*

La riqueza específica observada en el presente estudio, se encuentra estrechamente ligada a la heterogeneidad ambiental de la Reserva Natural "Paititi". Según Matteucci y Colma (1982), la diversidad de especies y la composición florística son los atributos más importantes para diferenciar o caracterizar comunidades vegetales.

En los cinco sitios de estudio se identificaron 218 especies, lo que representó el 60,5 % del total registrado en la misma Reserva aunque comparado con un área más amplia que la del presente trabajo (Echeverría *et al.*, 2017). En 40 hectáreas de un total de 220, estos autores relevaron 360 especies. La diferencia entre ambos relevamientos, además de la superficie abarcada, puede explicarse debido a que en este trabajo sólo se incluyeron las especies acompañantes de *Solanum commersonii* en cada uno de los sitios de estudio, y no se relevaron ambientes en los que *cmm* no estaba presente.

Dentro de cada clase, las Poáceas dominaron en el grupo de las Monocotiledóneas, mientras que las Asteráceas lo hicieron entre las Dicotiledóneas. La mayor proporción de Poáceas (22 %) y Asteráceas (21 %) identificadas en relación con las otras familias, coincide con los resultados presentados para otras sierras bonaerenses por Alonso *et al.* (2009), quienes relevaron 204 especies para la sierra La Barrosa (Balcarce, provincia de Buenos Aires, Argentina) y encontraron una representación del 25 % para las Asteráceas, un 21,1 % para las Poáceas, un 5,4 % para las Fabáceas, seguidas por Solanáceas, Ciperáceas, Apiáceas y Convolvuláceas con una representación menor al 3 % del total, cada una. Algo similar ocurrió en el presente estudio en el que las Fabáceas alcanzaron un 6,8 %, las Apiáceas un 4,5 % y por último el resto de las 47 familias con una proporción menor al 2 % cada una. La alta proporción de Poáceas y Asteráceas en relación con las otras familias también fue observada por Echeverría, *et al.* (2017) dentro de la misma Reserva. Además, Valicenti *et al.* (2005), al caracterizar un pajonal serrano en Azul (provincia de Buenos Aires, Argentina), reportaron que de las 152 especies identificadas, el 30,9 % correspondían a Poáceas y el 22,4 % a la familia de las Asteráceas. En la sierra El Volcán (Sistema de Tandilia), Escaray (2007) reportó que de las 210 especies

identificadas allí, el 21,9 % correspondían a Poáceas y el 22,9 % a Asteráceas. Para Sierra de la Ventana, Frangi y Bottino (1995), encontraron que la mayor proporción de especies identificadas pertenecían a las Poáceas (25,8 %) y Asteráceas (15,7 %), al igual que Long y Grassini (1997) en el relevamiento del Parque Provincial Tornquist (Sierras de Ventania, Buenos Aires, Argentina), quienes reportaron un 19,5 % de especies en la familia Poáceas y un 12,9 % en Asteráceas. Otros estudios realizados en pastizales del Partido de Azul (D'Alfonso *et al.*, 2007) y en canchales del sudeste bonaerense (Álvarez *et al.*, 2005) concuerdan con la alta representación de estas dos familias y coincide además con lo que ocurre a nivel provincial (Cabrera, 1963), nacional (Zuloaga *et al.*, 1994; Zuloaga y Morrone, 1999; Barboza, 2013) y mundial (Zomlefer, 1994).

En los sitios estudiados se detectaron seis endemismos exclusivos de la provincia de Buenos Aires (*Baccharis dracunculifolia* ssp. *tandilensis*; *Colletia paradoxa*; *Cypella herbertii*; *Piptochaetium brachyspermum*; *Sommerfeltia spinulosa* y *Vicia setifolia* var. *bonariensis*). Alonso *et al.* (2009), informaron cinco para la sierra La Barrosa, siendo solo dos (*Cypella herbertii* y *Baccharis dracunculifolia* ssp. *tandilensis*) coincidentes con este estudio. *Baccharis dracunculifolia* ssp. *tandilensis* y *Piptochaetium brachyspermum* se encuentran amenazadas en peligro crítico (CR) según Delucchi (2006). Este autor define que un taxón se encuentra en peligro crítico cuando enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en el estado silvestre en el futuro inmediato. *Sommerfeltia spinulosa* y *Colletia paradoxa* están citadas como especies de menor riesgo (LR) según Delucchi (2006), quien considera que un taxón es de menor riesgo cuando, al ser evaluado, no satisfizo ninguna de las categorías previas, y tampoco está en la siguiente categoría. *Cypella herbertii* y *Vicia setifolia* var. *bonariensis* están catalogadas como vulnerables (VU), es decir, cuando no están en peligro crítico pero enfrentan un alto riesgo de extinción en estado silvestre a mediano plazo. El número de endemismos exclusivos para la provincia de Buenos Aires representó el 2,75 % del total de especies registradas. El dato es algo superior al 2,4 % informado por Alonso *et al.* (2009) para la sierra La Barrosa. Mientras tanto, Bertonatti y Corcuera (2000) en trabajos realizados en la eco-región Pampas (Argentina) encontraron un nivel de endemismos bajo, que no superó el 0,25 %.

El porcentaje de especies nativas no endémicas fue elevado (46,79 %), y si se tiene en cuenta el porcentaje de nativas endémicas (27,06 %) se obtiene un valor similar (73,86 %) al 72,8% reportado por Echeverría *et al.* (2017) para un área mayor dentro

de la Reserva Natural "Paititi" y un poco menor al informado por Alonso *et al.* (2009) para la sierra La Barrosa (79,9 %).

El porcentaje de especies exóticas en La Barrosa (Alonso *et al.*, 2009) y en la sierra El Volcán (Escaray, 2007) fue de 20,1 % y 15 % respectivamente. Ambos valores son menores al encontrado en este trabajo en el que se registró un 25,23 %. Sin embargo, fue similar al que se obtuvo para el Parque Provincial E. Tornquist (25 %) (Long y Grassini, 1997) y para la Reserva Natural "Paititi" (26,1 %) (Echeverría *et al.*, 2017) y menor que el observado para los pastizales serranos de Azul (33 %) (Valicenti *et al.*, 2005). En los ambientes serranos, el efecto de algunas alteraciones como el fuego, la explotación de canteras, las actividades turísticas o recreativas, el pastoreo, la agricultura y la forestación, son entre otras las causas de la aparición de especies exóticas, que encuentran nichos favorables luego del disturbio para establecerse en ambientes antes colonizados por especies nativas (Valicenti *et al.*, 2005).

Los pastizales de la Reserva Natural "Paititi" son pastoreados por el ganado vacuno. Se han observado animales muertos en los sitios "colmenas", "helechos" y "pampita" y, según información del dueño de la Reserva, la causa del deceso podría ser el consumo de especies tóxicas (Zugasti, E., com. pers, 2015). La familia Asteráceas es la que cuenta con el mayor número de especies asociadas a intoxicaciones principalmente en bovinos, seguida por Poáceas, Solanáceas y Fabáceas (García y Santos y Capelli, 2015). En Argentina y países limítrofes, la amenaza a la ganadería de especies tóxicas de la familia Asteráceas, está representada mayormente por el "mío-mío" o "romerillo" (*Baccharis coridifolia*), que afecta el sistema digestivo con rápidos y fatales efectos en el ganado (Del Vitto y Petenatti, 2015). Ésta fue una de las especies que se identificó en los sitios "cima" y "helechos".

Otra de las Asteráceas identificadas no solo en la "cima" y "helechos", sino también en "pampita" fue *Senecio selloi*, que provoca alteraciones hepáticas. Esta última especie, si bien ha sido citada por Delucchi (2006) como amenazada en la categoría de menor riesgo (LR), se ha observado que se comporta como una especie invasora en pastizales de Balcarce y Ayacucho (Buenos Aires, Argentina) (Vignolio, O., com. pers., 2017). Fernández (2011) ha advertido la aparente expansión de poblaciones de *Senecio selloi* al sur del Río Salado, lo cual representa una amenaza para la producción vacuna predominante en la Pampa Deprimida. Según Rípodas (2016), en muchos campos de Dolores y Cuenca del Salado (Buenos Aires, Argentina) *S. selloi*

se ha diseminado en forma indiscriminada debido a la gran cantidad de capítulos que produce, los que contienen numerosas semillas viables (60-200 semillas/capítulo).

En los sitios “colmenas” y “base” se encuentra una especie nativa, perenne, perteneciente a la familia de las Solanáceas y que también es tóxica para el ganado, el “duraznillo negro” (*Cestrum parqui*).

En cuanto a la riqueza de especies, en la “cima” se registró el mayor número (113). Esto coincide con la menor producción de biomasa de *Paspalum quadrifarium* y *P. exaltatum* (Ispizúa *et al.*, 2015; Garavano *et al.*, 2015). Mientras que en “colmenas”, uno de los sitios en el que la acumulación de biomasa aérea es alta debido a la presencia del pastizal, se registró el menor número de especies (51). En referencia a esto, los modelos de Huston, (1979; 2004) que describen la dinámica de comunidades vegetales, destacan que la menor diversidad de especies se produce con la máxima acumulación de biomasa, consistente con el estado clímax (Grime, 1979). La mayor riqueza específica determinada en “cima” también guarda relación con la heterogeneidad del terreno, ya que es una superficie irregular, con microrrelieves y desniveles en diferentes direcciones. En tal sentido, es posible encontrar distintos microambientes, determinados por diferencias en la exposición a la luz y contenido de nutrientes (alto contenido de fósforo y nitrógeno) que permiten el desarrollo de una flora específica y variada (Lizzi *et al.*, 2007; Zuñiga Palma, 2010). Lo mencionado aquí podría ser la causa de que la “cima” también sea el sitio con mayor número de especies exclusivas (49).

En la “cima” se registraron algunas especies exóticas, entre las cuales merece especial atención *Rubus ulmifolius*, “zarzamora”, un arbusto espinoso, voluble, con ramas de hasta 3 m de longitud, péndulas. Hojas imparipinnadas de borde dentado-aserrado, verde oscuras en el haz y blanco tomentosas en el envés. Fruto multidrupa, de color rojo tornándose negro a la madurez. Esta especie, originaria de Eurasia, es una de las invasoras más agresivas en distintas regiones del mundo ya que es difícil de erradicar por su capacidad de propagarse tanto sexual como asexualmente; sus frutos son consumidos por las aves y mamíferos por lo que las semillas se diseminan con las heces (Mazzolari y Comparatore, 2014; Herrera *et al.*, 2016). Debido a que es muy difícil su control, constituye un serio problema para la flora endémica y nativa de diferentes ecosistemas invadidos (Greimler *et al.*, 2002; Ricci, 2006; Mazzolari *et al.*, 2011; Gutiérrez Guzmán, 2014; Mazzolari y Comparatore, 2014).

También, en el sitio “cima” se identificaron especies nativas endémicas. Entre ellas, se destaca un endemismo de la provincia de Buenos Aires: *Sommerfeltia spinulosa*, la

que como se mencionó anteriormente, se encuentra amenazada con cierto riesgo de extinción (Delucchi, 2006).

El sitio “pampita” es una ladera suavemente inclinada en la que se observan afloramientos rocosos. Tiene la particularidad de poseer un pequeño manantial de agua, principalmente en invierno - primavera, que corre y se acumula sobre el sustrato rocoso. Si bien es difícil de analizar, se estima que la disponibilidad de agua ha incidido favorablemente en la propagación de una especie invasora, *Acacia melanoxylon* (“acacia negra”). La misma, ha invadido ensayos experimentales y caminos. Además, el afloramiento de agua podría ser una de las causas de que “pampita” sea el segundo sitio con alta riqueza específica (98) y alto número de especies exclusivas (27). Aquí se identificó a *Vicia setifolia* var. *bonariensis*, una leguminosa herbácea, endémica para la provincia de Buenos Aires, y citada como amenazada, en la categoría de vulnerable por Delucchi (2006).

El sitio “helechos” es el más particular de todos. Las especies más abundantes fueron las nativas no endémicas *Spergula villosa* y dos helechos: *Rumohra adiantiformis* y *Pteridium arachnoideum*, siendo esta última la especie dominante. Entre las especies se encontraron dos endemismos para Buenos Aires que, como se comentó antes, se encuentran en la lista de especies amenazadas publicada por Delucchi (2006) y que son: *Cypella herbertii* y *Piptochaetium brachyspermum*. Algunos sectores del sitio “helechos” se encuentran invadidos por una gramínea exótica, *Holcus lanatus* (“capín lanudo” o “pasto lanudo”). *Holcus lanatus* posee un sistema radicular que puede crecer tanto en profundidad como superficialmente. Las cualidades mencionadas le confieren mayor habilidad competitiva comparada con otras especies frente a un amplio rango de fertilidad del suelo. Es tolerante a ciertos niveles de acidez, tiene crecimiento otoño-invierno-primaveral con un valor nutritivo aceptable y una tolerancia media a la defoliación intensa y frecuente (Martínez, 2008). *Holcus lanatus* formó un tapiz vegetal denso, impidiendo el crecimiento de varias especies y el rebrote de los tubérculos de la especie en estudio. Sin embargo, el sistema reproductivo imperante de cmm, tanto sexual como asexual, favoreció la persistencia de la especie bajo estas condiciones. Se pudo corroborar mediante excavaciones, la presencia de tubérculos de cmm. La baja riqueza específica (61) observada en “helechos” pudo deberse no sólo a la alta habilidad competitiva de *H. lanatus* sino también a los efectos alelopáticos que se han documentado en esta especie (Thompson y Turkington, 1988).

En el sitio “base” la riqueza específica fue media (67 especies identificadas), mientras que en “colmenas” se observó la menor (51). Estos valores pueden explicarse por la presencia de *Acacia melanoxylon*, *Paspalum quadrifarium* y *P. exaltatum*. *Acacia melanoxylon* es una leguminosa introducida, valorada como especie forestal y ornamental, sobre todo como fuente de madera (Carranza, 2007). Además, por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, es utilizada para revegetar suelos degradados (Ferrari y Wall, 2004). Sin embargo, a pesar de estas cualidades, por su capacidad de propagación sexual y asexual, su crecimiento amenaza la riqueza y el funcionamiento de los ecosistemas de pastizales nativos relictuales de diferentes ambientes (Matthews, 2005). Produce numerosas semillas que se dispersan ampliamente con la ayuda de las aves y del viento. Las semillas se mantienen viables en el suelo durante largos periodos de tiempo y germinan fácilmente cuando las condiciones son favorables. Además, si los árboles se talan, los tocones rebrotan con gran vigor y si no se trata el tocón con herbicidas o se extrae el ejemplar completo forman un monte bajo (Matthews, 2005). La invasión de *Acacia melanoxylon* es un grave problema para la biodiversidad de la Reserva Natural “Paititi”, ha invadido los cinco sitios de estudio y es la invasora más importante de la Reserva debido a la gran velocidad con la que se está propagando. En sitios en donde hace unos años no se observaba o se la encontraba en muy baja densidad, después del incendio acontecido se diseminó y ha ido colonizando, desplazando especies y por lo tanto disminuyendo la diversidad. En referencia a esto, Sanhueza y Zalba (2014), estudiaron el efecto del fuego sobre la germinación de otra especie perteneciente a la familia Leguminosas (*Spartium junceum* L., “retama”). *Spartium junceum* es una invasora de pastizales naturales en las sierras australes bonaerenses. Los autores concluyeron que las altas temperaturas durante períodos cortos, lesiones en la cubierta seminal y disturbios del suelo favorecen considerablemente la germinación y estimulan los procesos de invasión.

Por otra parte, *Paspalum quadrifarium* y *P. exaltatum* presentan una gran acumulación de biomasa en el estado clímax de la comunidad. La acumulación de biomasa, además de generar riesgos de incendios, genera condiciones ambientales que dificultan el establecimiento de otras especies a partir del banco de semillas y/o propagación vegetativa (Latterra *et al.*, 2003).



## 1.2. Similitud florística entre los sitios de estudio

En pastizales serranos como los de Córdoba (Argentina) y los de Sierra de la Ventana (Argentina), la similitud florística de sus comunidades puede variar con el pastoreo y otras condiciones ambientales no controladas que generan una diversidad de microclimas y de suelos vinculados con su topografía (Kristensen y Frangi, 1995; Pucheta *et al.*, 1998; Frangi y Bottino, 1995; Lizzi *et al.*, 2007).

Las comunidades vegetales de la Reserva sufrieron al mismo tiempo un único disturbio, el fuego en el verano de 2014. En tal sentido, la similitud florística entre sitios es el resultado de las plantas de diferentes especies que sobrevivieron al fuego y de las condiciones ambientales imperantes de cada sitio que facilitaron el establecimiento de las plántulas a partir del banco de semillas y su posterior crecimiento.

La menor similitud florística (21,82 %) se observó entre los sitios “colmenas” y “cima”. Ambos sitios son similares con respecto al nivel de fertilidad del suelo y la mayor diferencia se observa en el contenido de fósforo disponible, el que alcanza un valor de 26,4 % para la “cima” y un 17,5 % para “colmenas”. Sin embargo, los sitios “cima” y “colmenas” se encuentran muy distantes entre sí, los separa no solo la altura sino también la presencia de un arroyo que deja a “colmenas” del lado opuesto al del resto de la Reserva. Esto, sumado a los diferentes microambientes descriptos anteriormente para “cima” y la presencia de *Paspalum quadrifarium* y *P. exaltatum* como especies dominantes en “colmenas”, podrían ser las causas de la diferencia en la similitud florística para estos dos sitios. Por otra parte, los sitios con mayor similitud según el índice de Sorensen, fueron “cima” y “pampita” (48,15 %), lo que guarda relación con la proximidad entre ambos, y las características edáficas similares; son hapludoles líticos, tienen similar espesor de horizonte A, contenido de materia orgánica y nitrógeno.

*Solanum commersonii* es una especie de amplia distribución que se caracteriza por colonizar ambientes muy diversos. Como consecuencia de su sistema de reproducción (sexual y asexual) presenta una gran persistencia, por lo que puede colonizar áreas que están sometidas a pastoreo intensivo, quemadas y otras situaciones de disturbio (Latterra *et al.*, 2003). La presencia de cmm en cada uno de los sitios se encuentra asociada al sistema reproductivo de la especie, la flora acompañante, el ambiente, los disturbios y las precipitaciones. En los sitios “base” y “colmenas”, cmm se encuentra asociada al pajonal de *Paspalum quadrifarium* y *P. exaltatum* por lo que se la observó creciendo en los claros que quedan entre las matas de “paja colorada”. En el sitio

“helechos” se la observó creciendo debajo de *Pteridium arachnoideum* o entre las rocas. Sin embargo posteriormente, cuando la población de este helecho disminuyó y el sitio fue invadido por *Holcus lanatus* no se pudo observar a cmm creciendo en estado vegetativo y/o reproductivo pero se evidenció la presencia de los tubérculos en el suelo. Los sitios “pampita” y “cima” presentan microambientes muy diversos, por lo tanto fueron los sitios en donde más heterogéneos fueron los microambientes donde se observó a cmm. Así, en ambos sitios, cmm fue observada creciendo en gran diversidad de microsítios, sobre suelo desnudo, entre las grietas de las rocas, entre el agua que se acumula sobre el sustrato rocoso, sobre materia fecal del ganado, entre el pajonal de “paja colorada” y al resguardo de algunas especies de mayor porte (Fig. 16).



**Figura 16.** Diversidad de microambientes donde fue observada *Solanum commersonii*. **A.** sobre materia fecal del ganado; **B.** entre el agua que se acumula sobre el sustrato rocoso; **C y D.** entre las grietas de las rocas; **E.** sobre suelo desnudo; **F.** entre el pajonal de “paja colorada”; **G.** al resguardo de especies de mayor porte.

## 2. Fenología de *Solanum commersonii*

Según Clausen *et al.* (2013) y Spooner *et al.* (2016), *S. commersonii* vegeta, florece y fructifica desde la primavera hasta el otoño, y en invierno pierde su parte aérea. Posteriormente, reinicia su crecimiento a partir de los tubérculos y/o produciendo nuevas plantas a partir de semillas. Sin embargo en el presente estudio, el comportamiento no se mantuvo. Teniendo en cuenta los resultados del estudio fenológico, se pudo observar que en el otoño del año 2014, las plantas de cmm presentaron todos sus estadíos, luego senescieron y pasaron a reposo hasta la primavera del año 2015, donde comenzaron a rebrotar en todos los sitios con excepción de “helechos”. Las diferencias fenológicas observadas aquí podrían explicarse a partir de los registros de precipitaciones. Según Hawkes y Hjerting (1969), la época de floración de cmm ocurre principalmente desde el mes de febrero hasta el mes de mayo; también puede presentarse un pico de floración desde junio a julio o desde septiembre a enero con un pequeño período de floración en noviembre. Por lo tanto, es capaz de florecer en el invierno cuando las heladas nocturnas son leves. Los mismos autores señalan además, que en años de clima muy seco, cmm no pudo ser encontrada en Balcarce. Por otro lado, Clausen *et al.* (2013) citan el período de floración y fructificación de cmm desde julio a octubre. De acuerdo los reportes, podemos inferir que la fenología de cmm es muy variable y está supeditada a la flora acompañante y a las condiciones climáticas imperantes, especialmente a la disponibilidad hídrica, ya que revela un comportamiento de alto requerimiento hídrico para su rebrote y establecimiento. Además, Mozo (2016) generó mapas temáticos para caracterizar áreas o ambientes de la Argentina en donde es posible encontrar a cmm y concluyó que esta especie se distribuye en un amplio rango de temperaturas que oscilan entre los 0 y 40° C, con un rango de precipitaciones de 700 a 1200 mm anuales. También informó que es posible identificar a la especie en diferentes tipos de suelo, pero todos con algún grado de hidromorfismo.

Como se mencionó anteriormente, en el sitio “helechos” las plantas de cmm se mantuvieron en reposo a partir del verano 2014-2015; luego vegetaron y algunas iniciaron la floración en invierno de 2015, pero seguramente debido a las heladas pasaron a reposo y permanecieron así hasta la actualidad. Lo observado podría explicarse desde el punto de vista de la competencia. Es decir el sitio “helechos”, antes dominado por *Pteridium arachnoideum*, seguramente debido a la sequía, modificó su composición florística dando espacio a la invasión de *Holcus lanatus*,

especie que formó un tapiz vegetal y podría estar impidiendo el rebrote de los tubérculos y/o el establecimiento de las plántulas de cmm a partir del banco de semillas.

Otra observación realizada a lo largo de los años en los que se llevó adelante el estudio fue que las plantas de cmm ubicadas en el sitio “base” fueron, año tras año, las primeras en florecer.

### **3. Caracterización morfológica y molecular de *Solanum commersonii***

Los resultados obtenidos de la caracterización morfológica, cuando se consideraron todas las plantas de cmm (150) provenientes de los distintos sitios de estudio, no detectaron variabilidad entre los sitios. Sin embargo, al realizar el Análisis de Componentes Principales con los promedios de cada sitio se pudieron evidenciar algunas diferencias. Las plantas provenientes del sitio “helechos” fueron las que registraron los mayores valores promedios en los caracteres asociados al tamaño de la hoja. El sitio presenta un microambiente particular, es un rellano de ladera con exposición sudoeste, con una profundidad de suelo de 90 cm y un contenido de materia orgánica de 11,1 % (valores mayores a los registrados en los otros cuatro sitios). Las condiciones mencionadas crean un ambiente adecuado para el establecimiento de una especie dominante, *Pteridium arachnoideum*, un helecho de gran porte que genera un ambiente sombrío y húmedo. Lo mencionado anteriormente podría explicar los valores promedios mayores registrados en los caracteres asociados al tamaño de las hojas en cmm. Los caracteres cuantitativos vegetativos fueron los que contribuyeron en mayor medida en la diferenciación detectada, y entre ellos, los relacionados con las hojas. Lo mismo fue observado por Prieto *et al.* (2016), quienes estudiaron a nivel morfológico poblaciones de cmm provenientes de diferentes sitios y ambientes dentro de su área de distribución obtenidas a partir de semillas provistas por el Banco BAL. Si bien encontraron algunas diferencias, sobre todo en los caracteres vegetativos asociados a las hojas, no pudieron correlacionarlas con el ambiente del cual provenían las poblaciones (campo bajo, sierra y médanos). Según los mismos autores, las poblaciones de cmm, a pesar de integrar la vegetación de sierras, campos bajos o médanos, se desarrollan en microambientes similares, sitios que les proveen protección y en los que encuentran una buena disponibilidad de humedad.

Juned *et al.* (1988) trabajaron con *Solanum chacoense*, una especie de papa tuberosa silvestre que se distribuye ampliamente en la Argentina. Encontraron diferencias en los caracteres morfológicos de las plantas estudiadas, relacionados a la altura de la planta, la longitud del peciolulo, la posición de la articulación del pedicelo y la longitud del acumen del cáliz, pudiendo correlacionar los resultados con los gradientes altitudinales.

Miller y Spooner (1996) utilizando marcadores morfológicos y moleculares (RAPDs), detectaron que las poblaciones de *S. chacoense* provenientes de ambientes ubicados a baja altura (menos de 1500 m.s.n.m.) podían diferenciarse con dificultad de aquellas provenientes de áreas de mayor altura en el noroeste argentino. Ambos trabajos incluyeron ambientes muy diversos, con amplios gradientes altitudinales. Hidalgo (2013) estudió *in situ* poblaciones de *Solanum kurtzianum* distribuidas a diferentes alturas en la Reserva Natural Villavicencio (provincia de Mendoza, Argentina). Del análisis del fenograma, surgió una separación del grupo de muestras recolectadas a altitudes por debajo de 1750 m.s.n.m. con respecto a otras ubicadas entre los 1800 y 2166 m.s.n.m. Según la autora, la separación podría explicarse por una diferente presión de selección, de acuerdo con las variaciones en las condiciones ambientales microclimáticas entre los sitios. Sin embargo, no pudo corroborar esta diferenciación con el Análisis de Coordenadas Principales, lo que restaría apoyo a esta posible asociación entre variabilidad genética y altitud.

Marfil y Masuelli (2013), analizaron la variabilidad genética de poblaciones de *Solanum kurtzianum* distribuidas en Mendoza, incluidas poblaciones de la Reserva Natural Villavicencio, mediante marcadores moleculares (AFLPs) y encontraron que las plantas no se agrupaban de acuerdo a su origen geográfico. Esto mismo se ha demostrado para otras especies silvestres de papa como *Solanum jamesii* Dunal. y *S. fendleri* A. Gray (del Río *et al.*, 2001), *S. sucrense* Hawkes (del Río y Bamberg, 2002), *S. acaule* y *S. albicans* (Ochoa) Ochoa (McGregor *et al.*, 2002).

La caracterización morfológica, y en particular los caracteres cuantitativos, no siempre reflejan la variación genética real, debido a que el fenotipo está determinado parcialmente por la información genética del individuo e influenciado por el ambiente donde se desarrolla (Hamilton *et al.*, 2002). Según Hunter y Heywood (2011), para comparar poblaciones y decidir cuales seleccionar para conservar y qué poblaciones monitorear para evaluar cambios en la diversidad genética a través del tiempo, es necesario evaluar la diversidad genética de la población objetivo. Esta evaluación

debe tener en cuenta la cantidad total de genotipos o alelos (riqueza) y la frecuencia de diferentes genotipos o alelos (uniformidad).

En el presente estudio se realizó la caracterización molecular de 10 plantas por sitio utilizando marcadores moleculares de tipo microsatélites (SSRs). El análisis de la distribución de la diversidad genética a diferentes niveles de altura o sitios mediante el AMOVA demostró que el 85,85 % de la variación total se distribuyó dentro de los sitios; por otro lado, el porcentaje de variación fue menor entre sitios (14,15 %). Con los resultados obtenidos se podría inferir que todas las plantas analizadas integrarían una misma población. Sin embargo, al realizar el cálculo del coeficiente de diferenciación genética ( $F_{st}$ ) se obtuvo un valor de 0,14 y según Wright (1978), podría estar ocurriendo una estructuración poblacional moderada entre sitios. En base a los resultados, se hipotetizó que el sitio “colmenas”, que presenta una barrera física al estar separado del resto de los sitios por un arroyo, podría ser el causante de esta estructuración moderada ya que el aislamiento natural podría impedir el flujo génico entre las plantas provenientes de “colmenas” con respecto a las de los demás. Por lo tanto, se realizó un análisis comparando cada sitio con los cuatro restantes y se encontró que el sitio que produciría esta diferenciación sería la “base” ya que al compararla con los demás sitios el valor de  $F_{st}$  ascendía a 0,20. El valor de  $F_{st}$ , en adición con la observación de que cmm florece año tras año antes en el sitio “base”, podrían ser evidencias de que la “base” sería el sitio causante de la aparente estructuración poblacional. *Solanum commersonii* es una especie alógama por lo que el sistema de apareamiento promueve el movimiento del polen entre los individuos y posibilita que los alelos sean compartidos ampliamente entre poblaciones, reduciendo así la diferenciación entre ellas. A pesar de ello, probablemente el flujo génico entre las plantas del sitio “base” y las del resto, podría estar total o parcialmente restringido al menos en una primera etapa. Luego, la floración en todos los sitios se superpone y se promovería el flujo génico entre las plantas de cmm de todos los sitios. En general, en las papas, la polinización natural es entomófila, siendo los principales visitantes de las flores integrantes de la superfamilia Apoidea, familia Apidae, subfamilias Apinae, en la que se incluyen 19 tribus dentro de las cuales se encuentra la tribu Bombini, que comprende varias especies de abejas del género *Bombus*, vulgarmente denominados “abejorros” (Abrahamovich *et al.*, 2007). Estas especies de *Bombus* pueden dispersar el polen a distancias que oscilan desde los 100 a los 1800 metros (Walther-Hellwig y Frankl, 2000). Teniendo en cuenta que la mayor distancia entre sitios es de 806 m

(entre “colmenas” y “cima”) los polinizadores podrían estar visitando todos los sitios una vez que la floración se hace uniforme.

El cálculo del Índice de Contenido Polimórfico (PIC) confirió una estimación del poder discriminatorio logrado por cada uno de los microsatélites analizados. En el presente estudio, el promedio de los valores de PIC para los seis microsatélites fue de 0,6. Dicho valor fue superior al obtenido por Atencio (2011) quien reportó un PIC promedio de 0,32 para cuatro SSRs utilizados para caracterizar clones de una variedad andina de papa (“collareja”) correspondiente a la especie *Solanum tuberosum* spp. *andigena* coleccionada en un campo de un productor en la provincia de Jujuy. En el mismo trabajo, el autor, utilizó tres SSRs para caracterizar germoplasma de la colección de papas *andigenas* del Banco BAL y obtuvo un valor de PIC promedio de 0,83, siendo el Sti 012 el microsatélite con mayor PIC (0,9) y el Sti 001 el de menor (0,78). En el presente trabajo se obtuvo un valor de PIC de 0,6 para el Sti 012 y para el Sti 001 el PIC fue de 0,32.

Cadima Fuentes *et al.* (2017a), utilizaron marcadores moleculares de tipo microsatélites con el objetivo de valorar la riqueza genética de la papa cultivada proveniente de cuatro centros de alta agrobiodiversidad de Bolivia (Norte Potosí, Colomi-Cochabamba, Altiplano Norte-La Paz y Transecto Lago Titicaca-La Paz), y determinar su representatividad de acuerdo a la diversidad total encontrada en la colección nacional de papa boliviana. Entre el total de microsatélites utilizados allí, seis coincidieron con los que fueron empleados en el presente estudio (Sti 001, Sti 004, Sti 012, Sti 030, Stg 0001 y Stg 0016). Los autores informaron que los valores de PIC por microsatélite variaron entre 0,13 y 0,85 para la colección de papa del Norte Potosí. Los datos son similares a los obtenidos en el presente trabajo, donde los valores de PIC variaron entre 0,32 y 0,82, con un valor promedio de 0,6. Un valor similar fue obtenido por Siri *et al.* (2009), quienes al calcular un parámetro similar al PIC, denominado índice de diversidad (DI) en un trabajo realizado en Uruguay, con el objetivo de estudiar la diversidad genética dentro de *Solanum commersonii* y la relación con la resistencia al patógeno bacteriano *Ralstonia solanacearum* obtuvieron un valor de DI de 0,64. Lo dicho hasta aquí, destaca el alto nivel de polimorfismo detectable por los SSRs que concuerda con los niveles de polimorfismo revelado por este tipo de análisis en otros estudios (Powell *et al.*, 1996; Pejic *et al.*, 1998; Belaj *et al.*, 2003).

En relación a lo ocurrido con cada marcador, en este trabajo, el Sti 004 originó el valor de PIC más elevado (0,82), mientras que para el Sti 001 el valor del PIC fue el más bajo (0,32). Teniendo en cuenta el trabajo de Cadima Fuentes *et al.* (2017a), no

ocurrió lo mismo, ya que los seis SSRs compartidos mostraron un PIC de 0,58 en promedio (valor similar al 0,6 obtenido en el presente trabajo), pero no hubo marcadas diferencias entre ellos, siendo para el Sti 004 el más bajo (0,44) y para los marcadores Stg 0016 y Sti 030 los valores más altos (0,7).

En el presente trabajo, el número de bandas promedio fue de 10,33, en un rango entre 7 (para el Stg 001) y 16 (para el Sti 004), mientras que el número de perfiles de bandas amplificadas estuvo entre 4 (para el Stg 0016) y 16 (para el Sti 004), con un valor promedio de patrones de bandas de 8. En el trabajo de Atencio (2011), el número de bandas promedio al analizar la variedad “collareja” de un productor andino, resultó en 5,25, en un rango entre 4 (para el Sti 014) y 7 (para el Stm 2005) bandas, mientras que el número de perfiles de bandas amplificadas estuvo entre 1 (para el Stm 1104) y 4 (para el Sti 014), con un valor promedio de perfiles de bandas de 2,25. Siri, *et al.* (2009), obtuvieron un número promedio de 5 bandas, mientras que el número promedio de patrones de bandas fue de 7,8, similar al obtenido en el presente trabajo.

#### **4. Conservación ex situ e in situ**

Según del Río *et al.* (1997a) las técnicas de conservación *ex situ* implementadas en los bancos de germoplasma son eficientes para minimizar la pérdida o la disminución de la diversidad genética en el germoplasma de papa. A pesar de esto, los bancos de germoplasma no pueden preservar toda la variabilidad que se encuentra en las poblaciones naturales. Estudios realizados por del Río *et al.* 1997b en *Solanum jamesii* y *S. fendleri* mediante marcadores moleculares del tipo RAPDs mostraron que las poblaciones colectadas en distintos años en el mismo lugar y resguardadas en el banco de germoplasma fueron significativamente diferentes en las dos especies.

Erazzú *et al.* (2009) realizaron viajes de recolección en diferentes sitios del noroeste argentino para determinar la persistencia de poblaciones de *Solanum gourlayi* y *S. spagazzinii* coleccionados entre los años 1973 y 1983 y utilizaron marcadores moleculares del tipo AFLPs para comparar las poblaciones provenientes de diferentes sitios y años. Concluyeron que las poblaciones de ambas especies persistían en todos los sitios visitados a pesar de los disturbios ambientales que se observaron en algunos de los sitios. Sin embargo, al realizar un Análisis de Coordenadas Principales y un AMOVA a partir de los datos de los AFLPs de tres de las entradas originales provenientes de semillas aportadas por el Banco BAL y las nuevas entradas recolectadas, encontraron una alta variabilidad molecular y amplia superposición. Los



autores atribuyeron estos resultados al rol de la hibridación natural y poliploidización sexual ya que se registraron otras especies silvestres de papa en los sitios donde fueron coleccionados los materiales estudiados, lo que podría explicar las discrepancias registradas con respecto a las poblaciones originales y aquellas coleccionadas treinta años después. Estos resultados ratifican la importancia de implementar la conservación *in situ* para preservar los cambios genéticos continuos en las papas silvestres y así complementar a la conservación *ex situ* ya implementada.

Castañeda-Álvarez *et al.* (2015) analizaron el estado de conservación *ex situ* de 73 de los parientes silvestres más cercanos a la papa con el objetivo de establecer prioridades de recolección y así detectar vacíos importantes en las colecciones de germoplasma. Entre estas 73 especies se encontraba *Solanum commersonii*. Del total, 32 especies silvestres de papa (43.8 %) fueron catalogadas como de alta prioridad para seguir recolectando debido su escasa representatividad en sus colecciones *ex situ*. Veinte especies fueron designadas como de mediana prioridad de recolección y 18 especies fueron evaluadas como de baja prioridad. Solo tres especies estarían suficientemente representadas actualmente. *Solanum commersonii* se encuentra dentro de la categoría de prioridad media. Con 32 especies clasificadas como de alta prioridad y otras 20 como de prioridad media para la recolección, es evidente que se necesitan más medidas de conservación para salvaguardar los recursos genéticos silvestres de este cultivo de importancia mundial. Se prevé que la demanda de los parientes silvestres aumentará a medida que los esfuerzos de mejoramiento de la papa expandan el uso de una amplia diversidad para enfrentar los cambios ambientales emergentes. Castañeda-Álvarez *et al.* (2015) aseguran que hay que mejorar las tecnologías de conservación *in situ* y la gestión de datos asociada, realizar caracterización genotípica y fenotípica, monitorear las poblaciones silvestres *in situ*, y hacer accesibles a los parientes silvestres conservados y sus datos asociados a la comunidad investigadora mundial. Estas acciones garantizarán la disponibilidad de los recursos genéticos silvestres de papa en el largo plazo.

Muchas especies silvestres emparentadas con los cultivos están amenazadas por la pérdida de hábitat debido a la intensificación de la agricultura, el impacto de las especies invasoras, la deforestación, el pastoreo excesivo y la sobreexplotación (Maxted *et al.*, 2008). Clausen *et al.* (2008) aseguran que las especies silvestres de papa no quedan exentas de las presiones en sus ambientes naturales ya que a lo largo de su distribución en la Argentina se han detectado cambios ambientales que en un futuro afectarán la persistencia de las mismas. Al respecto, Jarvis *et al.* (2008),

analizaron el efecto del cambio climático en especies tuberosas silvestres de papa, maní y caupí y predijeron que no solo desaparecerán especies sino que también se producirá una disminución de su área de distribución. Los mismos autores predicen que para los congéneres silvestres de la papa cultivada, ocurrirá una pérdida de entre 9 a 13 especies y una disminución de su área de distribución entre 80 y 100% así como fragmentación de áreas aptas para estas especies. Concluyen que además de estas amenazas directas, se espera que el cambio climático global se convierta en una amenaza a largo plazo para los parientes silvestres de los cultivos en general.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB, 1992), sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (FAO, 2010), destacan que la complementariedad entre la conservación *in situ* y la conservación *ex situ* de los parientes silvestres es esencial para la futura mejora de los cultivos. Con el objetivo de evaluar la complementariedad entre los dos tipos de conservación, Greene *et al.* (2014) utilizaron marcadores moleculares del tipo AFLPs en *Trifolium thompsonii* Morton (una especie perenne herbácea polinizada por insectos y utilizada como especie modelo). Así compararon la diversidad genética y la estructura de entradas *ex situ* recolectadas en cuatro lugares de Washington State, Estados Unidos de América (USA) en dos períodos (1995, 2004) con sus correspondientes poblaciones *in situ* muestreadas en 2009. Los autores examinaron cómo el flujo de genes, la selección natural y la deriva genética contribuyen a cambios en la población y no encontraron diferencias en la diversidad genética entre las muestras provenientes de las entradas *ex situ* e *in situ*, excepto en una población. Sin embargo, hubo diferenciación genética significativa de la población entre las cuatro ubicaciones. Las pruebas de asociación sugirieron un flujo de genes infrecuente y de larga distancia. Ocurrió selección y deriva, pero las diferencias debidas a los efectos espaciales fueron tres veces más importantes que las diferencias atribuidas a los efectos temporales. Concluyeron que cuantificar el cambio genético entre las entradas *ex situ* e *in situ* permite a los administradores de recursos genéticos confeccionar protocolos de recolección para el mantenimiento de las colecciones *ex situ*. Así, las recolecciones podrían desarrollarse a intervalos apropiados y proporcionar un mecanismo de detección temprana para identificar problemas y abordarlos para evitar una mayor disminución de las poblaciones vulnerables *in situ*.

Cadima Fuentes *et al.* (2017b) investigaron en Bolivia, en qué medida ocurría variación genética en especies silvestres de papa que se mantienen en condiciones *ex situ* y cómo esta diversidad se relaciona con las poblaciones actuales *in situ*. Para ello

seleccionaron materiales de siete especies silvestres de papa y estudiaron la variación mediante el uso de marcadores moleculares del tipo microsatélites. Observaron alelos faltantes en casi todas las comparaciones de muestras *ex situ*, lo que indicaría que algunos alelos pueden perderse fácilmente durante la regeneración. Los autores atribuyeron los cambios a la deriva génica y la contaminación resultante de errores humanos durante la regeneración. Las poblaciones regeneradas *ex situ* de seis de las especies estudiadas mostraron diferencias genéticas altamente significativas con sus correspondientes entradas *in situ*. Sugieren que estas diferencias genéticas, además de los cambios durante el mantenimiento *ex situ*, podrían deberse a los efectos del muestreo durante la recolección y a cambios genéticos *in situ* a lo largo del tiempo. Los autores destacan también la variación genética geográfica y temporal para las especies silvestres de papa examinadas. Concluyen que el material recolectado para la conservación *ex situ* podría representar solo una pequeña fracción de la diversidad genética disponible y que la representatividad de la diversidad genética en las colecciones *ex situ* podría mejorarse mediante un muestreo más amplio del área de distribución de la especie y un remuestreo en sitios de colecciones anteriores. Destacan también la importancia de que ambas estrategias de conservación se complementen para preservar la diversidad genética ya presente en los bancos de germoplasma como así también la diversidad que continúa evolucionando bajo condiciones *in situ*.

Maxted *et al.* (1997) postularon que la forma más sencilla en términos políticos y económicos para los países, es localizar las reservas genéticas en las áreas protegidas existentes. Stolton *et al.* (2014) enfatizaron el rol de las áreas protegidas en la conservación de los congéneres silvestres de las plantas cultivadas, debido a que además de proveer genes de resistencia y/o tolerancia a factores bióticos y abióticos, la protección que brindan a estos recursos adquiere una mayor relevancia, en función de los cambios ambientales que se suceden ante el escenario de cambio climático, que someterá a la agricultura a estreses adicionales. Heywood (2015) postuló que la conservación *in situ* es un proceso complejo ya que incluye consideraciones científicas, sociales y políticas e implica no sólo el mantenimiento y manejo de áreas protegidas y acciones orientadas a nivel de la especie sino también consideraciones a nivel poblacional.

Rivas *et al.* (2010) informaron sobre relevamientos de congéneres silvestres de las plantas cultivadas, iniciados en áreas protegidas de la Argentina, Bolivia, Paraguay y Uruguay. Cadima *et al.* (2013) evaluaron el estado de conservación de las especies

silvestres endémicas de papa en Bolivia para establecer estrategias de conservación *ex situ* e *in situ* y encontraron que sólo siete de las 21 especies se observaron en las áreas protegidas y recomendaron para la conservación *in situ*, comenzar inventarios de estas especies en parques y reservas. Marfil *et al.* (2015) realizaron un estudio sobre *S. kurtzianum* en la Reserva Natural Villavencio (provincia de Mendoza), generando información orientada a establecer un protocolo para su conservación *in situ* e indicaron que alrededor de 17 especies de papa de nuestro país estarían incluidas en áreas protegidas, aunque establecen la necesidad de confirmar la existencia de las especies en las mismas. Clausen *et al.* (2018) iniciaron prospecciones y colectas en áreas protegidas de la Argentina, con el objetivo de determinar cuáles de las especies silvestres de papa, se encuentran dentro de áreas protegidas existentes, como un primer paso para promover su conservación *in situ*, a fin de complementar la conservación *ex situ* ya implementada en el país y contribuir al conocimiento de la flora en áreas protegidas. Hasta el presente, de las 18 especies silvestres identificadas en nuestro país los autores confirmaron la presencia de 12 especies en áreas protegidas de la Argentina. Entre ellas, *S. commersonii* ha sido reportada en varias áreas protegidas: la Reserva Natural "Paititi", la Reserva Natural "Punta Rasa", la Reserva Natural "Isla Martín García" (provincia de Buenos Aires) y el Parque Nacional "El Palmar" (provincia de Entre Ríos).

Hijmans *et al.* (2002) realizaron un análisis GIS para determinar la riqueza de especies silvestres de papa, para esto utilizaron celdas de cuadrícula de 50 km<sup>2</sup> y encontraron que la mayor riqueza de parientes silvestres de papa se encuentra en Bolivia, Perú y Argentina. Reportaron además que para la Argentina, la mayor riqueza de especies se encuentra en el norte, en la provincia de Jujuy. Maxted y Kell (2009), al formular su estrategia para la conservación *in situ* de los congéneres silvestres de las papas cultivadas, consideran que el norte de la Argentina sería un sitio prioritario para establecer reservas genéticas. Sin embargo, se ha observado que en el noroeste argentino las poblaciones de papas silvestres persistieron luego de 30 años a pesar de los disturbios ambientales que se observaron en algunos de los sitios (Erazzú *et al.*, 2009).

Jarvis *et al.* (2008), destacan que entre las especies vulnerables se encuentran las especies tuberosas silvestres de la papa, ya que muchas de ellas están expuestas a la sobreexplotación de sus hábitats, el avance de la frontera agrícola, los incendios, el incremento del pastoreo, de las actividades extractivas, turísticas y deportivas y el cambio climático global. Estos autores predicen una pérdida de entre 9 a 13 especies,

una disminución de su área de distribución entre el 80 y 100% así como fragmentaciones del paisaje; específicamente para *S. chacoense*, estiman que perdería entre el 40-53% de su área de distribución.

*Solanum chacoense* y *S. commersonii*, son especies que se encuentran ampliamente distribuidas en regiones amenazadas por el avance de la frontera agrícola. Específicamente en la región pampeana (Buenos Aires, Argentina), los sitios más vulnerables son las zonas aptas para la producción de cultivos, y por lo tanto están expuestos a la degradación, destrucción y fragmentación. *Solanum commersonii* crece en una amplia diversidad de ambientes; se la encuentra tanto en terrenos bajos y húmedos, así como en suelos arenosos, alterados, en los bordes de los arroyos, en pajonales de *Paspalum quadrifarium* serranos y de llanura, en campos cultivados, entre rocas marítimas y dunas costeras (Prieto *et al.*, 2016; Spooner *et al.*, 2016). En el sudeste bonaerense, los ecosistemas menos intervenidos son los serranos (Barral *et al.*, 2009; Vázquez *et al.*, 2013) y justamente estos ecosistemas serranos son uno de los hábitats en que cmm se localiza y constituirían sitios potencialmente aptos para establecer una reserva genética para esta especie.

La Reserva Natural "Paititi" es una "isla" rodeada de cultivos, por lo que la preservación de la misma es importante no solo desde el punto de vista de la conservación de *Solanum commersonii*, sino también de la biodiversidad en general y además por los servicios ecosistémicos que la misma brinda a la comunidad. Entre los servicios de provisión, se pueden citar la presencia de especies útiles, nativas o con algún tipo de uso potencial ornamental, medicinal, alimenticio y melífero (miel, jalea y polen); también la Reserva es utilizada para la producción secundaria (vacunos y equinos); y las plantas de *Acacia melanoxylon* han sido utilizadas como proveedoras de madera. En relación a los servicios de regulación la Reserva estaría contribuyendo a la regulación climática a través de la fijación de carbono y a la polinización por su riqueza florística. Respecto a los servicios culturales, cabe destacar que "Paititi" es visitada con fines educativos y de investigación por Escuelas y Facultades; también se utiliza con fines recreativos por visitantes amantes de la naturaleza. Como servicios de soporte la Reserva cuenta con numerosas especies de valor forrajero.

El manejo en la Reserva Natural "Paititi" que favorecería la persistencia de cmm, debería incluir el control de especies exóticas e invasoras. Con respecto al pastizal sería necesario un manejo adecuado que evite la acumulación de biomasa para reducir el riesgo de incendios no controlados.

Este estudio se podría profundizar incluyendo poblaciones de *S. commersonii* provenientes de diferentes áreas protegidas de la provincia de Buenos Aires, Entre Ríos, Chaco, Corrientes y Misiones a fin de determinar la variabilidad genética entre ellas. También podrían compararse con las poblaciones de *S. commersonii* que se encuentran conservadas *ex situ* en el Banco BAL. Esta información permitiría diseñar una estrategia de conservación *in situ*, que incluiría el área de distribución de *S. commersonii* en nuestro país así como determinar la representatividad de la diversidad genética en la colección *ex situ*.

## CONCLUSIONES

- Se detectaron diferencias fenológicas y en algunos caracteres morfológicos entre las plantas de *Solanum commersonii* provenientes de los diferentes sitios de estudio.
- Las diferencias fenológicas y morfológicas detectadas entre las plantas de *Solanum commersonii* provenientes de diferentes sitios de estudio, serían el resultado de los microambientes particulares de cada sitio, la flora acompañante y la disponibilidad hídrica y en menor grado del gradiente altitudinal.
- El análisis de la distribución de la diversidad genética mediante AMOVA demostró que la mayor proporción de la diversidad genética de *Solanum commersonii* en “Sierra Chica” se distribuye dentro de cada sitio de estudio y es menor entre sitios.
- El cálculo del coeficiente de diferenciación genética ( $F_{st}$ ) indicó una estructuración poblacional moderada entre sitios. Esta aparente estructuración podría deberse a los distintos momentos de floración entre las plantas de *Solanum commersonii*, lo que pudo restringir el flujo génico entre ellas.
- El manejo en la Reserva Natural “Paititi” que favorecería la persistencia de *Solanum commersonii*, debería incluir el control de especies exóticas, invasoras y la acumulación de biomasa del pastizal.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABRAHAMOVICH, A.H.; DÍAZ, N.B.; LUCIA, M. 2007. Identificación de las “abejas sociales” del género *Bombus* (Hymenoptera, Apidae) presentes en la Argentina: clave pictórica, diagnosis, distribución geográfica y asociaciones florales. Rev. Fac. Agron. 106(2): 165-176.
- ALAM, Z. 1985. Screening of *Solanum* species against *Alternaria solani*. Pakistan J Agri. Res. 3(6): 180-182.
- ALONSO, S.I.; NUCIARI, M.C.; GUMA, I.R.; VAN OLPHEN, A. 2009. Flora de un área de la Sierra La Barrosa (Balcarce) y fenología de especies con potencial ornamental. Rev. FCA UN Cuyo. 41(2): 23-44.
- ÁLVAREZ, M.F.; FERNÁNDEZ HONAINÉ, M.; BORRELLI, N.; DEL RÍO, I.L.; OSTERRIETH, M. 2005. Relevamiento preliminar de la vegetación vascular de las canteras en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires. B Soc Argent Bot 40 (Supl.): 117-118.
- ANTHONY, F.; QUIRÓS, O.; PHILIPS, W.; BERTRAND, B. 1997. Uso de los marcadores moleculares para la evaluación, la conservación y el uso de la diversidad genética. Actas de la 3ª Semana Científica CATIE. Programa de Investigación. Turrialba, Costa Rica, febrero 1997. 267 p.
- ARZATE-FERNÁNDEZ, A.M.; MIWA, M.; SHIMADA, T.; TONEKURA, T.; OGAWA, K. 2005. Genetic diversity of miyamasukashiyuri (*Lilium maculatum* Thunb. var. *bukosanense*), an endemic endangered species at Mount Buko, Saitama, Japan. Plant Spec Biol. 20: 57-65.
- ASHKENAZI, V.; CHANI, E.; LAVI, U.; LEVY, D.; HILLEL, J.; VEILLEUX, R.E. 2001. Development of microsatellite markers in potato and their use in phylogenetic and fingerprinting analyses. Genome. 44: 50-62.
- ATENCIO, M.H. 2011. Diversidad en variedades andinas de papa (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*) evaluada con microsatélites. Tesis *Magister Scientiae*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina. 135 p.
- ATENCIO, H.M.; ISPIZÚA, V.N.; CLAUSEN, A.M. 2011. Caracterización morfológica y molecular de *Solanum microdontum* Bitt.: implicancias para su conservación *in situ* y *ex situ*. Actas 8º Simposio Internacional de Recursos Genéticos para América Latina y El Caribe. Quito, Ecuador, noviembre 2011. En CD.
- ATENCIO, H.M.; ISPIZÚA, V.N.; CLAUSEN, A.M. 2013. Caracterización morfológica y molecular de *Solanum microdontum* Bitt. en su área de distribución en la Argentina. Actas 9º Simposio Internacional de Recursos Genéticos para América Latina y El Caribe. Acajutla, Sonsonate, El Salvador, noviembre 2013. En CD.



- AUSLANDER, M.; NEVO, E.; INBAR, M. 2003. The effects of slope orientation on plant growth, developmental instability and susceptibility to herbivores. *J Arid Environ.* 55: 405-416.
- BAMBERG, J.B.; DEL RIO, A.H. 2004. Genetic heterogeneity estimated by RAPD polymorphism of four tuber-bearing potato species differing by breeding system. *Am J Potato Res.* 81: 377-383.
- BANCO BAL, 2017. Banco Activo de Germoplasma de la EEA Balcarce. [en línea] <<http://inta.gob.ar/documentos/banco-activo-de-germoplasma-de-la-eeabalcarce/>> [consulta: abril 2017].
- BARBOZA, G.E. 2013. Tribu *Solaneae* & *Solanum*. En: Alaria, A.; Arroyo-Leuenberger, S.; Barboza, G.E.; Basso, A.V.; Bernardello, G.; Carrizo García, C.; Clausen, A.; Chiarini, F.E.; Cocucci, A.A.; Cosa, M.T.; Giacomini, L.; Greppi, J.A.; Knapp, S.; Machado, S.; Matesevach Becerra, M.; Peralta, I.E.; Rodrigues, I.M.C.; Romanutti, A.A.; Spooner, D.; Stehmann, J.R.; Stern, S.; Toledo, J.M. (eds.) *Flora Argentina. Flora Vascular de la República Argentina v.13: Dicotyledoneae Solanaceae*. IBODA-IMBIV, CONICET, Argentina. pp. 156-158.
- BARRAL, M.P.; MACEIRA, N.O.; ZELAYA, D.K. 2009. Pérdida de servicios ecosistémicos asociados a cambios en el uso de la tierra en el Partido del Balcarce Provincia de Buenos Aires. *Actas 2° Jornadas Argentinas de Ecología de Paisajes. "Cambios en la cobertura y uso de la tierra. Causas, consecuencias y mitigación"*. Córdoba, Argentina, mayo 2009. pp. 11-12.
- BARTA, J.; CURN, V.; DIVIS, J. 2003. Study of Biochemical variability of potato cultivar by soluble proteins, isoesterase and isoperoxidase electrophoretic patterns. *Plant Soil Environ.* 49(5): 230-236.
- BECERRA, V.; PAREDES C.M. 2000. Uso de marcadores bioquímicos y moleculares en estudios de diversidad genética. *Agricultural Technology.* (60)3: 270-281.
- BEDONNI, M.C.; CAMADRO, E.L. 2009. Morphological and molecular evidence of natural interspecific hybridization in the diploid potato *Solanum kurtzianum* from Argentina. *Botany* 87: 78-87.
- BEGON, M., TOWNSEND, C.; HARPER, J. 2006. *Ecology: from Individuals to Ecosystems*. Blackwell Publishing. 759 p.
- BELAJ, A.; ZATOVIC, Z.; CIPRIANI, G.; BALDONI, L.; TESTOLIN, R.; RALLO, L.; TRUJILLO, I. 2003. Comparative study of the discriminating capacity of RAPD, AFLP and SSR markers and their effectiveness in establishing genetic relationship in olive. *Theor Appl Genet.* 107: 736-744.
- BERTONATTI, C.; CORCUERA, J. 2000. *Situación ambiental argentina 2000*. Buenos Aires, Fundación Vida Silvestre Argentina. 439 p.
- BILENCA, D.; MIÑARRO, F. 2004. Identificación de {areas valiosas de pastizal (AVPs) en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires. 625 p.
- BLANCO, M.; VALVERDE, R. 2005. Identificación y mapeo de AFLPS ligados al gen de resistencia al PVX en *Solanum commersonii*. *Agron Costarric.* (29)2: 57-71.

- BRADSHAW, J.E.; RAMSAY, G. 2005. Utilization of the commonwealth potato collection in potato breeding. *Euphytica* 146, 9–19.
- BRADSHAW, J.E. 2009. Potato breeding at the Scottish Plant Breeding Station and the Scottish Crop Research Institute: 1920–2008. *Potato Res.* 52, 141–172.
- BURTON, W.G. 1989. *The potato*. 3<sup>rd</sup>. ed. John Wiley y Sons, New York 742 p.
- CABRERA, A. 1963. Flora de la Provincia de Buenos Aires. Tomo 4, Parte VI: Compuestas. Colección Científica del INTA. Buenos Aires. Argentina. 443 p.
- CABRERA, A. 1965a. Flora de la Provincia de Buenos Aires. Tomo 4, Parte V: Ericáceas a Caliceráceas. Colección Científica del INTA. Buenos Aires. Argentina. 434 p.
- CABRERA, A. 1965b. Flora de la Provincia de Buenos Aires. Tomo 4, Parte IV: Oxalidáceas a Umbelíferas. Colección Científica del INTA. Buenos Aires. Argentina. 418 p.
- CABRERA, A. 1967. Flora de la Provincia de Buenos Aires. Tomo 4, Parte III: Piperáceas a Leguminosas. Colección Científica del INTA. Buenos Aires. Argentina. 671 p.
- CABRERA, A. 1968. Flora de la Provincia de Buenos Aires. Tomo 4, Parte I: Pteridófitas- Gimnospermas y Monocotiledóneas (exc. Gramíneas). Colección Científica del INTA. Buenos Aires. Argentina. 625 p.
- CABRERA, A. 1970. Flora de la Provincia de Buenos Aires. Tomo 4, Parte II: Gramíneas. Colección Científica del INTA. Buenos Aires. Argentina. 625 p.
- CABRERA, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. En: *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. 2da. ed. Tomo II, Fascículo 1. ACME: Buenos Aires. 85 p.
- CADIMA, X.; GONZÁLES, R.; ALMANZA, J.; GARCÍA, W.; TERRAZAS, F. 2004. Catálogo de variedades locales de papa y oca de la zona de Candelaria. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). No. 5. Fundación PROINPA, Municipio de Colomi, CIP, COSUDE. Cochabamba, Bolivia. 113 p.
- CADIMA, X.; TERRAZAS, F.; GANDARILLAS, A. 2008. Los sistemas de conservación de recursos genéticos de tubérculos y raíces andinas: la experiencia de PROINPA. *Revista Agricultura*. (43)60: 31-36.
- CADIMA, X.; VERAMENDI, S.; GABRIEL, J. 2013. Uso de marcadores moleculares microsatélite para el análisis de la diversidad genética de papa nativa de Bolivia. *J. Selva Andina Res. Soc.* 4(1): 1-14.
- CADIMA FUENTES, X.; VERAMENDI, S.; ANGULO, A. 2017a. Comparación de niveles de diversidad genética de papa entre Centros de Agrobiodiversidad y la Colección Nacional de Bolivia. *Rev. Alap.* 21(1): 73 - 92.

- CADIMA FUENTES, X.; VAN TREUREN, R.; HOEKSTRA, R.; VAN DEN BERG, R. G.; SOSEF, M.S.M. 2017b. Genetic diversity of Bolivian wild potato germplasm: changes during *ex situ* conservation management and comparisons with resampled *in situ* populations. *Genet Resour Crop Evol.* 64(2): 331-344.
- CARPUTO, D.; CASTALDI, L.; CARUSO, I.; AVERSANO, R.; MONTI, L.; FRUSCIANTE, L. 2007. Resistance to frost and tuber soft rot in near-pentaploid *Solanum tuberosum* *S. commersonii* hybrids. *Breed. Sci.* 57: 145-151.
- CARRANZA, S.L. 2007. Revisión bibliográfica sobre *Acacia melanoxylon*: su silvicultura y su madera. *Rev. Fac. Agron.* 106 (2): 145-154.
- CASTAÑEDA-ÁLVAREZ, N.P.; DE HAAN, S.; JUÁREZ, H.; KHOURY, C.K.; ACHICANOY, H.A.; SOSA, C.C. 2015. *Ex situ* conservation priorities for the wild relatives of potato (*Solanum* L. Section Petota). *PLoS ONE* 10(4): e0122599.
- CASTILLO, J.G. 2000. Estimación de la variabilidad genética en poblaciones híbridas de papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis *Magister Scientiae*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. 72 p.
- CASTRO, C.M.; PEREIRA, A.; COSTA, E.; CHOER, E.; AUGUSTIN, E.; GOMES, C.B.; CAMPOS, A.D.; PEDROSO, R.; GARRASTAZU, M.C.; BARBIERI, R.L.; VIEGAS, J.; MENTZ, L. 2006. Wild potato genetic resources conserved in Southern Brazil: current knowledge and future perspectives. *Acta Hort.* 745, 323-327
- CBD. 1992. Convention on biological diversity. United Nations. 30 p. [en línea] <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf> [consulta: abril 2018 ]
- CCBAT, 2017. Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife [en línea] <<http://www.ccbat.es/coleccionpapa.php/>> [consulta: agosto 2017].
- CGN, 2017. Centro de Recursos Genéticos [en línea] <<https://www.wur.nl/en/Expertise-Services/Statutory-research-tasks/Centre-for-Genetic-Resources-the-Netherlands-1/Expertise-areas/Plant-Genetic-Resources.htm>> [consulta: agosto 2017].
- CHEBEZ, J.C. 2005. Guía de las reservas naturales de la Argentina 3. Albatros, Buenos Aires, 192 p.
- CHEN, Y.K.H.; PALTA, J.P.; BAMBERG, J.B.; HEIYOUNG, K.; HABERLACH, G.T.; HELGESON, J.P. 1999a. Expression of non-acclimated freezing tolerance and cold acclimation capacity in somatic hybrids between hardy wild *Solanum* species and cultivated potatoes. *Euphytica.* 107: 1-8.
- CHEN, Y.K.H.; BAMBERG, J.B.; PALTA, J.P. 1999b. Expression of freezing tolerance in the interspecific F1 and somatic hybrids of potatoes. *Theor. Appl. Genet.* 98: 995-1004.
- CIP, 2017. Genebank Centro Internacional de la Papa. [en línea] <<https://cipotato.org/genebankcip/process/potato/potato-cultivated/>> [consulta: agosto 2017].

- CISNEROS, P.L.; QUIROS, C.F. 1995. Variation and phylogeny of the triploid cultivated potato *Solanum chaucha* Juz. et Buk. based on RAPD and isozyme markers. *Genet Resour Crop Ev.* 42(4): 373-386.
- CLAUSEN, A.M.; FERRER, M.E.; FORMICA, M.B. 2008. Situación de los recursos fitogenéticos en la Argentina: II Informe Nacional 1996-2006. Ediciones INTA, Buenos Aires, AR. 57 p.
- CLAUSEN, A.M.; PERALTA, I.E.; SPOONER, D.M. 2013. SOLANACEAE, Subfam. SOLANOIDEAE, Tribu SOLANEAE, Grupo VIII. POTATO. En: Anton, A.M.; Zuloaga, F.O. (eds.). *Flora Argentina. (Flora Vascular de la República Argentina)*. Vol. 13, Estudio Sigma, Buenos Aires pp. 264-289.
- CLAUSEN, A.M.; ISPIZUA, V.N.; ATENCIO, H.M.; CALANDRONI, M.; DIGILIO, A. 2015. Germoplasma de especies silvestres de papa en áreas protegidas de la Argentina. *Actas 35° Jornadas Argentinas de Botánica y 5° Congreso Latinoamericano y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas*. Salta, Argentina, septiembre 2015. 23-26. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 50 (Supl.): 252.
- CLAUSEN, A.M.; ISPIZUA, V.N.; ATENCIO, H.M.; CALANDRONI, M.; DIGILIO, A. 2018. Especies silvestres de papa (*Solanum* L. sect. *Petota* Dumort y sect. *Etuberosum* [BUKASOV & KAMERAZ] A. CHILD) identificadas en áreas protegidas de la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53 (1): 67-75. 2018.
- COCA, M.; MONTEALEGRE, N. 2006. Resistance to *Phytophthora infestans* in populations of wild potato species in the *Sorata microcentre* of genetic diversity. La Paz, Bolivia. *Span J Agric Res.* 4(2): 156-160.
- COLQUE, C. 1996. Caracterización de genes de virulencia en poblaciones de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, que infectan a la papa y determinación de la resistencia en *Solanum* spp. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 223 p.
- CONDORI YUCA, R. 2017. Colección y caracterización agrobotánica de las papas nativas (*Solanum* spp.), en el distrito Ocongate – Quispicanchi – Cusco. Tesis grado Ing. Agrón. Tropical. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela profesional de Agronomía Tropical. Cusco, Perú pp. v-vi [en línea] <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/1888/253T20170686.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [consulta: abril 2018]
- COOK, R.J. 1999. New approaches to potato variety identification. *Potato Res.* 42: 529-539.
- COOMBS, J.J.; LYNN, M.F.; DOUCHES, D.S. 2004. An applied fingerprinting system for cultivated potato using simple sequence repeats. *Pot. Res.* 81(4): 243-250.
- CORPOICA, 2017. Banco de germoplasma vegetal Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. [en línea] <<https://corpoica.org.co/bancos-de-germoplasma/bancovegetal/descripcionvegetal/>> [consulta: agosto 2017].
- CORRELL, D.S. 1962. The potato and its wild relatives, section *Tuberarium* of the genus *Solanum*. Renner, Texas Research Foundation. 606 p.

- CPC, 2017. Commonwealth Potato Collection. [en línea] <<https://ics.hutton.ac.uk/germinate-cpc/>> [consulta: agosto 2017].
- CREGAN, P.B. 1992. Simple sequence repeat DNA length polymorphisms. *Probe*, 2: 18-22.
- D'ALFONSO, C.; SCARAMUZZINO, R.; REQUESENS, E. 2007. Poáceas en pastizales del partido de Azul (Buenos Aires): comparación de ambientes serranos y de Pampa Deprimida. Actas 4º Congreso Nacional y Iº Congreso del Mercosur sobre Manejo de Pastizales Naturales. Villa Mercedes, San Luis, agosto 2007. En CD.
- DELUCCHI, G. 2006. Las especies vegetales amenazadas de la Provincia de Buenos Aires: una actualización. *Aprona Boletín Científico* 39:19–31.
- DE VICENTE, M.C.; FULTON, T. 2004. Tecnologías de marcadores moleculares para estudios de diversidad genética de plantas: módulo de aprendizaje. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Roma, Italia. 364 p.
- DEL RIO, A.H.; BAMBERG, J.B.; HUAMAN, Z. 1997a. Assessing changes in the genetic diversity of potato gene banks. 1. Effects of seed increase. *Theor. Appl. Genet.* 95:191-198.
- DEL RIO, A.H.; BAMBERG, J.B.; HUAMÁN, Z.; SALAS, A.; VEGA, S.E. 1997b. Assessing changes in the genetic diversity of potato gene banks. *In situ vs ex situ*. *Theor. Appl. Genet.* 95:199-204.
- DEL RÍO, A.H.; BAMBERG, J.B. 2000. RAPD markers efficiently distinguish heterogenous populations of wild potato (*Solanum*). *Gen. Res. and Crop Evol.* 47 (2):115-121.
- DEL RIO, A.H.; BAMBERG, J.B.; HUAMAN, Z.; SALAS, A.; VEGA, S. E. 2001. Association of ecogeographical variables and RAPD marker variation in wild potato populations of the USA. *Crop Sci.* 41:870-878.
- DEL RIO, A.H.; BAMBERG, J.B. 2002. Lack of association between genetic and geographic origin characteristics for the wild potato *Solanum sucrense* Hawkes. *Am. J Potato Res.* 79: 335-338.
- DEL RÍO, A.; BAMBERG, J.B. 2004. Geographical parameters and proximity to related species predict genetic variation in the inbred potato species *Solanum stenotomun*. *Am. J Potato Res.* 81(1): 55-62.
- DEL RIO, A.; BAMBERG, J.; HUAMAN, Z. 2006. Genetic equivalence of putative duplicate germplasm collections held at CIP and US potato genebanks. *Am. J Potato Res.* 83:279–285.
- DEL VITTO, L.A.; PETENATTI, E.M. 2015. Asteráceas de importancia económica y ambiental. Segunda parte: Otras plantas útiles y nocivas. *Multequina* 24: 47-74.
- ECHEVERRÍA, M.L.; ALONSO, S.I.; COMPARATORE, V.M. 2017. Survey of the vascular plants of Sierra Chica, the untouched area of the Paititi Natural Reserve

- (southeastern Tandilia mountain range, Buenos Aires province, Argentina). Check List 13 (6): 1003-1036.
- ERAZZÚ, L.E.; CAMADRO, E.L.; CLAUSEN, A.M. 2009. Persistence over time, overlapping distribution and molecular indications of interspecific hybridization in wild potato populations of Northwest Argentina. *Euphytica* 168:249-262.
- ESCARAY, F.J. 2007. Estudio florístico de la sierra del Volcán (Sistema de Tandilia). Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce, Argentina. 86 p.
- ESTÉVEZ, A.; GONZÁLEZ, M.E.; CASTILLO, J; SALOMÓN, J. L.; CORDERO, M.; ORTÍZ, U.; HERNÁNDEZ, M. 2003. Informe final proyecto PNCT "Evaluación y caracterización morfológica y bioquímica del germoplasma cubano de papa. Cod. 015-00023. INCA, 92 p.
- ESTRADA RAMOS, N. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. PROINPA, CID, CIP, La Paz, Bolivia. 372 p.
- EXCOFFIER, L.; SMOUSE, P.E.; QUATTRO, J.M. 1992. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*. 131:479-491.
- FAO, 2008. Año internacional de la papa. La papa. [en línea] <<http://www.potato2008.org/es/lapapa/index.html>> [consulta: diciembre 2016].
- FAO, 2009. Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. 68 p.
- FAO, 2010. Sistemas de producción agropecuaria y pobreza. [en línea] <<http://www.fao.org/DOCREP/003/Y1860S/y1860s09.htm>> [consulta: diciembre 2016].
- FAO. 2011. Segundo plan de acción mundial para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. [en línea] <<http://www.fao.org/docrep/015/i2624s/i2624s00.pdf>> [consulta: diciembre 2016].
- FAO. 2017. Servicios ecosistémicos y biodiversidad. [en línea] <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/> [consulta: diciembre 2017].
- FAOSTAT, 2007. Estadísticas. Base de datos. Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. [en línea] <<http://www.fao.org/faostat/>> [consulta: marzo 2017].
- FAOSTAT, 2014. Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. [en línea] <<http://www.fao.org/faostat/>> [consulta: marzo 2016].
- FERRARI, A.E.; WALL, L.G. 2004. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. *Rev. Fac. Agron.* 105(2): 63-87.

- FERREYRA, M.J.; MENENDEZ SEVILLANO, M. del C.; VALE, L.; IBARRA L.; ABDO, G.; ANSONNAUD, G. 2009. Distribución de tomate árbol en el noroeste argentino. Actas 22<sup>a</sup> Jornadas Argentinas de Botánica. Huerta Grande, Córdoba, octubre 2009. pp 216.
- FERNÁNDEZ, O. 2011. Resistencia del pastizal natural a la invasión de la maleza tóxica *Senecio selloi* en un campo ganadero de la Pampa Deprimida. Rev. Arg. Prod. Anim. 31 (supl.1):465
- FRANCO, T.L.; HIDALGO, R. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. Boletín Técnico N° 8 89 p.
- FRANGI, J.; BOTTINO, O.J. 1995. Comunidades vegetales de la Sierra de la Ventana, Provincia de Buenos Aires. Rev. Fac. Agron. 71: 93-133.
- FUNES, G.; CABIDO, M. 1995. Variabilidad local y regional de la vegetación rupícola de las Sierras Grandes de Córdoba, Argentina. Kurtziana 24: 173-188.
- GABRIEL, J.; CASTILLO, F.; SOSA-MOSS, C.; RIVERA, A. 1995. Resistencia de híbridos interespecíficos de papa resistentes al tizón tardío (*Phytophthora infestans* [Mont. de Bary]). Revista de Agricultura (Bolivia). 26: 38-40.
- GABRIEL, J.; CADIMA, X.; TERRAZAS, F.; UGARTE, M.L. 1999. Los recursos fitogenéticos de Bolivia. En: Dialogo 4<sup>o</sup>: Avances de investigación en recursos genéticos en el Cono Sur. IICA, Montevideo, Uruguay, pp.11-18.
- GABRIEL, J.; CARRASCO, E.; GARCÍA, W.; EQUIZE, H.; THIELE, G.; TORREZ, R.; ORTUÑO, N.; NAVIA, O.; FRANCO, J.; ESTRADA, N. 2001. Experiencias y logros sobre mejoramiento convencional y selección participativa de cultivares de papa en Bolivia. Rev. ALAP. 1: 169-192.
- GABRIEL, J.; COCA, A.; PLATA, G.; PARLEVLIET, J.E. 2007. Characterization of the resistance to *Phytophthora infestans* in local potato cultivars in Bolivia. Euphytica 153:321-328.
- GABRIEL, J. 2010. Estrategias y perspectivas del mejoramiento genético de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Bolivia. Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos. PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 61 p.
- GALVÁN, G., FRANCO FRAGUAS, L.; QUIRICI, L.; SANTOS, C.L.; SILVERA, E.; SIRI, M.I.; VILLANUEVA, P.; RAUDIVINICHE, L.; GONZÁLEZ, M.; TORRES, D.; CASTILLO, A.; DALLA RIZZA, M.; VILARÓ, F.; GEPP, V.; FERREIRA F.; PIANZZOLA, M.J. 2007. *Solanum commersonii*: una especie con gran porte para el mejoramiento por resistencia a *Ralstonia solanacearum*. En: Avances de investigación en recursos genéticos en el Cono Sur II, PROCISUR, IICA. Uruguay, pp. 87-101.
- GARAVANO, M.E.; ISPIZÚA, V.N.; MACEIRA, N.O.; VIGNOLIO, O. 2015. Estudio de *Solanum commersonii* Dunal creciendo entre matas de *Paspalum quadrifarium* Lam. Actas 35<sup>o</sup> Jornadas Argentinas de Botánica y 5<sup>o</sup> Congreso Latinoamericano y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas. Salta, Argentina, septiembre sep 23-26 2015 pp. 114-115.

- GARCÍA Y SANTOS, C.; CAPELLI, A. 2015. Intoxicaciones por plantas y micotoxinas en rumiantes diagnosticadas en Uruguay. *SMVU Veterinaria*. 52:(201) 28-42.
- GARCÍA, W.; SPOONER, D.; GABRIEL, J.; GANDARILLAS, A. 2007. Riqueza genética de los Andes de Bolivia: especies silvestres de papa, su utilización y bases para la conservación *in situ*. *Revista de Agricultura (Bolivia)*. 39: 8-13.
- GHISLAIN, M.; SPOONER, D.M.; RODRÍGUEZ, F.; VILLAMÓN, F.; NÚÑEZ, J.; VÁSQUEZ, C.; WAUGH, R.; BONIERBALE, M. 2004. Selection of highly informative and user-friendly microsatellites (SSRs) for genotyping of cultivated potato. *Theor. Appl. Genet.* 108:881–890.
- GHISLAIN, M.; NÚÑEZ, J.; HERRERA, M.D.R.; PIGNATARO, J.; GUZMÁN, F.; BONIERBALE, M.; SPOONER, D.M. 2009. Robust and highly informative microsatellite-based genetic identity kit for potato. *Mol. Breed.* 23: 377-388.
- GIAMBIASI RODRIGUEZ, M.A. 2012. Análisis genético de la introgresión de germoplasma de *Solanum commersonii* en papa. Tesis Licenciado en Bioquímica. Universidad de la República. Facultad de Ciencias. Montevideo, Uruguay. 49 p.
- GIANNATTASIO, R.; SPOONER, D.M. 1994a. A reexamination of species boundaries between *Solanum megistacrolobum* and *S. toralapanum* (*Solanum* sect. *Petota*, series *Megistacroloba*): morphological data. *Syst.Bot.* 19: 89-105.
- GIANNATTASIO, R.; SPOONER, D.M. 1994b. A reexamination of species boundaries and hypotheses hybridization concerning *Solanum megistacrolobum* and *S. toralapanum* (*Solanum* sect. *Petota*, series *Megistacroloba*): molecular data. *Syst. Bot.* 19: 106-115.
- GILLEN, A.M.; NOVY, R.G. 2007. Molecular characterization of the progeny of *Solanum etuberosum* identifies a genomic region associated with resistance to potato leafroll virus. *Euphytica*. 155(3): 403-415.
- GIOVANNINI, T.; ALICEHIO, R.; CONCILIO, L. 1993. Genetics analysis of isozyme and restriction fragment patterns in the genus *Solanum*. *Jour Genet and Breed.* 47: 237-244.
- GONZÁLEZ, M.; GALVÁN, G.; SIRI, M.I.; BORGES A.; VILARÓ, F. 2013. Resistencia a la marchitez bacteriana de la papa en *Solanum commersonii* Dun. *Agrociencia* 17: 45-54.
- GOWER, J.C. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* 27: 857-874.
- GREENE, S.L.; KISHA, T.J.; YU, L-X.; PARRA-QUIJANO, M. 2014. Conserving *Trifolium thompsonii* Morton. *PLoS ONE* 9(8): e105145.
- GREIMLER, J.; STUESSY, T.F.; SWENSON, U.; BAEZA, C.M.; MATTHEI, O. 2002. Plant invasions on an oceanic archipelago. *Biological Invasions* 4: 73-85.
- GRIME, J.P. 1979. Plant strategies and vegetation processes. John Wiley and Sons, New York, USA. 222 p.



- GUTIÉRREZ GUZMÁN, H. 2014. Análisis del control actual de las especies invasoras *Rubus ulmifolius* y *Aristotelia chilensis* y propuestas de mejora. Proyecto GEF/MMA/PNUD "Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago de Juan Fernández". Ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y financiado por el Fondo del Medio Ambiente Mundial (FMAM) 27p. PDF
- HAMADA, H.; PETRINO, M.C.; TAKUGANA, T. 1982. A novel repeated element with Z-forming potential is widely found in evolutionarily diverse eukaryotic genomes. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 79: 6465-6469.
- HAMILTON, S.; ENGELS, N.R.; van HINTUM, J.M. M.; KOO, Th. J.L B.; SMALE, B. 2002. Accession management. Combining or splitting accessions as a tool to improve germoplasm management efficiency. IPGRI Technical Bulletin No. 5. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 66 p.
- HANNEMAN, R.E. Jr. 1989. The potato germplasm resource. Am. J. Potato Res. 66: 655-667.
- HAWKES, J.G.; HJERTING, J.P. 1969. The potatoes of Argentina, Brazil, Paraguay and Uruguay: a biosystematic study. Oxford University Press, Oxford. 525 p.
- HAWKES JG. 1990. The potato: evolution, biodiversity and genetic resource. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 259 p.
- HERNANDEZ VILLARREAL, A.E. 2013. Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Revista Bio Ciencias 2(3): 113-118.
- HERRERA, I.; GONCALVES, E.; PAUCHARD, A.; BUSTAMANTE, R. O. 2016. Manual de plantas invasoras de Sudamérica. IEB Chile, Instituto de Ecología y Biodiversidad. 116 p.
- HEYWOOD, V.H.; DULLOO, M.E. 2005. *In Situ* conservation of wild plant species: a critical global review of good practices. IPGRI International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. Technical Bulletin N°11, 174 p.
- HEYWOOD, V.H. 2015. *In situ* conservation of plant species: an unattainable goal?. Israel J Plant Sci. 63: 211-231.
- HIDALGO, V.P. 2013. Conservación *in situ* de germoplasma silvestre de papa en la Reserva Natural Villavicencio. Tesis Ingeniería en Recursos Naturales Renovables Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias. Mendoza. 94 p.
- HIJMANS, R.J.; SPOONER, D.M. 2001. Geographic distribution of wild potato species. Am. J. Bot. (88) 11: 2101-2112.
- HIJMANS, R.J.; SPOONER, D.M.; SALAS, A.R.; GUARINO, L.; DE LA CRUZ, J., 2002. Atlas of wild potatoes. Systematic and Ecogeographic Studies in Crop Gene pools 8. IPGRI, Rome. 130 p.

- HIJMANS, R.; GAVRILENKO, T.; STEPHENSON, S.; BAMBERG, J.; SALAS, A.; SPOONER, D.M. 2007. Geographic and environmental range expansion through polyploidy in wild potatoes (*Solanum* section Petota). *Global Ecol. Biogeogr.* 16: 485-495.
- HMIDA-SAYARI, A.; COSTA, A.; LEONE, A.; SAMIR, J.; GARGOURI-BOUZID, R. 2005. Identification of salt stress-induced transcripts in potato leaves by cDNA AFLP. *Mol Biotechnol.* 30(1): 139-141.
- HOSAKA, K. 2004. Evolutionary pathway of T-type Chloroplast DNA in potato. *Am J Potato Res.* 81(2): 153-158.
- HUAMÁN, Z.; WILLIAMS, J.T.; SALHUANA, W.; VINCENT, L. 1977. Descriptors for the cultivated potato and for the maintenance and distribution of germplasm collections. IBPGR: Rome, Italy. 47 p.
- HUAMAN, Z.; ORTIZ, R.; ZHANG, D.; RODRIGUEZ, F. 2000a. Isozyme analysis of entire and Core Collections of *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* potato cultivars. *Crop Sci.* 40: 273-276.
- HUAMÁN, Z.; HOEKSTRA, R.; BAMBERG, J.B. 2000b. The Intergenebank potato database and the dimensions of available wild potato germplasm. *Am. J. Potato Res.* 77: 353-362.
- HUARTE, M.A.; CAPEZIO, S.B. 2014. Cultivo de papa. Unidad Integrada Balcarce EEA Balcarce-INTA - FCA. UNMdP. Balcarce, Argentina 24 p.
- HUNTER, D.; HEYWOOD, V. 2011. *Crop wild relatives: a manual of in situ conservation.* Earthscan, London, Washington, DC. 441 p.
- HUSTON, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. *Am Nat.* 113: 81-101.
- HUSTON, M. 2004. Management strategies for plant invasions: manipulating productivity, disturbance and competition. *Divers Distrib.* 10:167-178.
- IBAÑEZ, J.R. 2015. La papa, otra sustancial embajadora de la inocuidad y calidad hortícola argentina. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, SENASA. [en línea] <<http://www.cpia.org.ar/agropost/201502/notaopinion3.html/>> [consulta: julio, 2017].
- IICA. 2010. Estrategia en recursos fitogenéticos para el Cono Sur. [en línea] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, PROCISUR, Montevideo, Uruguay. 172p. <<http://www.iica.int/>> [consulta: julio, 2017].
- INFOSTAT 2010. *InfoStat* versión 2010. Grupo InfoStat, FCA; Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- IPK, 2017. Genebank Instituto de Genética Vegetal e Investigación de Plantas Culinarias [en línea]<<http://qlks.ipk-gatersleben.de/>>. [consulta: agosto 2017].
- IRIONDO, J.M.; DULLOO, E.; MAXTED, N. 2008. Conserving plant genetic diversity in protected areas: population management of crop wild relatives. CAB International Publishing, Wallingford. 212 p.

- ISPIZÚA, V.N.; CLAUSEN, A.M.; COLAVITA, M. 2004. Colecta y conservación de *Solanum commersonii* Dun. en pastizales relictuales del distrito pampeano Austral. Actas 2° Reunión Binacional de Ecología. 21° Reunión Argentina de Ecología. 11° Reunión de la Sociedad de Ecología de Chile. Mendoza, Argentina, octubre-noviembre 2014. 260 p.
- ISPIZÚA, V.N.; GUMA, I.R.; FEINGOLD, S.; CLAUSEN, A.M. 2007. Genetic diversity of potato landraces from northwestern Argentina assessed with simple sequence repeats (SSRs). *Genet Resour Crop Ev.* 54(8): 1833-1848.
- ISPIZÚA, V.N.; GARAVANO, M.E.; CLAUSEN, A.M. 2011. Caracterización morfológica de poblaciones de *S. microdontum* Bitt. provenientes de su área de distribución incluido el Parque Nacional Calilegua. Actas 33° Jornadas Argentinas de Botánica. Misiones, Argentina, octubre 2011.
- ISPIZÚA, V.N.; GARAVANO, M.E.; MACEIRA, N.O.; VIGNOLIO, O. 2015. Respuesta de las plantas de *Solanum commersonii* Dunal a la defoliación. Actas 35° Jornadas Argentinas de Botánica. Salta, Argentina, septiembre 23-26 2015. pp 120.
- JANSKY, S.H. 2000. Breeding for disease resistance in potato. *Plant Breeding.* 19: 69-155.
- JANSKY, S.H.; DEMPEWOLF, H.; CAMADRO, E.L.; SIMON, R.; ZIMNOCH-GUZOWSKA, E.; BISOGNIN, D.A.; BONIERBALE, M. 2012. A Case for crop wild relative preservation and utilization in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Crop Sci.* 53:746-754.
- JARAMILLO, S.; BAENA, M. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. 129 p.
- JARVIS, A.; LANE, A.; HIJMANS, R.J. 2008. The effect of climate change on crop wild relatives. *Agr Ecosyst Environ.* 126: 13-23.
- JIMÉNEZ, J.P.; BRENES, A.; FAJARDO, D.; SALAS, A.; SPOONER, D.M. 2006. The use and limits of AFLP data in the taxonomy of polyploid wild potato species in *Solanum* series Conicibaccata. *Conserv Genet.* [en línea] <<https://www.sprinkler.com/conten/7800731155106225/>>. [consulta: agosto 2016].
- JUNED, A.; JACKSON, M.T.; CATTY, J.P. 1988. Diversity in the wild potato species *Solanum chacoense* Bitt. *Euphytica.* 37: 149-156.
- KAWCHUK, L.M.; LYNCH, D.R.; THOMAS, J.; PENNER, B.; SILITO, D.; KULCSAR, F. 1996. Characterization of *Solanum tuberosum* simple sequence repeats and application to potato cultivar identification. *Am Potato J.* 73: 325-335.
- KIM-LEE, H.; MOON, J.S.; HONG, Y.S.; KIM, M.S.; CHO, H.M. 2005. Bacterial wilt resistance in the progenies of the fusion hybrids between haploid of potato and *Solanum commersonii*. *Am J Potato Res.* 82:129-137.

- KORMUTAK, A.; HELDAK, J.; SUBOVA, D. 1999. Soluble proteins and isoesterases as taxonomic marker tested in nine wild *Solanum* species and eight Slovakian Potato varieties. *Potato Res.* 42:619-626.
- KRISTENSEN, M.J.; FRANGI, J.L. 1995. Mesoclimas de pastizales de la Sierra de la Ventana. *Ecol. Austral.* 5:55-64.
- LAFERRIERE, L.T.; HELGESON, J.P.; ALLEN, C. 1999. Fertile *S. tuberosum* + *S. commersonii* somatic hybrids as sources of resistance to bacterial wilt caused by *R. solanacearum*. *Theor & Appl. Gen.* 98: 1272-1278.
- LAKSHMINARAYANA, R.V.; ARCHAK, S.; NAGARAJU, J. 2007. Capillary electrophoresis is essential for microsatellite marker based detection and quantification of adulteration of basmati rice (*Oryza sativa*). *J Agr Food Chem.* 55(20): 8112-8117.
- LARA, M.C.; HORIA, I.G.; SUSAN, M.W.; JIMING, J. 2006. Marker-assisted selection for the broad-spectrum potato late blight resistance conferred by gene *rb* derived from a wild potato species. *Crop Sci.* 46: 589-59.
- LARA-CABRERA, S.; SPOONER, D.M. 2005. Taxonomy of Mexican diploid wild potatoes (*Solanum* sect. *Petota*): morphological and microsatellite data. *Monogr. Syst. Bot. Mo. Bot. Gard.* 104:199-225.
- LATERRA, P.; VIGNOLIO, O.R.; LINARES, M.P.; GIAQUINTA, A.; MACEIRA, N. 2003. Cumulative effects of fire on tussock pampa grassland. *J. Veget Sci.* 14: 43-54.
- LATERRA, P.; JOBBÁGY E.G.; PARUELO, J.M. 2011. Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Ediciones INTA, Buenos Aires. 740 p.
- LITT, M.; LUTTY, J.A. 1989. A hypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of dinucleotide repeats within the cardiac muscle actin gene. *Am. J. Hum. Genet.* 44: 397-401.
- LIZZI, J.M.; GARBULSKY, M.F.; GOLLUSCIO, R.A.; DEREGIBUS, A. V. 2007. Mapeo indirecto de la vegetación de Sierra de la Ventana, provincia de Buenos Aires. *Ecol. Austral.* 17(2): 217-230.
- LONG, M.A.; GRASSINI, C.M. 1997. Actualización del conocimiento florístico del Parque Provincial Ernesto Tornquist. Informe final convenio de colaboración recíproca del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. 257 p.
- LUND, A.; DOUCHES, D.; BRYAN, G.; MCCLEAN K.; FRANK, L. 2004. Genetic mapping of resistance to *Phytophthora infestans* in cultivated tetraploid potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*). *Am. J. Potato Res.* 81(1):73-79.
- MACEIRA, N.O.; ZELAYA, D.K.; CAMELIN, J.P.; FERNÁNDEZ, O.N. 2004. Uso de la tierra y elementos para el mejoramiento de la sustentabilidad. reserva de la biosfera de Mar Chiquita. CERBAS, INTA. EEA Balcarce. CDRom

- MANSFIELD, D.C.; BROWN, A.F.; GREEN, D.K.; CAROTHERS, A.D.; MORRIS, S.W.; EVANS, H.J.; WRIGHT, A.F. 1994. Automation of genetic linkage analysis using fluorescent microsatellite markers. *Genomics*. 24(2): 225-33.
- MARFIL, C.F.; MASSUELLI, R.W. 2013. Reproductive ecology and genetic variability in natural populations of the wild potato, *Solanum kurtzianum*. *Plant Biol (Stuttg)*. 16(2):485-94
- MARFIL, C.F.; HIDALGO, V.; MASUELLI, R.W. 2015. *In situ* conservation of wild potato germplasm in Argentina: Example and possibilities. *Global Ecol. Conserv.* 3: 461-476.
- MARTÍNEZ, M.M. 2008. *Holcus lanatus*. *Revista Plan Agropecuario*, 125: 48-51.
- MATESEVACH, M.; BARBOZA, G.E. 2005. Flora fanerogámica Argentina: fascículo 87. 256. Solanaceae, parte 13. Tribu 1. Solaneae, parte 2. *Solanum* subgen. *Potatoe*, sect. *Petota*. ProFlora Conicet: Cordoba, Argentina. pp. 13-15
- MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación.. OEA. Secretaría General: Washington DC. Serie de Biología. Monografía N° 22, 168 p.
- MATTHEWS; S. 2005. El programa mundial sobre especies invasoras. GISP.80p. [en línea] <http://www.issg.org/pdf/publications/GISP/Resources/SAmericaInvaded-ES.pdf> [consulta: abril 2018]
- MAXTED, N.; HAWKES, J.G.; FORD-LLOYD, B.V.; WILLIAMS, J.T. 1997. A practical model for *in situ* genetic conservation. In: Maxted, N., Ford-Lloyd, B.V.; Hawkes, J.G. (eds.) *Plant genetic conservation: the in situ approach*. Chapman & Hall, London. pp. 339-367.
- MAXTED, N.; FORD-LLOYD, B.V.; KELL, S.P.; IRIONDO, J.; DULLOO, E.; TUROK, J. 2008. *Crop wild relatives conservation and use*. CABI Publishing: Wallingford pp.535–548.
- MAXTED, N.; KELL, S.P. 2009. Establishment of a global network for the *in situ* conservation of crop wild relatives: status and needs. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome, Italy. 266 p.
- MAXTED, N.; KELL, S.P.; FORD-LLOYD, B.; DULLOO, E.; TOLEDO, Á. 2012. Toward the systematic conservation of global crop wild relative diversity. *Crop. Sci.* 52, 774–785.
- MAZZOLA, M.B.; KIN, A.G.; MORICI, E.F.; BABINEC, F.J.; TAMBORINI, G. 2008. Efecto del gradiente altitudinal sobre la vegetación de las sierras de Lihue Calel (La Pampa, Argentina). *B Soc Argent Bot.* 43(1-2): 103-119.
- MAZZOLARI, A.C.; COMPARATORE, V.M.; BEDMAR, F. 2011. Control of elmleaf blackberry invasion in a natural reserve in Argentina. *J. Nat. Conserv.* 19: 185-191.
- MAZZOLARI, A.C.; COMPARATORE, V. 2014. Invasión de *Rubus ulmifolius* (Rosaceae) en la reserva integral Laguna de Los Padres, Buenos Aires, Argentina:

Bases para el trazado de estrategias de manejo y recuperación del bosque nativo. *BioScriba*. 7(1): 19-29.

McGREGOR, C.E.; LAMBERT, C.A.; GREYLING, M.M.; LOUW, J.H.; WARNICH, L. 2000. A comparative assessment of DNA Fingerprinting techniques (RAPD, ISSR, AFLP and SSR) in tetraploid potato (*Solanum tuberosum* L.). *Euphytica*. 113: 135-144.

McGREGOR, C.E.; VAN TREUREN, R.; HOEKSTRA, R.; VAN HINTUM, T.J. 2002. Analysis of the wild potato germplasm of the series *Acaulia* with AFLPs: implications for *ex situ* conservation. *Theor. Appl. Genet.* 104: 146-156.

MENTZ, L.A.; OLIVEIRA, P.L. 2004. *Solanum* (Solanaceae) na região sul do Brazil. *Pesquisas Botanica* 54: 1-327.

MEYER, R.C.; MILBOURNE, D.; HACKETT, C.A.; BRADSHAW, J.E.; MCNICHOL, J.W.; WAUGH, R. 2004. Linkage analysis in tetraploid potato and association of markers with quantitative resistance to late blight (*Phytophthora infestans*). *Mol. Gen. Genet.* 259(2): 254-261.

MILBOURNE, D.; MEYER, R.; BRADSHAW, J.E.; BAIRD, E.; BONAR, N.; PROVAN, J.; POWELL, W., WAUGH, R. 1997. Comparison of PCR-based marker systems for the analysis of genetic relationships in cultivated potato. *Mol. Breeding* 3: 127-136.

MILBOURNE, D.; MEYER, R.C.; COLLINS, A.J.; RAMSAY, L. D.; GEBHARDT, C.; WAUGH, R. 1998. Isolation, characterisation and mapping of simple sequence repeat loci in potato. *Mol. Gen. Genet.* 259:233-245.

MILLER, J.T.; SPOONER, D.M. 1996. Introgression of *Solanum chacoense* (*Solanum* sect. *Petota*): upland populations reexamined. *Syst. Bot.* 21: 461-475.

MORGANTE, M.; OLIVIERI, A.M. 1993. PCR-amplified microsatellites in plant genetics. *The Plant Journal*. 3: 175-182.

MOZO, J. 2016. Distribución geográfica y detección de áreas prioritarias para la colecta de germoplasma de *Solanum commersonii* Dunal mediante el uso de sistemas de información geográfica. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina. 46 p.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons. New York, 547 p.

MULLIS, K.; FALOONA, F.; SCHARF, S.; SAIKI, R.; HORN, G.; ERLICH, H. 1986. Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: The polymerase chain reaction. *Cold Spring Harbor Symp Quant Biol.* 51:263-273.

NEI, M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 70: 3321-3323.

- NRSP-6, 2017. United States Potato Genebank. [en línea] <<https://www.ars-grin.gov/nr6/>> [consulta: agosto 2017].
- OCHOA, C.M. 2001. Las papas de Sudamérica: Bolivia. Plural editores/CID. La Paz, Bolivia. 535 p.
- OKADA, K.A.; HAWKES, J.G. 1978. *Solanum rechei*, especie silvestre de papas de origen híbrido de la Sierra de Famatina (Provincia de la Rioja, Argentina). Kurtziana 11:55–74.
- OKADA K.A.; CLAUSEN A.M. 1982. Natural hybridization between *Solanum acaule* Bitter and *S. megistacrolobum* Bitter in the province of Jujuy, Argentina. Euphytica 31: 817–835.
- OKADA K.A.; CLAUSEN A.M. 1985. Natural triploid hybrids between *Solanum acaule* Bitter and *S. infundibuliforme* Philippi in the province of Jujuy, Argentina. Euphytica 34: 219–231.
- PALTA, J.P.; CHEN, H.H.; LI, P.H. 1981. Relationship between heat and frost resistance of tuber-bearing *Solanum* species: effect of cold acclimation on heat resistance. Bot. Gaz. 142: 311-315.
- PEJIC, I.; AJMONE-MARSAN, P.; MORGANTE, M.; KOZUMPLICK, V.; CASTIGLIONI, P.; TARMINO, G.; MOTTO, M. 1998. Comparative analysis of genetic similarity among maize inbred lines detected by RFLPs, RAPDs, SSRs and AFLPs. Theor. Appl. Genet. 97(8): 1248-1255.
- PEREZ DÍAZ, J.R. 2004. Evaluación de la diversidad genética de papas nativas (*Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum* Hawkes) silvestres y cultivadas del sur de Chile, mediante el uso de marcadores microsatélites. Tesis Licenciado en Agronomía. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Valdivia, Chile. 68 p.
- PIANZZOLA, M.J.; ZARANTONELLI, L.; GONZALEZ, G.; FRANCO-FRAGUAS, L.; VAZQUEZ, A. 2005. Genetic, phytochemical and biochemical analysis as tools for diversity evaluation of wild accessions of *Solanum commersonii*. Biochem. System. Ecol. 33: 67-78.
- PLAISTED, R.; HOOPES, R. 1989. The past record and future prospects for the use of exotic potato germplasm. Am. J. Potato Res. 66, 603–627. POPENOE, H.; KING, S.R.; LEON, J.; KALINOWSKI, L.S. 1989. Lost crops of the Incas. Little-known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. National Academy Press: Washington. 415 p.
- POWELL W.; MORGANTE, M.; ANDRE, C.; HANAFEY, M.; VOGEL, J.; TINGEY, S.; RAFALSKI, A. 1996. The comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (microsatellite) markers for germplasm analysis. Mol. Breeding. 2: 225-238.
- PRANCE, G.T. 1997. The conservation of botanical diversity. In: Maxted, N.; Ford-Lloyd, B.V.; Hawkes, J.G. (eds.) Plant genetic conservation: the *in situ* approach. Chapman and Hall, London, pp.3-14.

- PRIETO, A.; ISPIZÚA, V.N.; CLAUSEN, A.M. 2016. Distribución y variabilidad morfológica de poblaciones de *Solanum commersonii* (Solanaceae) en la región pampeana de la Argentina. Bol. Soc. Argent. Bot. 51(1): 59-71.
- PROVAN, J.; POWELL, W.; WAUGH, R. 1996. Microsatellite analysis of relationships within cultivated potato (*Solanum tuberosum*). Theor. Appl. Genet. 92: 1078-1084.
- PUCHETA, E.; CABIDO, M.; DÍAZ, S.; FUNES, G. 1998. Floristic composition, biomass, and aboveground net plant production in grazed and protected sites in a mountain grassland of central Argentina. Acta Oecologica 19: 97-105.
- RAO, N.K. 2004. Plant genetic resources: advancing conservation and use through biotechnology. Afr. J. Biotechnol. 3: 136-145.
- RARNP, 2017. Ver reservas. Paititi Red Argentina de Reservas Naturales Privadas. [en línea]<<http://reservasprivadas.org.ar/>>. [consulta: mayo 2017].
- REDDICK, D. 1930. Frost-tolerant and blight-resistant potatoes. Phytopathology. 20: 987-991.
- RICCI, M. 2006. Conservation status and *ex-situ* cultivation efforts of endemic flora of the Juan Fernandez Archipelago. Biodivers. Conserv. 15: 3111-3130.
- RÍPODAS, J.I. 2016. Malezas tóxicas, control del Senecio. [en línea] <<https://inta.gov.ar/documentos/malezas-toxicas-control-del-senecio>>[consulta: julio 2017].
- RIVAS, M.; CLAUSEN, A.M.; LEÓN LOBOS, P. 2010. Conservación *in situ* de recursos fitogenéticos de importancia para la agricultura y la alimentación. En: Estrategia en los recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. IICA, PROCISUR: Montevideo, pp. 58-73.
- ROMANELLI, A.; MASSONE, H.E. 2011. Lagunas de los Padres y La Brava: un recurso natural y social para cuidar y compartir. Suárez: Mar del Plata Material en soporte informático.
- ROSS, H. 1966. The use of wild *Solanum* species in German potato breeding of the past and today. Am. J. Potato Res. 43, 63–80.
- ROSS, H. 1986. Potato breeding: problems and perspectives supplement. Verlag Paul Parey, Berlin. 132 p.
- RUIZ DE GALARRETA, J.I.; CARRASCO, A.; SALAZAR, A.; BARRENA, I.; ITURRITXA, E.; MARQUINEZ, R.; LEGORBURU, F.J.; RITTER, E., 1998. Wild *Solanum* species as resistance sources against different pathogens of potato. Potato Res. 41: 57-68.
- RUSH, V.; VILA, A.; MARQUÉS, B.; LANTSCHNER, V. 2015. Conservación de la biodiversidad en sistemas productivos: fundamentos y prácticas aplicadas a forestaciones del noroeste de la Patagonia. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, MAGyP. Unidad para el Cambio Rural, UCAR: CABA, AR. 128p.



- SABATINO, M.; MACEIRA, N.; AIZEN, M. 2010. Direct effects of habitat area on interaction diversity in pollination webs. *Ecol. Appl.* 20: 1491-1497.
- SÁNCHEZ, M.E.; DE GRACIA, J.N.; QUIROGA MENDIOLA, M. 2015. Guía visual de plantas nativas del Parque Nacional Los Cardones: Valles Calchaquíes, Salta-Argentina. Artes Gráficas: Salta. 52p.
- SANHUEZA, C.; ZALBA, S. 2014. Banco de semillas, germinación y longevidad de semillas de retama (*Spartium junceum*, Fabaceae): implicancias para su control. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 49 (1): 67-76.
- SCHLÖTTERER, C. 2000. Evolutionary dynamics of microsatellite DNA. *Chromosoma* 109: 365-371.
- SCHNEIDER, S.; ROESSLI, D.; EXCOFFIER, L. 2000. Arlequin ver. 2.000: A software for population genetics data analysis. Genetics and Biometry Lab, Dept. of Anthropology, University of Geneva, Suiza. (Software).
- SIRI, M.I.; GALVAN, G.A.; QUIRICI, L.; SIBERA, E.; VILLANUEVA, P.; FERRERIRA, F.; FRANCO, L.; PIANZZOLA, M.J. 2009. Molecular marker diversity and bacterial wilt resistance in wild *Solanum commersonii* accessions from Uruguay. *Euphytica* 165: 371-382.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. 1962. The comparison of dendograms by objective methods. *Taxon.* 11: 33-44.
- SONG, Y.S.; HEPTING, L.; SCHWEIZER, G.; HARTL, L.; WENZEL, G.; SCHWARZFISCHER, A. 2005. Mapping of extreme resistance to PVY (Rysto) on chromosome XII using anther culture-derived primary dihaploid potato lines. *Theor. Appl. Genet.* 111(5): 122-127.
- SPOONER, D.M.; BAMBERG, J.B.; HJERTING, J.P.; GOMEZ, J. 1991. Mexico 1988 potato germplasm collecting expedition and utility of the Mexican potato species. *Am. Potato J.* 68: 29-43.
- SPOONER, D.M.; VAN DEN BERG, R.G. 1992. Species limits and hypotheses of hybridization of *Solanum berthaultii* Hawkes and *S. tarijense* Hawkes: morphological data. *Taxon.* 41: 685-700.
- SPOONER, D.M.; BAMBERG, J.B. 1994. Potato genetic resources: sources of resistance and systematic. *Am. Potato J.* 71: 325-337.
- SPOONER, D.M.; HIJMANS, R.J. 2001. Potato systematics and germplasm collecting, 1989-2000. *Amer. J. Potato Res.* 78: 237-268.
- SPOONER, D.M.; VAN DER BERG, R.J.; RODRIGUEZ, A.; BAMBERG, J.; HIJMAN, R.J.; LARA CABRERA, S.I. 2004. Wild Potatoes (*Solanum* section *Petota*; Solanaceae) of North and Central America. *Syst. Bot. Monogr.* 68: 1- 209.
- SPOONER, D.M.; MCLEAN, K.; RAMSAY, G.; WAUGH, R.; BRYAN, G.J. 2005. A single domestication for potato based on a multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping. *PNAS.* 102: 14694-1469.

- SPOONER, D.M.; SALAS, A. 2006. Structure, biosystematics, and genetic resources. In: Gopal J.; Khurana S.M P. (eds.) Handbook of potato production, improvement and post-harvest management. Haworth's Press: Binghampton, New York. pp. 1-39.
- SPOONER, D.M.; GHISLAIN, M.; SIMON, R.; JANSKY, S.H.; GAVRILENKO, T. 2014. Systematics, diversity, genetics, and evolution of wild and cultivated potatoes. Bot. Rev. 80: 283-383.
- SPOONER, D.M.; ALVAREZ, N.; PERALTA, I.E.; CLAUSEN, A.M. 2016. Taxonomy of wild potatoes and their relatives in Southern South America (*Solanum* sects. *Petota* and *Etuberosum*). Syst. Bot. Monogr. 100: 1-240.
- STEDJE, B.; BUKENYA-ZIRABA, R. 2003. RAPD variation in *Solanum anguivi* Lam. and *S. aethiopicum* L. (Solanaceae) in Uganda. Euphytica. 131(3): 293-297.
- STEFAN, K. 1980. Zagadnienie odpornosci ziemniakow na porazenie przez ditylenchus destructor. Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych. 232: 55-61.
- STOLTON, S.; REDFORD, K. H.; DUDLEY, N. 2014. Áreas bajo protección privada: mirando al futuro. UICN:. Gland, Suiza 112 p.
- SUKHOTU, T.; KAMIJIMA, O.; HOSAKA, K. 2006. Chloroplast DNA variation in the most primitive cultivated diploid potato species *Solanum stenotomum* Juz. et Buk. and its putative wild ancestral species using high-resolution markers. Gen Res Crop Evol. 53(1): 53-63.
- SUN, G.; WANG-PRUSKI, G.; MAYICH, M.; DE JONG, H. 2003. RAPD and pedigree-based genetic diversity estimates in cultivated diploid potato hybrids. Theor. Appl. Genet. 107(1):110-115.
- TAPIA, M.; TORRES, J. 2002. Parientes silvestres de los cultivos nativos en el Perú. En: Seminario – Taller “Parientes Silvestres de los Cultivos Nativos en el Perú” Universidad Nacional Agraria La Molina, Octubre 18-19. Lima, Perú . Octubre 8-19. 70p.
- TAUTZ, D.; RENZ, M. 1984. Simple sequences are ubiquitous repetitive components of eukaryotic genomes. Nucleic Acids Res. 12: 4127-4138.
- THOMPSON, J.D.; TURKINGTON, R. 1988. The biology of canadian weeds. 82. *Holcus lanatus* L. Can. J. Plant. Sci. 68: 131-148.
- TILLERÍA, J.; ZAMUZ, J. 2013. DBGERMOWeb-Sistema Curatorial para la Documentación de Colecciones Vegetales de Germoplasma Software, INTA, Argentina.
- TOZZINI, A.C.; CERIANI, M.F.; SALADRIGAS, M.V.; HOPP, H.E. 1991. Extreme resistance to infection by potato virus X in genotypes of wild tuber-bearing *Solanum* species. Potato Res. 34: 317 -324.
- UGARTE, M.L.; ESTRADA, N.; GARCÍA, W.; CARRASCO, E. 1994. Identificación, evaluación, caracterización y conservación del germoplasma de papa, raíces y tubérculos andinos en Bolivia. En: 1° Reunión Internacional de Recursos Genéticos

- de Papa, Raices y Tubérculos Andinos. IBTA, PROINPA, IBTA-CIP-COTESU. febrero 7-10 1994. Cochabamba, Bolivia. pp. 294-295
- UICN, 2014. Unión Internacional para la conservación de la naturaleza y los recursos naturales. Informe anual. Gland, Suiza. 40p.
- VALICENTI, R.; FARINA, E.; D'ALFONSO, C.; SCARAMUZZINO, R. 2005. Caracterización fitosociológica de un pajonal serrano de *Paspalum quadrifarium* Lam. en Azul (Provincia de Buenos Aires). Rev. Cient. Agrop. 9(2): 141–152.
- VALVERDE, R. 2007. Mapeo genético y detección de QTLs en especies de *Solanum*. Agron. Costarric. 31(2): 31-47.
- VAN DEN BERG, R.G.; BRYAN, G.J.; DEL RIO, A.; SPOONER, D.M. 2002. Reduction of species in the wild potato *Solanum* section *Petota* series *Longipedicellata*: AFLP, RAPD and chloroplast SSR data, Theor. Appl. Genet. 105: 1109-1114.
- VAN ECK, H.J.; ROUPPE VAN DER VOORT, J.; DRAAISTRA, J.; VAN ZANDVOORT, P.; VAN ENCKEVORT, E.; SEGERS, B.; PELEMAN, J.; JACOBSEN, E.; HELDER, J.; BAKKER, J. 1995. The inheritance and chromosomal location of AFLP markers in a non-inbred potato offspring. Mol. Breeding 1: 397-410.
- VAZQUEZ, P.; ZULAICA, L. 2013. Intensificación agrícola y pérdida de servicios ambientales en el partido de Azul (provincia de Buenos Aires) entre 2002-2011. Soc. Nat. 25(3): 543-556.
- VEGA, S.E.; DEL RÍO, A.H.; GEUNHWA J.; BAMBERG, J. B.; PALTA, J.P. 2003. Marker-assisted Genetic Analysis of Non-acclimated Freezing Tolerance and Cold Acclimation Capacity in a Backcross *Solanum* Population. Amer. J. Potato Res. 80(6): 359-369.
- VEGA, S.E.; del RIO, A.H.; BAMBERG, J.B.; PALTA J.P. 2004. Evidence for the up-regulation of stearyl-ACP delta – (9) desaturase gene expression during cold acclimation. Amer. J. Potato Res. 81: 125-135.
- VETELÄINEN, M.; GAMMELGARD, E.; VALKONEN, J.P.T. 2005. Diversity of nordic landrace potatoes (*Solanum tuberosum* L.) revealed by AFLPs and morphological characters. Gen Res Crop Evol. 52(8): 1072- 1077.
- VIGLIZZO, E.F.; JOBBÁGY, E. 2010. Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico-ambiental. Ediciones INTA. 102 p.
- VIR, 2017. Structure. The Departments of Plant Resources [en línea] Instituto de Investigación de la Industria Vegetal <<http://vir.nw.ru/>>. [consulta: agosto 2017].
- VOS, P.; HOGERS, R.; BLEEKER, M. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. Nucleic. Acids. Res. 23: 4407- 4414.
- WALTHER-HELLWIG, K.; FRANKL, R. 2000. Foraging habitats and foraging distances of bumblebees, *Bombus* spp. (Hym., Apidae), in an agricultural landscape. J. Appl. Entomol. 124: 299–306.

- WEISING, K.; NYBOM, H.; WOLFF, K.; KAHL, G. 2005. DNA fingerprinting in plants: principles, methods, and applications. 2<sup>nd</sup>. ed. CRC Press: Boca Ratón, FL. 444 p.
- WELSH, J.; McCLELLAND, M. 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic. Acids Res.* 18: 7213-7218.
- WILLIAMS, J.G.K.; KUBELIK, A.R.; LIVAK, K.J.; RAFALSKI J, A.; TINGEY, S.V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Res.* 18: 6531-6535.
- WRIGHT, S. 1978. Evolution and the genetics of populations. Vol IV. Variability within and among natural populations. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.
- WYMAN, A.R.; WHITE, R. 1980. A highly polymorphic loci in human DNA. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 77: 6754-6758.
- ZHANG, W.; GIANIBELLI, M.C.; MA, W.; RAMPLING, L.; GALE, K.R. 2003. Identification of SNPs and development of allele-specific PCR markers for  $\gamma$ -gliadin alleles in *Triticum aestivum*, *Theor. Appl. Genet.* 107: 130-138.
- ZIEGLE, J.S.; Su, Y.; Corcoran, K.P.; Nie, L.; Mayrand, P.E.; Hoff, L.B.; McBride, L.J.; Kronick, M.N.; Diehl, S.R. 1992. Application of automated DNA sizing technology for genotyping microsatellite loci. *Genomics.* 14: 1026–1031.
- ZOMLEFER, W.B. 1994. A guide of Flowering plant families. Univ. of North Carolina Press. Chapel Hill & London. 430 p.
- ZULOAGA, F.; NICORA, E.; RÚGOLO DE AGRÁSAR, Z.E.; MORRONE, O.; PENSIERO, J.; CIALDELLA, A.M. 1994. Catálogo de la familia Poaceae de la República Argentina. Monographs in Systematic Botany from The Missouri Botanical Garden, MBG Press, Missouri, USA. Vol. 47, 178 p.
- ZULOAGA, F.; MORRONE, O. 1999. Catálogo de las plantas vasculares de la República ArgentinaII. Monographs in Systematic Botany. The Missouri Botanical Garden. MBG Press, Missouri, USA. Vol. 74, 621 p.
- ZUÑIGA PALMA, H. 2010. Valoración apropiada de la permeabilidad del suelo, cualidad importante en la determinación de la erosionabilidad del territorio. Bogotá. 27 p.