

**El Caldenar: dinámica de poblaciones de caldén y procesos de expansión de leñosas en
pastizales**

Pamela D. Lerner



Resumen

El presente capítulo tiene como objetivo contribuir al conocimiento de los bosques de caldén (*Prosopis caldenia* Burkart), describir los cambios ocurridos en la vegetación desde inicios del siglo XX y analizar el efecto de los disturbios en el aumento de las densidades de las poblaciones del caldén y los procesos de expansión de leñosas en pastizales. Se revisan diversos estudios que comprenden aspectos ecológicos de la especie, dinámica de las comunidades vegetales, el rol de la ganadería y los fuegos sobre la dispersión, la estructura y la dinámica temporal de las poblaciones de caldén.

La vegetación en el caldenar

Una perspectiva histórica

Los bosques de la región semiárida central de la Argentina dominados por caldén (*Prosopis caldenia* Burkart) (Burkart, 1939) se distribuyen por el centro y sur de San Luis, sudoeste de Córdoba, centro de La Pampa, sur de Buenos Aires, se los ha citado en el valle del Río Colorado y en formaciones arbustivas que por el Río Negro casi llegan hasta la costa atlántica al noreste de Río Negro (Lasalle, 1966; Anderson *et al.*, 1970; Cabrera y Willink, 1980; Cano *et al.*, 1980). De todos modos, sus límites son muy imprecisos, ya que forma extensos ecotonos con el Monte Occidental, algunos de sus componentes invaden comunidades diferentes, y su área original ha sido reducida como producto del desmonte y extensión de la frontera agrícola (Lewis y Collantes, 1973).

Resulta dificultoso generalizar una caracterización del caldenar debido a que sus propiedades florísticas, estructurales y funcionales se ven afectadas por múltiples disturbios, principalmente por el desmonte de vastas áreas, la alteración del régimen natural de fuegos, la introducción del ganado vacuno y la extracción forestal selectiva. Sin embargo, se cuenta con descripciones tempranas del área que ayudan a inferir las características del caldenar y su dinámica. Al inicio de las actividades agropecuarias, a comienzos de siglo XX el caldenar habría formado una sabana con árboles de caldén dispersos en un pastizal de gramíneas bajas (testimonio citado en W.C Hickey y O.A. Knudtsen, inédito). Esta área, ubicada en el centro norte de

La Pampa, años más tarde sería clasificada como bosque abierto de *Prosopis caldenia* con pastizal y arbustos (Estelrich *et al.*, 1985). En 1936, Koutche y Carmelich distinguieron un Monte puro y un Monte mezclado (Mixto). El primero fue descrito como un bosque abierto con árboles dispersos de caldén, acompañado ocasionalmente por el algarrobo (*P. flexuosa* D.C.), con árboles de caldén de 12 m de altura máxima y a distancias variables entre 10 y 50 m, sin estrato arbustivo y abundante estrato herbáceo rico en gramíneas. Similarmente, Monticelli (1938) resalta el carácter casi puro de los bosques de caldén y que, excepto en el caso del monte sucio, en general es un verdadero parque natural. En este estudio, las distancias promedio entre los árboles fue evaluada entre los 10 y los 15 m. La región de mayor desarrollo de los bosques de caldén fue localizada en una zona de relieve muy ondulado con alternancia de mesetas y valles, cercana a la localidad de Telén, Provincia de La Pampa (Koutche y Carmelich, 1936), en áreas de dunas fósiles donde el caldén ocupa el fondo y las laderas de valles o en depresiones esparcidas entre áreas llanas elevadas (Fig. 1), (Monticelli 1938).



Fig 1. Bosque de caldén con pastizal y arbustos en depresiones de áreas medanosas-onduladas (Subregión 3 en Apéndice). *P. caldenia* forma un renoval denso, con árboles altos espaciados. Dpto. Loventué. Provincia de La Pampa, Argentina

El Monte mixto de Koutche y Carmelich (1936), y probablemente el ‘monte sucio’ de Monticelli (1938) comprendía un bosque de caldén mezclado con una cierta proporción de otras especies arbóreas como el algarrobo, el chañar (*Geoffrea decorticans* (Gill.ex Hook. et Arn.) Burkart), el molle (*Schinus fasciculatus* (Griseb.) y la sombra de toro (*Jodina rhombifolia* Hook. et Arn.) y un

estrato de arbustos esparcidos entre los árboles de mayor porte, aislados o en grupos interrumpidos por manchones de gramíneas, compuesto principalmente por piquillín (*Condalia microphylla* Cav.), jarilla (*Larrea divaricata* Cav.), atamisque (*Atamisquea emarginata* Miera ex Hook, et Arnott) y alpataco (*P. alpataco* Philippi). La intensa explotación forestal que comenzó a principios del siglo XX llevó no sólo a la disminución sino a la degradación de las áreas boscosas. Se perdieron grandes extensiones de bosques que contaban con individuos bien desarrollados de caldén que fueron sustituidas por formaciones predominantemente arbustivas o herbáceas provocando un cambio fisonómico importante (Tortorelli, 1956; Lasalle 1966).

Una posterior descripción del paisaje de la región de la Pampa Central (Cano 1975), estableció la existencia de tres unidades: a) el bosque abierto de caldén, concentrado en bajos y depresiones, el cual es interrumpido por b) planicies con pastizales y c) áreas medanosas-onduladas con pastizales. En estas unidades paisajísticas se produjo un reemplazo del tipo de vegetación por formaciones con altas densidades de caldenes jóvenes o montes impenetrables con altas densidades de caldén y otras especies como piquillín, molle y chañar. Estas formaciones reemplazan las áreas boscosas abiertas o invaden los pastizales de médanos y de



Fig. 2. Bosque abierto de caldén con pastizal con invasión de renuevos de caldén en bajos de áreas de Mesetas y Valles (Subregión 6 en Apéndice). Dpto. Utracán. Provincia de La Pampa, Argentina.

planicies adyacentes (Fig. 2). En la Provincia de La Pampa se confeccionó un inventario de Recursos Naturales (Cano *et al.*, 1980) que resume información sobre el estado de los bosques de caldén. Las formaciones leñosas fueron caracterizadas por altura de los estratos, descripción de la densidad de sus elementos, cobertura de los estratos,

estructura vertical, estructura horizontal, composición florística, especies dominantes, acompañantes y ocasionales. Se asoció la vegetación con características climáticas, topográficas, edáficas y geomorfológicas. Se establecieron regiones y subregiones fisiográficas, las cuales son resumidas en el Apéndice. En el sector Centro-Norte de la provincia, subregiones 2, 3, 5 y 6 (Apéndice), se encuentran bosques abiertos con bajo porcentaje de arbustos acompañantes y en el sector Sur, subregiones 7, 9 y 10, se desarrollan bosques muy abiertos de caldén con arbustos. La zona correspondiente a la subregión 3 experimentó una explotación forestal intensa y grandes desmontes con fines de cultivo. En áreas de caldenar-pajonal que fueron abandonadas después del cultivo, se regeneraron pastizales y en las del caldenar- arbustal, se instalaron arbustales y renoveles de caldén. En la subregión 2, la variabilidad en composición florística y en la estructura de las comunidades se relacionó con la variabilidad del relieve, del material parental de los suelos y con efectos de fuegos. En la subregión 3 la variabilidad en la composición florística y densidad de sus componentes fue atribuida a diferencias en el estado de erosión de los suelos, en las condiciones de pastoreo y en la topografía (Fig. 3). En la subregión 5 se establecieron dos variantes del bosque. Por una parte un caldenar abierto con estrato gramíneo denso, ubicado en bajos planos o bajas pendientes que crece sobre suelos secos y un caldenar tupido, con estrato gramíneo denso desarrollado sobre suelos más finos y más húmedos. Este último ocupa por lo general la parte más baja de los valles o de las grandes depresiones. En esta subregión se reconocieron áreas con renoveles de caldén muy densos. En general, los caldenares se desarrollan preferentemente sobre suelos franco arenoso fino profundos, sin tosca en el perfil o bien con concreciones calcáreas aisladas o formando una capa delgada aislada. Es posible inferir que la vegetación del caldenar está compuesta por una variedad de tipos fisonómicos determinados principalmente por condiciones locales de relieve y suelos, y es afectada por diversos disturbios que provocan cambios estructurales y florísticos de gran magnitud, alcance temporal y espacial o que incrementan la heterogeneidad estructural, florística y espacial de la vegetación.



Fig. 3. Bosque abierto de caldén con arbustos, típico “caldenar arbustal” en lomas de áreas medanosas-onduladas (Subregión 3 en Apéndice). Dpto. Loventué. Provincia de La Pampa, Argentina.

Aplicación de modelos explicativos de la vegetación del caldenar

Los cambios en la vegetación del caldenar han sido interpretados a través de distintos enfoques. Bajo el enfoque clemensiano clásico (Clements, 1916) se explicaban estos cambios como distintas etapas de una sucesión de la vegetación provocadas por determinados disturbios, los que al dejar de actuar permitirían la sucesión hacia una única comunidad en equilibrio denominada “climax” (Cano *et al.*, 1980; Orquín *et al.*, 1983; Nazar Anchorena, 1988). Se propuso como comunidad climax del caldenar una sabana gramínea con dominio de árboles de caldén en el estrato arbóreo. En dicho enfoque, los distintos estadios sucesionales explicarían la gran heterogeneidad de las comunidades del caldenar (Cano *et al.*, 1980). En tal sentido, se explicaba que el ganado vacuno generaba cambios que se revertirían por la exclusión al pastoreo de las áreas afectadas. El modelo sucesional no logró explicar tendencias de la vegetación en ciertas situaciones en las que la exclusión del ganado vacuno no permitía el retorno de la vegetación a estados sucesionales avanzados. La invasión de pastizales por especies leñosas, que podría ser causada por el sobrepastoreo de vacunos, siguió en continuo aumento una vez excluido el ganado del área (Llorens, 1995). Esto llevó a la aplicación del Modelo de estados y transiciones para sistemas no en equilibrio (Westoby 1989), mediante el cual varios estados estables y diferentes caminos de transición entre estos estados fueron propuestos (Distel y Bóo 1995; Llorens 1995 y Morici *et al.*, 1996). Las transiciones de un estado a otro serían desencadenadas por distintos grados de pastoreo con vacunos o una combinación de pastoreo, fuego

y clima. Por ejemplo, se postuló que pastoreo intenso continuo, supresión del fuego y frecuentes precipitaciones abundantes favorecerían el establecimiento de especies leñosas, en particular caldén y algarrobo, constituyendo estos nuevos tipos fisonómicos estados estables de la vegetación.

Los cambios de la vegetación a escala del paisaje y los mecanismos involucrados en los procesos de transición pueden ser preliminarmente comprendidos a través del conocimiento de la dinámica de poblaciones de especies involucradas en dichos cambios.

Dinámica de los bosques de caldén

Variaciones en el crecimiento y la producción del caldén

El caldén constituye el elemento arbóreo dominante de los caldenares y el conocimiento sobre su dinámica de crecimiento y sus procesos de regeneración resultan básicos para entender los mecanismos de transición entre los diferentes estados vegetacionales descritos.

Las variaciones productivas de los bosques de caldén a escala regional pueden apreciarse a través de los datos presentados por Lasalle (1966) quien analizó las existencias y crecimiento del caldén en base a inventarios para estudios de ordenación, realizados en 400.000 ha en La Pampa y San Luis entre 1950 y 1960. El volumen promedio para los rodales estudiados los estimó entre 20-80 m³ por ha, citando un valor de 200 m³ por ha para rodales ricos y un valor máximo de 400 m³ por ha en un rodal cercano a la localidad de La Maruja, provincia de La Pampa. La mayor parte de los rodales analizados en lo que Lasalle (1966) consideró como la zona central de dispersión de la especie contaban con una alta proporción de fustes con diámetro menor de 20 cm, dado que la explotación forestal provocó la desaparición de los ejemplares de mayor tamaño. La velocidad de crecimiento del leño se determinó que era variable de acuerdo a la calidad del suelo, y se calculó un incremento anual medio entre 0.5 y 0.8 m³ /ha. Por otra parte, a través de técnicas dendrocronológicas se encontró que el crecimiento del leño variaba de acuerdo a la magnitud de las precipitaciones, tipo de suelos, profundidad de la napa freática, regímenes de incendios y densidad de la población muestreada (Peinetti *et al.* 1994, Dussart *et al.*, 1997). El mayor ancho promedio de los anillos de crecimiento se

encontró en un área de médanos con mayores precipitaciones y el pico de crecimiento se registró en plantas de 38 años. Áreas con menor densidad de población de caldén, napas freáticas más superficiales y ausencia de tosca calcárea en el perfil se asociaron con mayores anchos de anillos promedio anual y crecimiento radial máximo. Otro factor que afecta el crecimiento del leño es la acción del fuego. La dinámica de crecimiento del leño se vio retrasada por incendios intensos por producción de microanillos durante los años subsiguientes a los fuegos ([Dussart et al.](#), 1997).

Algunos aspectos de la fenología y crecimiento del caldén varían con las condiciones ambientales dentro del área de distribución de los caldenares o dependen de condiciones estructurales de la población. El crecimiento vegetativo del caldén se restringe a los meses del año con temperaturas más altas y libre de heladas, las cuales ocurren desde mediados de Abril a mediados de Octubre ([Casagrande y Conti](#), 1980; [Cano](#) 1988). El inicio del período reproductivo como así también su duración varía de acuerdo con la localización geográfica de las poblaciones. Las ubicadas al sur del área de distribución, donde las temperaturas son más bajas, tienden a iniciar la fructificación más tarde con un período de maduración de frutos más largo. El inicio de la fructificación se registró a principios de Enero con una duración de 60 días para un sitio ubicado en el sudeste de La Pampa ([Distel y Peláez](#), 1985) y 40 días desde mediados de Diciembre a Enero para otro en el sector centro-norte ([Peinetti et al.](#), 1991). El período de caída de frutos también presentó diferencias, reportándose Abril para el primer sitio y un período mayor entre finales de Enero y mediados de Abril para el segundo sitio. La fructificación fue considerablemente variable en un mismo rodal. En años de alta fructificación es común encontrar en un mismo rodal árboles que destinan una alta proporción de fotosasimilados a la producción de frutos, creciendo junto a árboles de similar porte que no fructifican ([Peinetti et al.](#), 1991; [Peinetti et al.](#), 1993b). La productividad de frutos del caldén está regulada por factores exógenos, particularmente condiciones climáticas imperantes antes y durante la fructificación y polinizadores, así como por factores endógenos. Las lluvias intensas tienen un efecto adverso si ocurren al momento de la floración, por

otra parte en años secos la producción de frutos es alta. Variaciones en la incidencia de la radiación solar entre distintas partes de la canopia o entre individuos también pueden afectar la producción de frutos. Sectores de la copa de los árboles con orientación N y E producen mayor número de flores y de frutos respecto de aquellos con orientación S y O ([Peinetti et al.](#), 1991). Esa respuesta podría deberse a la mayor radiación solar y la mayor temperatura. Este tipo de resultados permiten inferir que árboles que crecen en rodales de alta densidad tendrían una fructificación menor debido al sombreado que se produce por la interferencia entre las copas ([Peinetti et al.](#), 1991). Por otra parte, el número de flores por inflorescencia es alto y el porcentaje de estas flores que producen frutos es sumamente bajo (5×10^{-4} %). La mayoría de los frutos formados no alcanzan la madurez ([Peinetti et al.](#), 1991). Aunque casi el 100 % de frutos contiene semillas, el número de semillas en buen estado por fruto es una característica altamente variable entre árboles ([Peinetti et al.](#), 1993b). La actividad de insectos polinizadores es probablemente un factor importante en la fecundación y por ende en el porcentaje de flores que producen frutos, aunque esta interacción no ha sido estudiada. Por otra parte, la alta variabilidad en la producción de frutos entre individuos de la misma población, podría en parte estar explicada por factores endógenos, entre los cuales se podría destacar competencia entre el crecimiento vegetativo y reproductivo por el destino de asimilados ([Peinetti et al.](#), 1991).

Efecto del ganado vacuno sobre los mecanismos de dispersión del caldén

Las características de los frutos y las semillas del caldén indicarían una adaptación a la dispersión por los animales. El fruto es una vaina indehiscente constituida por numerosos artejos, cada uno de los cuales tiene una semilla. El fruto tiene un mesocarpo esponjoso, dulce y un endocarpo duro. Las semillas maduras tienen una cubierta dura impermeable al agua y permanecen dentro del endocarpo hasta la degradación del mismo, como en otras especies del género *Prosopis* ([Solbrig y Cantino](#) 1975). La germinación de las semillas se logra, previa ruptura y liberación del endocarpo, por escarificación mecánica de las semillas (corte o abrasión de las cubiertas) en un período de

48 h a 25 °C sin requerimientos de luz, y la germinación alcanza prácticamente el 100 % a los 7 días en estas condiciones (Peinetti *et al.*, 1992; Peinetti *et al.*, 1993c).

El fruto del caldén es un valioso recurso forrajero, palatable para el ganado doméstico y de alto valor nutritivo (Menvielle y Hernández, 1985; Privitello y Gabutti, 1988). Los frutos son un constituyente importante de la dieta de bovinos en pastoreo (Fernandez *et al.*, 1999; Sáenz *et al.*, 2001). En las deyecciones de animales se han encontrado importantes cantidades de artejos y semillas peladas (liberadas del endocarpo). En dos años sucesivos de estudios estos valores fueron diferentes. (Peinetti *et al.*, 1992; Peinetti *et al.*, 1993c). En el segundo año, estos valores fueron mayores con respecto al año anterior tanto para semillas como para artejos, en tres fechas de muestreo dentro del período de caída de los frutos. El número de semillas peladas fue mayor al final del período. De esta manera a través del consumo por los animales una alta proporción de semillas son separadas del endocarpo y este efecto depende del momento del consumo (Peinetti *et al.*, 1993c). El tiempo que insumiría el proceso de degradación del endocarpo es reducido de tal modo que las semillas consumidas pueden ser liberadas del endocarpo e ingresar al suelo en menor tiempo que las no consumidas. El consumo de las semillas reduce los porcentajes de viabilidad en semillas libres y semillas en artejos extraídas de deyecciones en comparación con semillas no consumidas, este efecto fue más importante al inicio del período de caída de los frutos para las semillas excretadas libres (Peinetti *et al.*, 1993c). Las tasas de germinación aumentaron para las semillas consumidas en comparación a las no consumidas en dos fechas de muestreo, correspondientes al inicio y al final del período, siendo mayor al inicio de la caída de los frutos. De esta manera el efecto positivo y la magnitud que tendría el consumo para la regeneración de la población del caldén, dependerá de la cantidad de semillas que son separadas del endocarpo y estimuladas para germinar respecto a la proporción que son destruidas durante el pasaje por el tracto digestivo de los animales (pérdida de viabilidad), y del momento del consumo durante el período de disponibilidad de frutos en el suelo del bosque (Peinetti *et al.*, 1993c).

Después del consumo, los propágulos tienen comportamientos diferentes dependiendo de si las semillas

se encuentran inmersas en las deyecciones o sobre el suelo del bosque. La diferencia de sustratos influiría en el posterior crecimiento de las plántulas, constituyendo la deyección un medio desfavorable que afecta el desarrollo de la raíz en un primer momento y de la raíz y la parte aérea al segundo mes de crecimiento. Esto explicaría la baja supervivencia de plántulas encontradas en deyecciones de vacunos (Dussart y Peinetti, 1990).

Dinámica del banco de semillas

Tanto la diseminación directa del caldén como la dispersión endozoica de sus propágulos por el ganado doméstico, genera un banco de semillas en el suelo compuesto por diferentes compartimentos con dinámicas particulares a cada uno de ellos. El banco de semillas considerando un período no mayor de dos años, puede componerse de 1) semillas en artejos provenientes de frutos no consumidos (diseminación directa), 2) semillas libres consumidas e inmersas en deyecciones y 3) semillas libres consumidas que permanecen en el suelo del bosque después de la destrucción de la deyección (Peinetti, *et al.* 1997). No se consideran las semillas consumidas y encerradas en artejos por el despreciable número de semillas viables que poseen (Peinetti *et al.* 1993c).

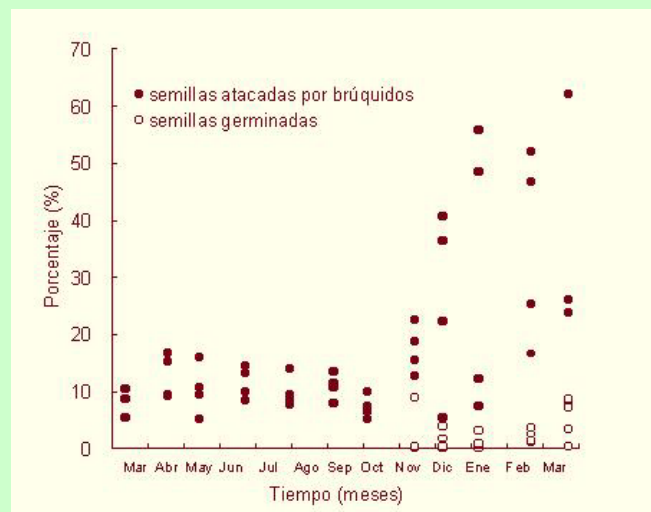


Fig. 4. Dinámica de semillas de caldén germinadas y semillas predadas por brúquidos durante un año de estudio (Adaptado de Lerner y Peinetti, 1996, *J. Range Management* 49:147-150)

La permanencia de semillas no consumidas en el banco, su germinación y predación fueron analizadas mensualmente durante un año de estudio (Lerner y Peinetti, 1996). La germinación no fue importante en el banco de semillas no consumidas. Este proceso comenzó en el período

Octubre-Noviembre con $2 \pm 4\%$ de semillas germinadas del total de semillas por fruto, alcanzando en Febrero-Marzo del año siguiente un valor de $5 \pm 4\%$ (Fig. 4). Al momento de la caída de los frutos estos contenían $73 \pm 5\%$ de semillas viables, un año después este valor cayó a $33 \pm 22\%$ (Fig. 5). Estos valores son similares a los encontrados por [Solbrig y Cantino](#) (1975).

Una importante causa de la disminución del número de semillas en el banco fue la predación por coleópteros de la familia Bruchidae. Al momento de la caída de los frutos, un promedio de $9 \pm 2\%$ del total de semillas por fruto fueron atacadas por brúquidos, estos valores aumentaron a partir de Octubre-Noviembre, con un comportamiento altamente variable entre muestras alcanzando $35 \pm 18\%$ de semillas predadas en el último mes de muestreo (Marzo) (Fig. 4). El desarrollo de las larvas dentro de las semillas y la emergencia de los adultos estaría influenciado por aumentos de la temperatura. Los adultos al emerger en la primavera tardía pueden oviponer sobre frutos verdes o reinfestar los frutos en el suelo. Esto último fue observado en caldén a partir de Octubre ([Lerner y Peinetti](#), 1996).

Se obtuvo un modelo de predicción de la permanencia de las semillas no consumidas en el banco, que considera los factores tiempo y precipitaciones ($r^2=0.66$). Se dedujo que si el modelo fuera válido por un período mayor a un año, la permanencia de las semillas no consumidas en el banco no sería mayor a dos años.

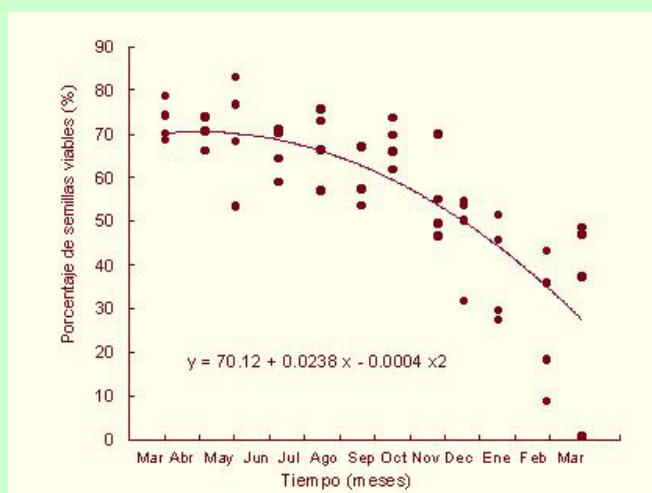


Fig. 5. Longevidad de semillas de caldén durante un año de estudio (cada valor representa una media de 10 frutos). (Adaptado de Lerner y Peinetti, 1996, *J. Range Management* 49:147-150).

Estos resultados llevaron a formular la hipótesis que la dispersión de semillas por el ganado vacuno favorece

la longevidad de las semillas del banco al alterar la predación por brúquidos a través de alguno o una combinación de los siguientes mecanismos: 1) el pasaje de las semillas por el tracto digestivo de los animales eliminaría los brúquidos e impediría la reinfestación de las semillas en la primavera siguiente, 2) la separación del endocarpo haría menos palatable las semillas para los escarabajos y 3) la dispersión transportaría las semillas a lugares alejados del árbol parental donde los predadores podrían ser menos numerosos. Herbivoría podría ser un mecanismo indirecto promoviendo la longevidad de las semillas en el suelo al reducir la vulnerabilidad de las semillas al ataque de insectos granívoros ([Villagra et al.](#), 2002).

Se realizaron investigaciones con la finalidad de conocer la importancia de los procesos de germinación y predación como causas de pérdidas del banco para un período de un año considerando la dispersión por el ganado vacuno. Se evaluaron comparativamente la permanencia en el banco de las semillas no consumidas (en frutos), semillas consumidas separadas del endocarpo y ubicadas sobre suelo del bosque y semillas consumidas separadas del endocarpo e inmersas en deyecciones durante un año de estudio ([Peinetti et al.](#), datos no publicados). La permanencia en el banco de las semillas consumidas fue menor que las no consumidas

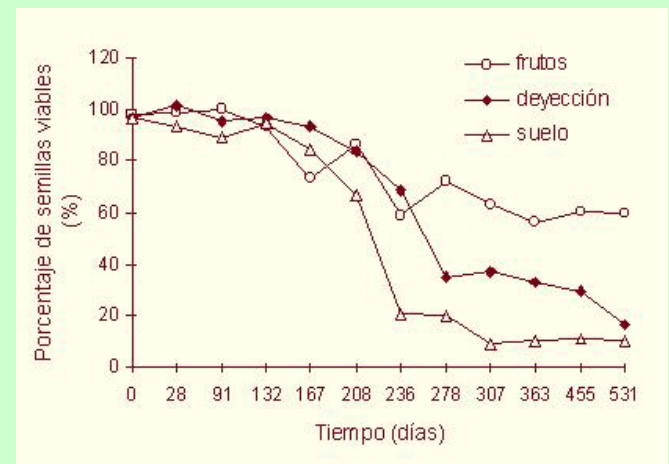


Fig. 6. Longevidad de semillas de caldén comparando los distintos compartimentos en que se halla el banco de semillas, considerando el consumo de frutos por vacunos: Frutos (semillas no consumidas), suelo (semillas consumidas separadas del endocarpo y ubicadas sobre suelo del bosque) y deyecciones (semillas consumidas separadas del endocarpo e inmersas en deyecciones) ([Peinetti et al.](#), datos no publicados).

(Fig. 6) y como se había postulado previamente no se observó predación por brúquidos. En cambio, el porcentaje de las semillas no consumidas viables en el banco fue reducido principalmente por el consumo de los brúquidos,

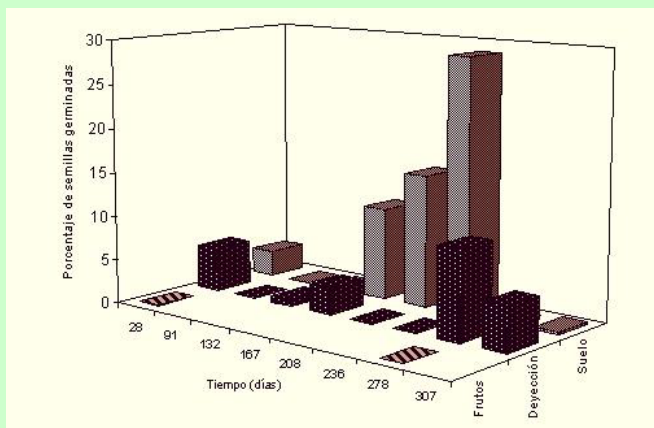


Fig. 7. Germinación de propágulos de los distintos compartimentos en que se halla el banco de semillas del caldén posteriormente al consumo por vacunos: considerando el consumo de frutos por vacunos: Frutos (semillas no consumidas), suelo (semillas consumidas separadas del endocarpo y ubicadas sobre suelo del bosque) y deyecciones (semillas consumidas separadas del endocarpo e inmersas en deyecciones) (Peinetti *et al.*, datos no publicados).

como había sido observado previamente por [Lerner y Peinetti](#) (1996).

La menor permanencia de las semillas consumidas en el banco sería una consecuencia del alto porcentaje de semillas que germinaron principalmente a partir de Octubre, especialmente en semillas consumidas libres sobre suelo del bosque (Fig. 6). La germinación no fue importante en el caso de las semillas no consumidas como había sido evaluado en [Lerner y Peinetti](#) (1996). Esto implicaría que cuando las condiciones ambientales son las adecuadas, la germinación depende de la escarificación de las semillas ([Peinetti et al., datos no publicados\). El pasaje de semillas por el tracto digestivo de los animales estimularía la germinación al provocar la ruptura de la dormancia por escarificación de las semillas. Estos estudios muestran la importancia relativa de procesos en los distintos compartimentos de las semillas del suelo cuando son consideradas interacciones planta-hervívoro-granívoro. En los frutos no consumidos, si no actúan los procesos dispersivos, adquieren importancia aquellos relacionados con la predación de las semillas. En los frutos consumidos, el dispersor reduciría la predación además de escarificar las semillas y aumentar su capacidad de germinación. La introducción del ganado vacuno en el caldenar afecta los mecanismos de regeneración de las poblaciones de caldén. El consumo de semillas por el vacuno favorecía la efectiva dispersión de semillas, al reducir la predación por insectos granívoros y estimular los procesos de germinación \(Fig. 7\).](#)

Estas consecuencias del consumo y dispersión de semillas por el ganado vacuno se relacionarían con las mayores densidades de poblaciones de caldenes en pastizales. De similar modo, tasas y patrones de dispersión de semillas por el ganado vacuno serían los principales determinantes de invasión de honey mesquite (*P. glandulosa* var. *glandulosa*) en paisajes de regiones semiáridas del Suroeste de Estados Unidos. Otros efectos asociados al pastoreo por vacunos no pudieron ser probados, mostrando que la invasión mesquite es mínimamente influenciada por reducciones de biomasa y densidad de vegetación herbácea ([Brown y Archer](#), 1999).

Los cambios en la vegetación del caldenar y la dinámica de las poblaciones de caldén

Cambios en la densidad de leñosas

Los caldenares experimentaron cambios en sus tipos fisonómicos desde los característicos de sabanas hacia aquellos de bosques cerrados. Estos cambios, así como la invasión de leñosas en pastizales de médanos y de planicies condujeron a nuevos estados relativamente estables de la vegetación del caldenar. Diversos estudios se han realizado para comprender los procesos de invasión de leñosas en relación a los factores que los desencadenan ([Braun y Lamberto](#), 1974; [Cano et al., 1985; \[Maquieyra et al., 1985; \\[Peláez et al. 1992a; \\\[Peláez et al. 1992b; \\\\[Distel et al., 1996, \\\\\[Boo et al., 1997; \\\\\\[Dussart et al., 1998\\\\\\\). La correlación de estos procesos con factores causales son difíciles de evaluar en términos de diseño experimental debido en parte a la escala temporal de estudio. De todos modos, evidencias de cómo operan estos procesos fueron halladas a través de estudios de la dinámica temporal de la densidad de las poblaciones de caldén, analizadas mediante estructuras de edades y estimaciones de variaciones de la densidad poblacional en el tiempo, en dos poblaciones representativas del caldén: \\\\\\\(1\\\\\\\) pastizal de planicie con invasión reciente de renuevos de caldén y \\\\\\\(2\\\\\\\) bosque de caldén con alta densidad de renuevos de caldén y arbustos, que originalmente fue una sabana \\\\\\\(\\\\\\\[Dussart et al. 1998\\\\\\\\) \\\\\\\\(Fig. 8\\\\\\\\). Dado que la edad del caldén puede ser determinada por el número de sus anillos anuales de crecimiento \\\\\\\\(\\\\\\\\[Peinetti et al., 1994\\\\\\\\\), las distribuciones de edades pudieron ser analizadas a través de técnicas dendrocronológicas. La inflexión de las curvas de densidad a lo largo del tiempo permitió determinar\\\\\\\\]\\\\\\\\(#\\\\\\\\)\\\\\\\]\\\\\\\(#\\\\\\\)\\\\\\]\\\\\\(#\\\\\\)\\\\\]\\\\\(#\\\\\)\\\\]\\\\(#\\\\)\\\]\\\(#\\\)\\]\\(#\\)\]\(#\)](#)

diferentes períodos de reclutamiento. Se consideró al reclutamiento como el principal evento en determinar la estructura de edades de la población. Esto fue justificado por el bajo porcentaje de individuos muertos en pie (5.2 y 1.1 % pastizal de planicie y sabana) y por el alto porcentaje de individuos rebrotados (66 ± 5 % y 36 ± 5 % en pastizal de planicie y sabana respectivamente).

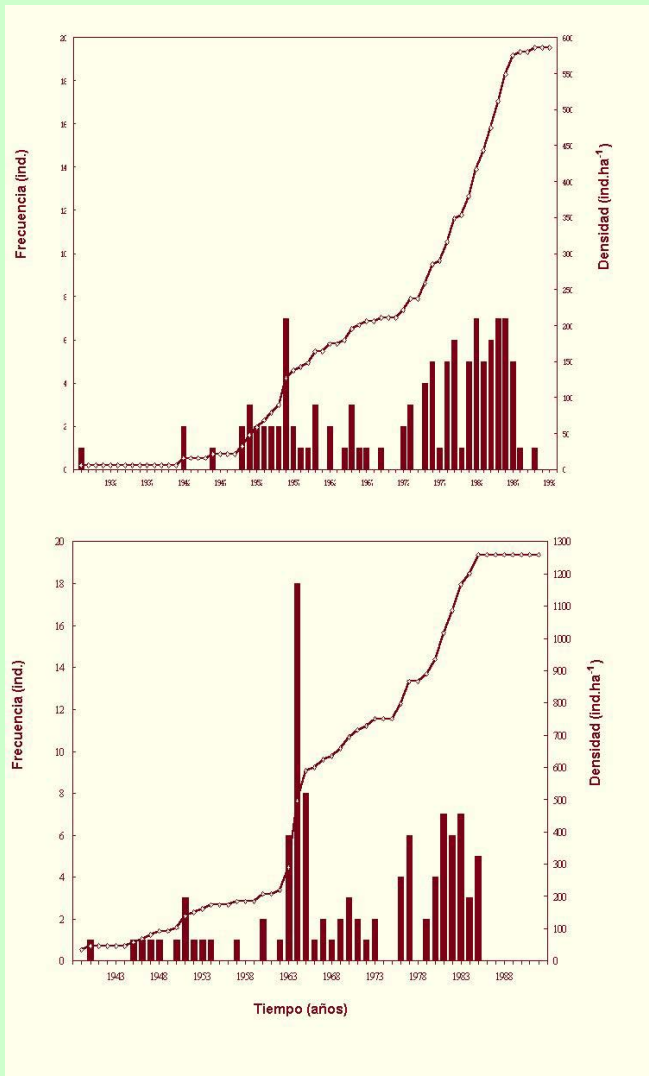


Fig. 8. Frecuencias de edades desde el establecimiento de las plantas o genets (barras) y densidad (línea) de dos poblaciones de caldén ubicadas en (arriba) un pastizal de planicie con invasión reciente de renuevos de caldén y (abajo) en un bosque de caldén con alta densidad de renuevos de caldén y arbustos, que originalmente fue una sabana. (Adaptado de Dussart *et al.*, 1998).

Efecto del ganado sobre la dinámica poblacional

Un sistema económico con ganadería ovina con altas cargas fue establecido desde 1933 hasta 1949 en la planicie y desde 1945 hasta 1960 en la sabana. Las tasas de establecimiento de caldenes fueron de 0.96 plantas/ha/año y 10 plantas/ha/año en el pastizal de planicie y la sabana respectivamente. A mediados del siglo XX se produjo un cambio importante en la región semiárida pampeana con el

reemplazo de la ganadería ovina por la de vacunos. El establecimiento de plantas fue frecuente después de los '50 en la planicie y después de los '60 en la sabana (Fig. 8). Después de 10 años de la introducción del ganado vacuno las tasas ascendieron a 12.7 y 48.5 plantas.ha⁻¹.año⁻¹ en el pastizal de planicie y la sabana respectivamente. La invasión de renuevos en la planicie fue reducida cuando este se alambró en 1962 y se impidió el movimiento del ganado entre el bosque adyacente ubicado en el bajo y la planicie. La implementación de un sistema de pastoreo rotativo en la sabana a partir de 1985 coincidió con un período sin reclutamiento. En general, se definieron similares períodos de reclutamiento para ambos sitios con un leve desplazamiento en la sabana, lo que se asoció a diferencias en el tiempo de introducción del ganado vacuno. En ambas situaciones el cambio del pastoreo con ovejas a la ganadería vacuna estuvo asociado con un notable aumento en la tasa de reclutamiento de caldenes.

Efecto del fuego sobre la dinámica poblacional

Actualmente los fuegos en la región constituyen un hecho frecuente por causas accidentales o como consecuencia de su utilización en el manejo para aumentar la productividad de los pastizales y/o controlar la poblaciones de leñosas. Se ha planteado que la frecuencia de fuegos, su alcance espacial e intensidad ha sufrido modificaciones a partir de los cambios socioeconómicos que se dieron en la región a fines del siglo XIX. Mediante un análisis dendrocronológico se confeccionó una cronología de fuegos que se extiende desde 1787 hasta 1993, y se halló una significativa coincidencia entre el aumento de la frecuencia y la extensión de los fuegos y el cambio en el manejo y ocupación de la tierra en el caldenal que ocurrieron a principios del siglo XX. (Medina *et al.*, 2000). Estos cambios en el comportamiento de los fuegos ha tenido un impacto importante en la vegetación. El caldén posee una alta capacidad de supervivencia por rebrote de yemas en la base del tallo al morir este por efecto de los fuegos o al ser cortado (Cano *et al.*, 1985; Maquieyra *et al.*, 1985; Boo *et al.*, 1997). De esta manera la estructura de edades de los tallos permite inferir la historia de disturbios que afectaron la población (Dussart *et al.* 1998). En el pastizal hubo un incendio importante en 1980 que quedó registrado como

cicatrices en un 41 % de las muestras de leño de plantas establecidas antes de esta fecha. La distribución de edades de los rebrotes revela que un 90 % de la regeneración vegetativa ocurrió después de 1980 (Fig. 9). En la sabana, antiguos residentes recuerdan un importante incendio en 1964. Este evento podría explicar el leve predominio de frecuencia de edades más jóvenes de los rebrotes con respecto a la de la edades reales de las plantas. Si bien no se pudo determinar la mortalidad provocada a las plantas por los fuegos estos no revirtieron la tendencia ascendente de la densidad poblacional. En el pastizal, las tasas de reclutamiento de períodos de 7 años previos y posteriores al incendio de 1964 fueron de 17.1 y 28.3 plantas.ha⁻¹.año⁻¹ respectivamente. En el área de sabana el fuego coincidió con la introducción del ganado vacuno y estos hechos están asociados con un pico de establecimiento de 95.3 plantas.ha⁻¹.año⁻¹ entre 1962 y 1965. Los períodos de reclutamiento previos y posteriores a esta fecha son marcadamente inferiores (7.5 plantas.ha⁻¹.año⁻¹ entre 1939 y 1961 y 16.2 plantas.ha⁻¹.año⁻¹ entre 1966 y 1975). La hipótesis que postula que el aumento en la densidad de plantas leñosas podría considerarse como una consecuencia de la disminución en la intensidad y frecuencia de los fuegos (Distel and Boo, 1995) parecería contradictoria con los resultados obtenidos por Dussart *et al.* (1998) que muestran que el fuego no es una herramienta de manejo efectiva para reducir la densidad de caldén en pastizales. La herbivoría por vacunos en sistemas con actividad de fuegos afecta las tasas de dispersión y reclutamiento en las poblaciones de caldén. La alteración de estos procesos modificaría el balance entre leñosas y pastos detreminando la transición desde bosques abiertos tipo sabánicos o praderas a bosques densos o arbustales.

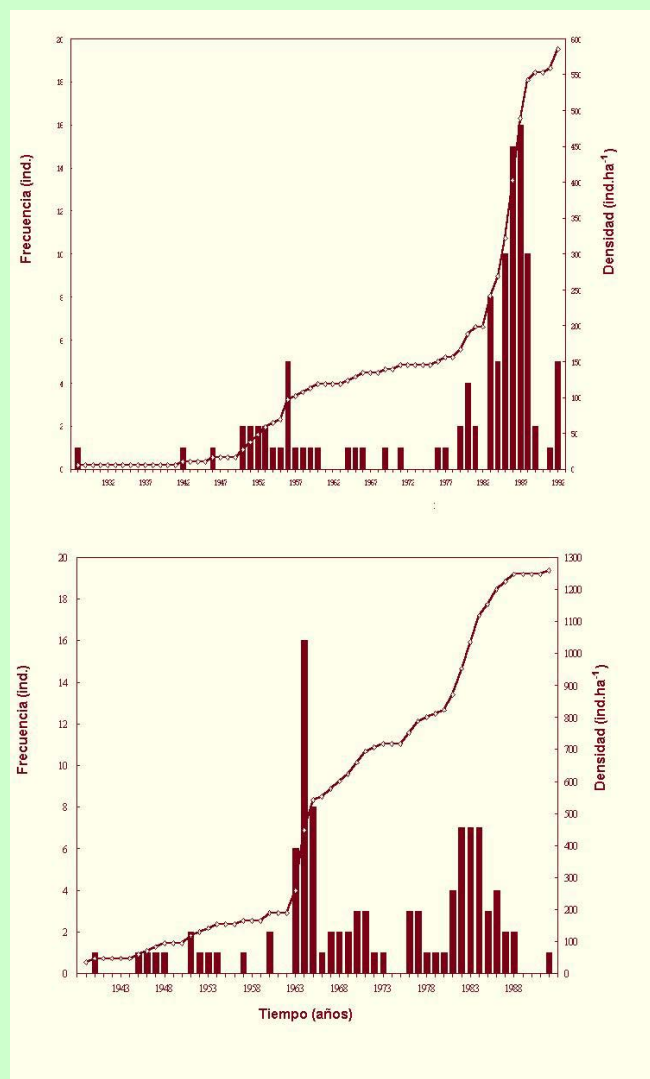


Fig. 9. Frecuencias de edades (barras) de tallos principales (o rebrotes cuando el tallo principal es afectado) y densidad (línea) de dos poblaciones de caldén ubicadas en (A) un pastizal de planicie con invasión reciente de renuevos de caldén y (B) en un bosque de caldén con alta densidad de renuevos de caldén y arbustos, que originalmente fue una sabana (Adaptado de Dussart *et al.*, 1998).

Agradecimientos

En especial a H. Raúl Peinetti por sus esenciales aportes en la discusión y preparación del manuscrito, y por proveer resultados no publicados, a Alicia G. Kin, a un revisor anónimo y a Marcelo Arturi por la revisión del manuscrito, a Marcelo además, por sus valiosas sugerencias y su perseverante apoyo para la publicación de este texto.

A la Cátedra de Ecología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa por facilitar las fotografías correspondientes a las Figuras 1 y 2

Bibliografía

- ANDERSON, D. L.; DEL AGUILA, J. A. y A. E. BERNARDÓN. 1970. Las formaciones vegetales en la provincia De San Luis. Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA, Buenos Aires, Rep. Argentina. Serie 2, Biología y Producción Vegetal, Vol. VII, N° 3: 153-183.
- BOO, R. M.; PELÁEZ, D. V.; BUNTING, S. C.; MAYOR, M. D. y O. R. ELIA. 1997. Effect of fire on woody species in central semi-arid Argentina. Journal of Arid Environments 35 (1): 87-94.
- BRAUN, R. H. y S. A. LAMBERTO. 1974. Modificaciones producidas por incendios en la integración de los componentes leñosos de un monte natural. Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA, Buenos Aires, Rep. Argentina. Serie 2. Biología y Producción vegetal. 11 (2): 11-27.
- BROWN, J.R. y S. ARCHER. 1999. Shrub invasion of grassland: recruitment is continuous and not regulated by herbaceous biomass or density. Ecology 80 (7): 2385- 2396
- BURKART, A. 1939. El nombre científico del caldén en La Pampa. Darwiniana 3: 111-115.
- CABRERA, A. L. y A. WILLINK. 1980. Biogeografía de América Latina. Serie Biología. Monografía 13. Organization of American States, Washington DC.
- CANO, E. 1975. Pastizales en la región central de La Pampa. IDIA 1-15
- CANO, E. 1988. Pastizales Naturales de La Pampa. Tomo 1. Descripción de las especies más importantes. Convenio AACREA. Provincia de La Pampa. Zona semiárida.
- CANO, E.; FERNÁNDEZ, B. y D. M. MONTES. 1980. Vegetación. Inventario Integrado de los Recursos Naturales de La Provincia de La Pampa. INTA, Provincia de La Pampa, Universidad Nacional de La Pampa. Buenos Aires.
- CANO, E.; ESTELRICH, H. D. y H. HOLGADO. 1985. Acción del fuego en los estratos gramíneos y arbustivos de un bosque de caldén. Rev. Facultad de Agronomía UNLPam. 1(1-2): 81-95.
- CASAGRANDE, G. y H. A. CONTI. 1980. Clima. Inventario Integrado de los Recursos Naturales de La Provincia de La Pampa. INTA, Provincia de La Pampa, Universidad Nacional de La Pampa. Buenos Aires.
- CLEMENTS, F. E. 1916. Plant succession: Analysis of the development of vegetation. Carnegie Institute of Washington Publication, N° 242. Washington D.C.
- DISTEL, R. A. y D. V. PELÁEZ. 1985. Fenología de algunas especies del distrito del Caldén (*Prosopis caldenia* Burk). IDIA 441-444: 35-40.
- DISTEL, R. A. y R. M. BOO. 1995. Vegetation states and transitions in temperate semiarid rangelands of Argentina, Vol 1: 117. Proc. 5th International Rangelands Congress. Salt Lake City, Utah, USA.
- DISTEL, R.A.; PELÁEZ, D.V.; BÓO, R.M.; MAYOR, M. D. y O. R. ELÍA. 1996. Growth of *Prosopis caldenia* seedlings in the field as related to grazing history of the site and in a greenhouse as related to different levels of competition from *Stipa tenuis*. Journal of arid environments 32: 251-257.
- DUSSART, E. y R. PEINETTI. 1990. Diseminación del caldén (*Prosopis caldenia* Burkart). II. Supervivencia y crecimiento de plántulas en suelo natural y deyección vacuna. IV Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Santa Rosa, La Pampa. p. 26.
- DUSSART, E.; PEINETTI, R. y J. A. BONINSEGNA. 1997. Análisis del crecimiento de *Prosopis caldenia* (L) Burk. en relación con parámetros ambientales y fuego. XVIII Reunión Argentina de Ecología. Buenos Aires. P. 41
- DUSSART, E.; LERNER, P. y R. PEINETTI. 1998. Long-term dynamics of two populations of *Prosopis caldenia* Burkart. Journal of Range Management 51: 685:691.
- ESTELRICH, H. D.; COLLADO, A.D. y E. CANO. 1985. Relevamiento fitosociológico de un bosque de *Prosopis caldenia* en la provincia de La Pampa. Actas I Jornadas de Biología y II Jornadas de Geología de La Pampa. Santa Rosa La Pampa. p. 36-50
- FERNÁNDEZ, B.; CHIRINO, C.; SÁENZ, A.; ROBOTNICOK, C.; MORICI, E.; ESTELRICH, H. y E. CERQUEIRA. 1999. Evolución del índice de selectividad de dos especies invernales del pastizal del bosque de caldén. XIX Reunión Argentina de Ecología. p. 64.
- HICKEY, W. G. y O. KNUDTSEN. 1961. Inventory of assets and liabilities of a typical ranch in the monte alto region of La Pampa Province, together with plan of action and a plan of management (Mimeo). 62 p.

- KOUTCHE V. y J. CARMELICH. 1936. Contribución al conocimiento de los bosques de la República Argentina: Estudio Forestal del caldén. Bol. Min. Agric. Nac. XXXVII (1-4): 1-22.
- LASALLE, J. C. 1962. El incremento de la masa forestal del caldén (*Prosopis caldenia* Burk). Revista Forestal Argentina. VI (2): 44-50.
- LASALLE J. C. 1966. Informaciones descriptivas de los "Caldenales" (*Prosopis caldenia*). Revista Forestal Argentina X N° 1: 15-20.
- LERNER. P. y R. PEINETTI. 1996. Importance of predation and germination losses from the seed bank of caldén (*Prosopis caldenia*). Journal of Range Management 49: 147-150.
- LEWIS J. P. y M. B. COLLANTES, 1973. El espinal periestépico. Ciencia e Investigación 29: 360-377
- LLORENS, E. M. 1995. Viewpoint: The state and transition model applied to the herbaceous layer of Argentina's caldén forest. Journal of Range Management 48: 442-447.
- MAQUIEYRA, C.; SCIAVI, G.; ZINGARETTI, O.; ZORZI, O. y E. CANO. 1985. Efecto de un fuego controlado en los estratos gramíneo y leñoso de un bosque de caldén. Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam. 1(1-2): 97-109.
- MEDINA, A. A.; DUSSART, E. G.; ESTELRICH, H. D. and E. A. MORICI. 2000. Reconstrucción de la historia del fuego en un bosque de *Prosopis caldenia* (Burk.) de Arizona, sur de la provincia de San Luis. Multequina 9: 91-98
- MENVIELLE E. E. y O. A. HERNÁNDEZ. 1985. El valor nutritivo de las vainas de caldén (*Prosopis caldenia* Burkart). Revista Argentina de Producción animal 5: 435-439.
- MONTICELLI, J. V. 1938. Anotaciones Fitogeográficas de la Pampa central. Lilloa 3: 251-382.
- MORICI, E.; CHIRINO, C.; FERNANDEZ, B.; y H. ESTELRICH. 1996. Aplicación del modelo de estados y transiciones en los pastizales de la región semiárida pampeana. VI Jornadas de Ciencias Naturales: 167-172.
- NAZAR ANCHORENA, J. B. 1988. Pastizales Naturales de La Pampa. Tomo 2. Manejo en regiones semiáridas. Convenio AACREA. Provincia de La Pampa. Zona semiárida.
- ORQUIN, L.; LOSADA, D.; DELGADO, M.J.; GABUTTI, E. y J. BERTON. 1983. EL estado de degradación de la vegetación en un área del bosque de caldén. (*Prosopis caldenia* Burk.). IDIA 36: 224-230
- PEINETTI, R.; MARTINEZ, O. y O. BALBOA. 1991. Intraespecific variability in vegetative and reproductive growth of a *Prosopis caldenia* Burkart population in Argentina. J. Arid Environment 21: 37-44.
- PEINETTI, R.; CABEZAS, C.; PEREYRA, M. y O. MARTINEZ. 1992. Observaciones preliminares sobre la diseminación del caldén (*Prosopis caldenia* Burk). Turrialba 42 (3): 415-417.
- PEINETTI, R.; KIN, A. y A. SOSA. 1993b. Análisis preliminar de la producción de frutos y semillas en caldén (*Prosopis caldenia*). V Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales.
- PEINETTI, R.; PEREYRA, M.; KIN, A. y A. SOSA. 1993c. Effects of cattle ingestion on viability and germination rate of caldén (*Prosopis caldenia*) seeds. Journal of Range Management 46: 483-486.
- PEINETTI, R.; DUSSART, E. G. y J. A. BONINSEGNA. 1994. Análisis dendrocronológico preliminar de la tendencia de edad en caldén (*Prosopis caldenia* (L) Burk.). Proc. International Meeting of the IAWA. Mar del Plata. Argentina. p. 877.
- PEINETTI, R.; SOSA, A.; KIN, A. y E. CERQUEIRA. 1997. Modelo de simulación del banco de semillas del caldén (*Prosopis caldenia*). XVIII Reunión Argentina de Ecología. p. 98.
- PELÁEZ, D. V.; BOO, R. M. y O. R. ELÍA. 1992a. Emergence and seedling survival of caldén in the semiarid region of Argentina. J. Range Management 45: 564-568.
- PELAEZ, D. V.; BÓO, R. M.; ELÍA, O. R. y MAYOR, M. D. 1992b. Interacciones competitivas entre *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hackel y *Stipa tenuis* Phil. con plántulas de *Prosopis caldenia* Burk. Rev. Arg. de Producción Animal 12: 253-258
- PRIVITELLO, M. J. L. y E. G. GABUTTI. 1988. Producción de las vainas del caldén (*Prosopis caldenia* Burk.) y análisis de la calidad forrajera. VI Congreso Forestal Argentino: 169-171.
- SAENZ, A.; CERQUEIRA, E.D. and C.M RABOTNIKOF. 2001. Sustitución en la dieta de vacunos de gramíneas forrajeras por frutos de *Prosopis caldenia* en el caldén pampeano. ALPA 2001.

- SALAZAR LEA PLAZA, J. C. 1980. Geomorfología. Inventario Integrado de los Recursos Naturales de La Provincia de La Pampa. INTA, Provincia de La Pampa, Universidad Nacional de La Pampa. Buenos Aires.
- SOLBRIG, O. T. y P.D. CANTINO. 1975. Reproductive adaptations in *Prosopis* (Leguminosae, mimosoideae). Journal of the Arnold Arboretum 56: 185-210.
- TORTORELLI, L. 1956. Maderas y Bosques Argentinos. ACME.
- VILLAGRA, P. E., MARONE, L. y M. A. CONY. 2002. Mechanisms affecting the fate of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae, Mimosoideae) seeds during early secondary dispersal in the Monte Desert, Argentina. Austral Ecology 27: 416-421
- WESTOBY, M. B.; WALKER, B. y Y. NOYMEIR. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. Journal of Range Management 42: 255-274.

Apéndice 1.

Caracterización de las formaciones boscosas, arbustivas o con componentes del bosque de caldén en La Pampa, por subregiones fisiográficas. (Fuente: [Cano et al.](#), 1980; [Salazar Lea Plaza](#) 1980)

Subregion	Tipo fisonómico	Ubicación topográfica	Altura de estratos arbóreos (m)	Densidad	Cobertura (%)	Composición florística
1. Llanuras aluviales del Atuel-Salado	1.1.- Arbustal mixto con algarrobo, rodales de bosque abierto de algarrobo "renoval de algarrobo"	Planos aluviales	2-4	Rala	5-10	Algarrobo (<i>Prosopis flexuosa</i> D.C.) Acompañante: zampa (<i>Atriplex lampa</i>) y <i>Lycium tenuispinosum</i> . Ocasional: caldén y piquillín.
	2. Acciones eólicas con formación de cordones medianos, médanos y planicies arenosa	2.1.- Bosque abierto con pastizal "caldenar"	Planos altos y depresiones	4-8	Muy abierta a abierta	5-10
2.2.- Bosque abierto de caldén, algarrobo y arbustos "algarrobal"		Media y baja pendiente		Muy abierta	15-25	Algarrobo Ocasional: caldén En depresiones domina caldén
3. Acumulaciones arenosas combinadas con mesetas residuales	3.1.- Bosque abierto de caldén con pastizal "caldenar pajonal"	Llanos y depresiones amplias	4-8	Abierta a densa	15-30	Caldén Acompañantes.: algarrobo, chañar (<i>Geoffroea decorticans</i>), molle negro (<i>Schinus fasciculatus</i>), sombra de toro (<i>Jodina rhombifolia</i>)
			2-4	Muy abierta	15-30	
	3.2.- Bosque abierto de caldén con arbustos "caldenar arbustal"	Lomas, pendientes y ocasionalmente en los bajos				Caldén, jarilla piquillín. En los bajos profundos se instala el caldenar-pastizal
	3.3.- Pastizal sammófilo de <i>Elyonurus muticus</i> y <i>Hyalis argentea</i> "pampa"	Lomas y planos medianos	2-4	Muy rala	5	Ocasional: caldén
3.4.- Pastizal de gramíneas sammófilas y no sammófilas con árboles aislados (pastizal sabánico) "pampa con monte"	Llanos y lomadas medianas	4-8	Muy rala a rala	0-3	Acompañantes: caldén	
		2-4	Muy abierta	5-10		
4. Planicies con Tosca	4.1.- Bosque de caldén, remanentes de desmontes masivos					
5. Colinas y Lomas	5.1.- Bosque abierto de caldén con pastizal "caldenar"	Depresiones amplias y bajas pendientes	8-16	Muy rala	1-10	Caldén.
			4-8	Abierta	10-30	Acompañantes: molle negro y sombra de toro
			2-4	Muy abierta	10-30	
	5.2.- Arbustal abierto perennifolio micrófilo de <i>Larrea divaricata</i> "jarillal"	Alta y media pendiente	2-4	Muy rala	1-5	Ocasional: algarrobo y caldén.
	5.3.- Pastizal de <i>Stipa tenuis</i> , <i>Piptochaetium napostaense</i> con gramíneas intermedias y arbustos "planicies o planiza"	Áreas planas o muy levemente onduladas	2-4	Muy rala	1-5	Acompañante a ocasional: caldén.
5.4.- Pastizal sammófilo de <i>Elyonurus muticus</i> "pajonal de pasto amargo"	Relictos de planicies con cubierta arenosa.	2-4	Muy rala	1-5	Ocasionales: caldén y chañar.	

6. Mesetas y valles	6.1.- Bosque abierto de caldén con pastizal "caldenar"	Depresiones amplias, bajos y bajas pendientes.	8-16 4-8 2-4	Muy rala Muy abierta	5 10-20 20-50	Caldén Acompañantes : piquillín, llaollín (<i>Lycium chilense</i> var. <i>minutifolium</i>), piquillín de vibora (<i>L. gilliesianum</i>). Ocasionales: molle negro y renuevos de algarrobo.
	6.2.- Bosque abierto de caldén, piquillín y algarrobo "caldenar sucio"	Baja y media pendiente				
	6.3.- Pastizal bajo de <i>Stipa tenuis</i> , <i>Piptochetium napostaense</i> con arbustos "planicie sucia"	Planos levemente ondulados, pequeñas depresiones	1-2	Rala	5-10	Acompañante a ocasional: renuevos de caldén
	6.4.- Arbustal abierto de <i>Larrea divaricata</i> con arbustos. "Monte bajo"	Alta pendiente	4-8	Muy rala	5	Algarrobo y caldén
7. Mesas, depresiones y bajos sin salida.	7.1. Bosque muy abierto de caldén con arbustos "caldenar sucio"	Depresiones, bajas pendientes	4-8 2-4	Rala Rala	10-20 10-20	Caldén Codomina algarrobo en las medias pendientes Arbustos muy abundantes.
	7.2.- Bosque abierto de Sombra de Toro y pastizal de gramíneas intermedias.	Pendientes leves, suelos arenosos				Somba de Toro, molle y caldén.
	7.3.- Pastizal muy bajo de <i>Medicago minima</i> , <i>Erodium cicutarum</i> , <i>Piptochaetium napostaense</i> y arbustos "planicie sucia o arbustada"	Planicies y relictos de planicies	2-4	Muy rala	5	Ocasional: algarrobo y caldén
8. Sierras de Lihuel Calel y sus zonas de influencia	8.1.- Bosque abierto de algarrobo con <i>Acantholippia seriphoides</i> "algarrobal con arbustos"	Pendientes	4-8 2-4	Muy rala Muy abierta	1-10 10-20	Algarrobo En depresiones caldén o caldén + algarrobo.
	8.2.- Bosquecillos	Surcos de drenaje o cañadones				Algarrobo, caldén, chañar
9. Planicies y lomas recubiertas por tosca y afectadas por un diseño dendrítico	9.1.- Bosque muy abierto de caldén "caldenar"	Depresiones y bajas pendientes	8-16 4-8 2-4	Muy rala Muy rala Muy rala	5-10 0-5 10-20	Caldén, chañar, algarrobo
10. Mesetas y depresiones alargadas cubiertas con arena y rodados de vulcanitas	10.1.- Bosque muy abierto de caldén "caldenar sucio"	Depresiones, bajas pendientes	4-8 2-4	Muy rala Abierta	5 20	Caldén, algarrobo
	10.2.- Bosque abierto de, algarrobo, caldén y arbustos "monte"	Pendientes				