

Reacción del estrato arbustivo a diferentes intervenciones y presencia de ganado vacuno, en el Chaco Semiárido

Shrubby-layer reaction in response to various interventions and cattle presence in the Semiarid Chaco

Brassiolo M.¹; L. Lorea²; D. P. Gonzalez² y M. H. Zárate²

Recibido en marzo de 2006; aceptado en diciembre de 2008

RESUMEN

La experiencia fue desarrollada en un bosque de quebracho de la Estación Experimental "La María" del INTA Santiago del Estero, utilizando rodales que tuvieron diferentes intervenciones. Se trabajó en una área que fue apotrera y puesta bajo un manejo continuo de ganado, regulando la carga animal según la oferta forrajera. Uno de estos rodales fue desarbustado en 1994. Adyacente a los potreros mencionados existe una clausura desde el año 1987 que fue utilizado como un tratamiento más para este estudio.

Se analizó el estrato arbustivo en las áreas consideradas, encontrando diferencias en el número de arbustos/ha: la clausura fue el área con menor número y el área desarbustada la que presentó el mayor valor. Sin embargo, no existen diferencias en cuanto al área basal, cobertura ni a la diversidad de especies medida mediante el índice de Shannon.

Se concluye que, luego de 10 años de realizada la intervención, no existen diferencias entre el área desarbustada y el área que no sufrió este tratamiento.

Palabras clave: Arbustos; Desarbustado; Sistemas silvo-pastoriles.

ABSTRACT

This experience took place at the "La María" INTA Experimental Station in the province of Santiago del Estero in a forest of quebracho tree whose stands underwent various interventions. Work was done on an area divided into lots with permanent cattle management which is made by regulating the animal load in accordance with forage availability. One of these stands was freed of shrubs in 1994. An adjacent area closed in 1987 with the same type of forest was also studied.

Differences in the number of shrubs per ha arose out of an analysis on every shrubby stratum of the areas under study. The number of individuals in the closed area was the lowest while that in the cleared area the highest. No differences were found, however, as to basal area, canopy and species diversity measured by the Shannon index.

It is concluded that no differences appear between the cleared and untreated shrubby areas since the intervention ten years ago.

Keywords: Shrubs; Shrub clearing; Silvo-pastoral systems.

1. INTRODUCCION

Los sistemas silvopastoriles son considerados como una opción de producción pecuaria en donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral (Mahecha, 2002).

En la región chaqueña se deben considerar que los sistemas existentes son básicamente ganaderos, donde la componente forestal posee una importancia secundaria y por lo tanto no se cumple la condición de que exista un "sistema integrado de manejo".

¹ Prof. de Silvicultura Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. (4200) Santiago del Estero, Argentina. E-mail: mikyb@unse.edu.ar

² Estudiantes de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. (4200) Santiago del estero, Argentina.

Si bien en la región se puede encontrar varios tipos de estos sistemas, diferenciándose particularmente en cuanto a la distribución espacial de los individuos arbóreos, el modelo quizás con mayor difusión, es aquel que propone la eliminación del estrato arbustivo dejando árboles dispersos en la superficie bajo manejo. Según Kunst (2006) por las características climáticas de la región Chaqueña esta dispersión de los individuos arbóreos es favorable porque genera una fisonomía “tipo parque” de mayor producción pecuaria.

La expansión de estos sistemas en bosques de estructura irregular que caracterizan al Chaco semiárido plantea una serie de dudas sobre la sustentabilidad de los mismos. Brassiolo (1997) llamó la atención sobre la doble función del estrato arbustivo con relación a la regeneración arbórea, comportándose como competencia pero siendo también protección para las plantas jóvenes del estrato arbóreo.

Indudablemente responder la gran cantidad de preguntas sobre el rol del componente arbustivo escapa a los alcances de este trabajo el cual tiene como objetivo aportar información sobre el estrato arbustivo de los bosques del Chaco semiárido, evaluando la respuesta del mismo al tratamiento de desarbustado y a la presencia; o no, de ganado vacuno.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el mes de Diciembre del 2004, en parcelas delimitadas en el campo “La María” de la Estación experimental del INTA. Ésta se encuentra a aproximadamente 30 km de la ciudad de Santiago del Estero, a los 28° 01’ de latitud Sur y 64° 17’ de longitud Oeste y a 180 metros sobre el nivel del mar, en la zona de transición de la llanura aluvial del Río Dulce y la planicie pedemontana de las Sierras de Guasayán.

El clima corresponde al tipo DB'4da', semiárido, con nulo o pequeño exceso de agua, mesotermal. La precipitación media anual es de 550 mm, la temperatura media del mes más cálido (enero) y del más frío (julio) son de 27,7 °C y 13,3 °C, respectivamente, mientras que las temperaturas máxima y mínima absolutas son de 46 °C y -10 °C (Boletta *et al.* 1989).

La vegetación de la zona es la que corresponde a los bosques de quebracho, donde originariamente predominaban los quebrachos colorados (*Schinopsis lorentzii*) y blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*). Descripciones detalladas de la estructura arbórea del área de trabajo se pueden encontrar en Brassiolo *et al.* (1993); Araujo (2004).

2.2. Metodología

Se trabajó en rodales que tuvieron diferentes intervenciones, en un área que fue apotrerada y puesta bajo manejo continuo de ganado bovino, regulando la carga animal según la oferta forrajera. Uno de estos rodales fue desarbustado en forma manual en 1994. También se consideró un área adyacente, con el mismo tipo de bosque, que fue clausurada en 1987. De esta forma los tratamientos analizados fueron:

- Bosque con Pastoreo desarbustado hace 10 años (**BD**).
- Bosque con Pastoreo sin desarbustado (**B**).
- Clausura establecida en 1987 (**C**).

Se utilizaron parcelas rectangulares de 4 x 25 m, coincidiendo con la superficie recomendada por Tálamo y Caziani (2003), para este tipo estudios en el mismo tipo de bosque.

El inventario se realizó con un total de 20 parcelas, 8 ubicadas en el desarbustado con pastoreo, 6 en el sitio sin desarbustado con pastoreo y 6 en la clausura; logrando un error de muestreo no mayor al 30% en cada una de las áreas analizadas.

Para ubicar las parcelas se utilizó la impresión de una imagen satelital, con escala conocida, sobre la que se colocó una grilla de puntos elaborada sobre una hoja de acetato; luego se sorteó al azar la ubicación de los puntos de muestreo. Utilizando la escala, y referenciando los puntos con distancias en la imagen, se materializaron en el terreno mediante el empleo de cinta métrica y brújula. Las parcelas se orientaron con rumbo de 270°.

En cada una de las parcelas, se recolectó la siguiente información:

- Número de especies e individuos arbustivos,
- Diámetro de todos sus tallos a 20 cm de altura,
- Radios de la copa de los individuos.

La superficie de copa se calculó utilizando el radio medio, a partir de dos o tres radios medidos, dependiendo de la forma y dimensión de la copa.

2.3. Análisis de datos

Se realizaron comparaciones entre tratamientos respecto a la diversidad de especies arbustivas utilizando los siguientes índices;

El Índice de Valor de Importancia (Lamprecht, 1990), para lo que fue necesario determinar la frecuencia, densidad y dominancia de las mismas.

El Índice de Shannon³ (H'), el cual describe la diversidad de un determinado lugar tomando en cuenta el número de especies como el número de individuos por especie. Toma valores entre 0 y $\log S$, siendo S el total de especies.

También se consideró el Índice de Uniformidad (E) asociado al Índice de Shannon, el mismo expresa uniformidad en la importancia relativa de las distintas especies que habitan un sitio. E toma valores entre 0 y 1: si $E = 0$ significa que no existe uniformidad de la importancia relativa de las especies y si $E = 1$ indica que todas las especies encontradas en un sitio están igualmente representadas, por lo tanto no existe dominancia de una o más especies en particular.

Finalmente se realizaron análisis de la similitud entre los diferentes tratamientos a través del Índice de Morisita-Horn (MH). Este Índice calcula en qué grado dos sitios son semejantes por las especies presentes y el número de individuos en cada una de ellas, con valores entre 0 (totalmente diferentes) y 1 (iguales).

Según Magurran (1988), los índices utilizados (H' , E y MH) sirven como indicadores del buen funcionamiento de los ecosistemas. Conocidos los valores de estos índices para situaciones características de un ecosistema dado, será posible mediante monitoreo periódico del mismo, hallar disturbios incipientes o ver si un ecosistema manejado por el hombre, se mantiene en el estado en que se pretende. Para el cálculo de estos índices se utilizó el Programa BIO-DAP (2000).

³ Se utilizó log natural

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies arbustivas halladas en el área de estudio son presentadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Lista de especies arbustivas observadas

Nombre común	Nombre científico	Familia
Abriboca	<i>Maytenus spinosa</i>	Celastraceae
Acanthacea **	<i>Acantácea</i>	Acanthaceae
Aloysia *	<i>Aloysia</i> sp.	Verbenaceae
Atamisqui	<i>Capparis atamisquea</i>	Capparaceae
Brea	<i>Cercidium praecox</i>	Fabaceae
Duraznillo	<i>Castela coccinea</i>	Simarubaceae
Churqui	<i>Acacia caven</i>	Fabaceae
Teatin	<i>Acacia furcatispina</i>	Fabaceae
Huiñaj	<i>Tabebuia nodosa</i>	Bignonaceae
Jarilla	<i>Larrea divaricata</i>	Zygophyllaceae
Hichibil	<i>Lycium</i> sp.	Solanaceae
Molle pishpito	<i>Schinus fasciculatus</i>	Anacardiaceae
Piquillin	<i>Condalia microphylla</i>	Rhamnaceae
Poleo	<i>Lippia turbinata</i>	Verbenaceae
Tala pishpita	<i>Celtis pallida</i>	Ulmaceae

(* No se conoce nombre vulgar, ** Se identificó solo la familia).

Se encontraron 15 especies de arbustos pertenecientes a 12 familias botánicas diferentes, siendo las más representadas Fabaceae (25 %) y Verbenaceae (17 %); todas las demás familias sólo están representadas por una especie (8 %).

3.1. Composición y Estructura

Sin Desarbustado

En los lotes incluidos en este tratamiento, si bien están cercados y poseen un manejo ganadero controlado según oferta forrajera, no se realizaron intervenciones sobre la estructura del bosque. En el inventario realizado se encontraron 10 especies de arbustos. Los datos estructurales se presentan en la Tabla 2 ordenados de mayor a menor según el IVI (índice de valor de importancia).

Tabla 2. Valores estructurales del área “Sin Desarbustar”.

Especie	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
Teatin	37,1	53,6	19,0	109,8
Tala pishpita	35,5	20,7	14,3	70,5
Atamisqui	11,3	15,2	19,0	45,5
Abriboca	8,1	6,0	19,0	33,1
Churqui	1,6	1,4	4,8	7,7
Poleo	2,4	0,4	4,8	7,6
Brea	0,8	1,8	4,8	7,3
Acanthacea	1,6	0,8	4,8	7,2
Piquillin	0,8	0,2	4,8	5,7
Aloysia sp	0,8	0,1	4,8	5,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0	300,0

Las especies más importantes en el área “Sin desarbustar” son el Teatín y el Tala pishpita. También se puede observar que cuatro especies son las que presentan los mayores valores, mientras que el resto posee una importancia mucho menor dentro de la estructura del bosque.

Clausura

En el lote clausurado al ganado, se encontraron solo siete especies de arbustos. Los datos estructurales se presentan en la Tabla 3, ordenados de mayor a menor IVI.

Tabla 3. Valores estructurales del área “Clausura”.

Especie	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
Teatín	35,0	26,1	22,2	83,3
Jarilla	30,0	27,6	16,7	74,3
Atamisqui	16,7	21,8	22,2	60,7
Tala pishpita	10,0	2,7	16,7	29,4
Huiñaj	3,3	14,2	5,6	23,1
Brea	3,3	6,0	11,1	20,4
Abriboca	1,7	1,5	5,6	8,7
TOTAL	100,0	100,0	100,0	300,0

En la Tabla 3 se observa que las especies más importantes son Teatín, Jarilla y Atamisqui. De las restantes, la mayoría posee una importancia intermedia.

En este caso llama la atención la elevada importancia de Jarilla, considerada una especie indicadora de fuerte sobreuso. Aunque con un IVI bastante inferior al de Jarilla, también se considera a la Brea como una especie colonizadora de terrenos degradados (Demaio *et al.*, 2002). Caziani *et al.* (2003) incluyen a esta especie en una lista de indicadores ecológicos potenciales para los bosques de la zona del Parque Nacional Copo.

Desarbustado

Esta parcela tuvo un tratamiento de desarbustado en 1994. En esa intervención, además de retirar los arbustos se extrajeron algunos individuos arbóreos de mal estado sanitario. En la Tabla 4 se presentan los datos estructurales.

Tabla 4. Valores estructurales del área “Desarbustado”.

Especie	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
Tala pishpita	50,7	30,4	14,3	95,5
Abriboca	6,0	19,6	10,7	36,3
Atamisqui	9,0	16,4	10,7	36,1
Brea	5,2	6,5	14,3	26,0
Acanthacea	6,7	2,4	14,3	23,4
Teatin	8,2	10,6	3,6	22,3
Meloncillo	3,7	5,1	10,7	19,5
Jarilla	6,7	2,5	3,6	12,8
Molle pishpito	1,5	0,9	7,1	9,6
Piquillin	0,7	5,1	3,6	9,4
Poleo	0,7	0,2	3,6	4,5
Hichibil	0,7	0,2	3,6	4,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0	300,0

Como se observa en la Tabla 4, en el “Desarbustado” se encontraron 12 especies de arbustos, siendo la situación con mayor riqueza florística. La especie más importante es Tala pishpita, mientras que la participación del resto de las especies es marcadamente inferior.

En el caso del Teatín el valor de importancia es medio y la frecuencia relativa baja, mostrando la importante agrupación de sus individuos.

Comparación entre tratamientos

En la Figura 1 se presentan los IVI para las tres áreas.

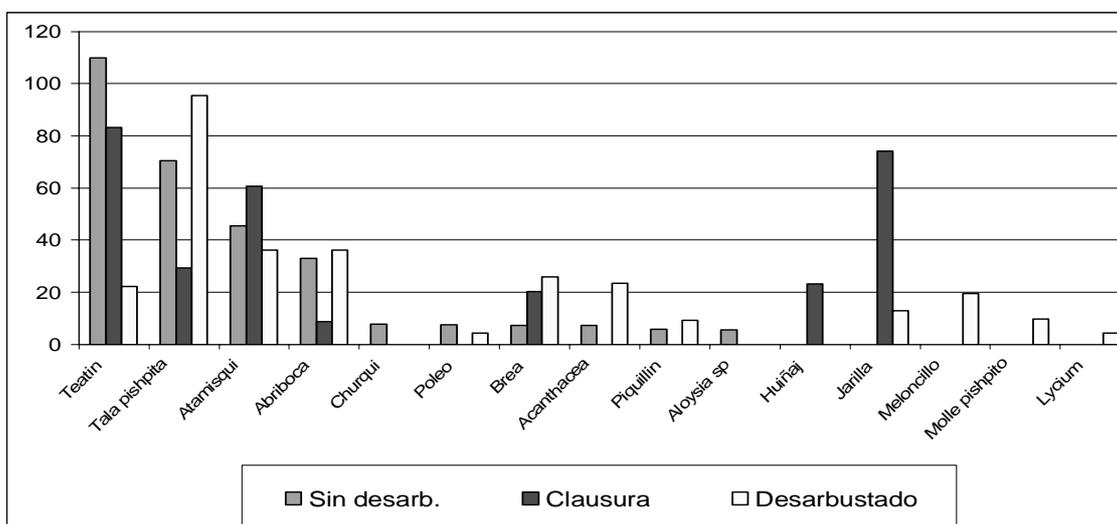


Figura 1. Índice de valor de importancia para las tres áreas analizadas.

De la comparación entre las diferentes áreas, presentadas en la Figura 1, llama la atención el elevado valor de IVI que presenta Jarilla en la “Clausura”, como ya fue comentado.

Considerando las demás especies, se ve que en los tratamientos que no fueron desarbustados las especies Teatín, Tala y Atamisqui presentan tendencias semejantes. No ocurre lo mismo con

el área desarbustada, donde Tala es la especie que presenta una recuperación más rápida luego de la intervención, seguramente por la posibilidad de esta especie de producir brotes de raíces.

En el “Desarbustado”, Teatín presenta una importancia muy inferior a la observada en las otras situaciones, donde es la especie más importante, manifestando una lenta recuperación luego de 10 años de la intervención.

Número de individuos

En la Figura 2 se presentan los valores de densidad de arbustos en las diferentes situaciones analizadas.

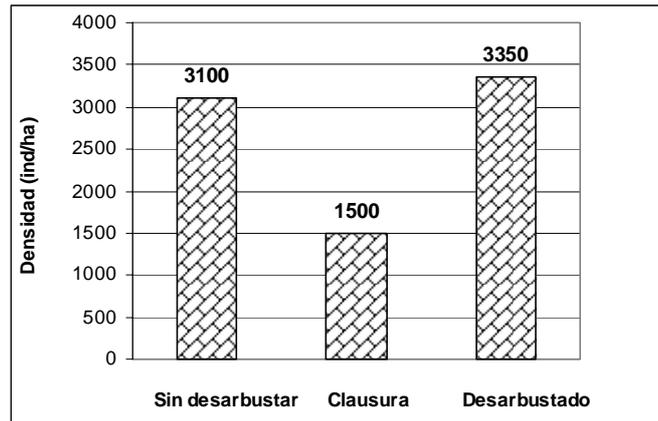


Figura 2. Densidad de arbustos en las diferentes situaciones.

Existen grandes diferencias entre la densidad de arbustos en la “Clausura” y en los otros tratamientos. Esto fue confirmado estadísticamente, comprobándose que existen diferencias significativas entre el sitio “Clausura” y el sitio “Sin Desarbustado” (*ANOVA: P<0.05*) y entre el sitio “Clausura” y el sitio “Desarbustado” (*ANOVA: P<0.05*), no siendo significativa la diferencia entre el sitio “Sin Desarbustado” y el sitio “Desarbustado”.

Cobertura de copa.

En la Tabla 5 se presentan los valores de la cobertura del suelo por las copas de los arbustos en las diferentes situaciones.

Tabla 5. Cobertura del suelo por las copas de los arbustos.

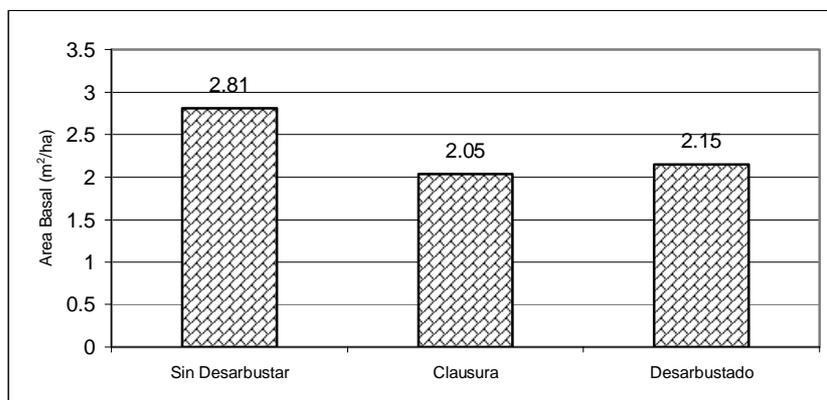
Especie	Cobertura de copas (m ² /ha)		
	Sin desarbustado	Clausura	Desarbustado
Abriboca	175	33	125
Acanthacea	50	0	144
Aloysia sp	25	0	0
Atamisqui	555	538	469
Churqui	50	0	0
Jarilla	0	1036	100
Lycium sp	0	0	25
Meloncillo	0	0	136
Molle pishpito	0	0	63
Piquillin	7	0	100
Poleo	25	0	5
Tala pishpita	1046	186	1588
Huiñaj	0	30	0
Brea	11	22	75
Teatin	1620	953	355
TOTAL	3564	2797	3184

No se encontraron diferencias significativas entre las coberturas de arbustos en los diferentes tratamientos (*ANOVA: P>0.05*). Sin embargo, se puede comentar que la menor cobertura de copas fue observada en la “Clausura”. Este resultado era esperable, ya que la misma presenta la menor densidad de arbustos. Por otro lado, la mayor cobertura se observó en el área “Sin Desarbustar”, a pesar de tener menor cantidad de arbustos que el sitio “Desarbustado”. Obviamente esto no está relacionado con el número de arbustos, sino con el mayor tamaño de los individuos en este tratamiento.

En la Tabla 5 también se puede observar que existe una fuerte concentración de la cobertura en unas pocas especies y que generalmente se trata de las mismas especies.

Área Basal

La Figura 3 se puede observar el Área Basal de los arbustos presentes en cada tratamiento.

**Figura 3.** Área Basal de arbustos en cada tratamiento.

El sitio “Sin Desarbustado” es el que mayor Área Basal presenta, seguido por el “Desarbustado” y la “Clausura”. Las diferencias, si bien parecen considerables, no son estadísticamente significativas (*ANOVA: p>0.05*). Existe una relación lógica con los resultados obtenidos al analizar Cobertura; siguen el mismo patrón que el Área Basal.

Se realizó un Análisis de la Varianza, con la finalidad de detectar diferencias significativas entre los diámetros de individuos de las ocho especies compartidas por los sitios “Sin desarbustar” y “Desarbustado”, de esta forma, se elimina el efecto de las especies no comunes. Los diámetros encontrados en el tratamiento “Sin Desarbustar” fueron significativamente mayores (*ANOVA: P<0.05*) que los del “Desarbustado”.

Luego de una década de realizados los tratamientos, los arbustos volvieron a ganar el terreno en el sitio “Desarbustado”, presentando menores diámetros que los arbustos del “Sin Desarbustar”.

Biodiversidad

La Tabla 6 presenta los valores del Índices de Shannon y de Uniformidad para los tres sitios.

Tabla 6. Índices de Shannon y de Uniformidad para los sitios estudiados.

Índice	Sin desarbustado (B)	Clausura (C)	Desarbustado (BD)
<i>H'</i>	1,52	1,55	1,74
<i>E</i>	0,66	0,8	0,7

Coincidiendo con el análisis de la composición florística en cada tratamiento, el sitio “Desarbustado” es el más diverso ($H'=1.74$), sin embargo no se encontraron diferencias significativas de diversidad entre las diferentes situaciones analizadas (*t* TEST de BIO-DAP).

B contra C	$t_{0,05} \infty g l = 0.223$
B contra BD	$t_{0,05} \infty g l = 1.64$
C contra BD	$t_{0,05} \infty g l = 1.38$

Valores de t calculado para las comparaciones, con sus correspondientes grados de libertad.

Los valores de t calculados son menores que el valor t de tabla ($t_{0,05} \infty g l = 1.96$), se acepta la hipótesis nula de que no hay diferencias.

En relación con el Índice de Uniformidad (*E*), como se observa en la Tabla 6, la “Clausura” es el sitio más equilibrado en cuanto a representatividad de las especies presentes. En el extremo opuesto se encuentra el sitio “Sin Desarbustar” que con $E = 0.66$ pone de manifiesto la desigualdad de abundancia de individuos entre las especies allí presentes, donde Tala y Teatín conforman más del 70% de los arbustos. Esta situación es similar a lo ocurrido para el sitio “Desarbustado” donde Tala representa el 50% de los individuos resultando en un valor de $E=0.7$.

En la Tabla 7, se presentan los valores que representan el grado de similitud entre los sitios calculados con Índice de Morisita-Horn.

Tabla 7. Índice de Morisita-Horn, para los sitios estudiados.

Sitio	Índice
<i>Sin Desarbustar-Desarbustado</i>	MH = 0.79
<i>Sin Desarbustar-Clausura</i>	MH = 0.69
<i>Clausura-Desarbustado</i>	MH = 0.43

Los resultados presentados en la Tabla 7 son coherentes con lo que podría esperarse en función de la semejanza de los tratamientos. Los sitios “Sin Desarbustado” y “Desarbustado” son los más semejantes, mientras que los tratamientos más extremos (“Clausura” y “Desarbustado”) son los que mayores diferencias presentan.

La recuperación del estrato arbustivo durante los 10 años transcurridos desde el tratamiento de desarbustado, es tal que no se pudo encontrar ninguna diferencia en los parámetros analizados con el área donde no se realizó este tratamiento. Un resultado semejante, aunque menos concluyente, obtuvo Brassiolo y Kull (2000) al analizar esta recuperación del estrato arbustivo mediante métodos expeditivos, concluyendo que luego de cinco años prácticamente no se observaban diferencias en área basal, entre estas áreas.

De los resultados comentados anteriormente se desprende que a fin de mantener la productividad de la pastura es necesario mantener un ciclo de desarbustados en periodos que varían en torno a los 5 años. Esta tarea normalmente realizada en forma mecánica, afecta el desarrollo de la regeneración natural del estrato arbóreo, comprometiendo por lo tanto la sustentabilidad del sistema productivo cuando se adopta una distribución relativamente homogénea de los árboles en la superficie. Se deben considerar estos resultados al implantar sistemas silvopastoriles, y analizar las ventajas y desventajas de otros diseños para la distribución espacial del componente arbóreo.

En el área clausurada, el estrato arbustivo es más estable en comparación con las otras áreas; esto se traduce en un menor número de individuos, pero con semejanzas en área basal y cobertura. Aparentemente la presencia del ganado podría contribuir a un rejuvenecimiento (reinvasión) del estrato arbustivo, como se deduce del mayor número de individuos existente en este sitio que en la “Clausura”.

4. CONCLUSIONES

Transcurridos 10 años desde el tratamiento de desarbustado, los arbustos han recuperado su posición en la estructura del bosque, y al momento del análisis no existen diferencias en ninguno de los parámetros evaluados, con el sitio donde no se realizó este tratamiento.

Se observa una gradación que va desde el ambiente más joven, el “Desarbustado”, hacia la “Clausura”, que es el más evolucionado. El gran número de arbustos y mayor número de especies encontrados en el sitio “Desarbustado”, con tallos de menor diámetro, responde a la recuperación del terreno por parte de éstos, más jóvenes y por lo tanto de menores dimensiones.

Los resultados obtenidos indican que el efecto de algunas alteraciones, como por ejemplo el desarbustado, son difíciles de percibir a nivel del rodal luego de pocos años, produciéndose una rápida recuperación del estrato arbustivo. Sin embargo estas diferencias se pueden percibir a nivel de la participación de las distintas especies. En este sentido la participación de Tala o la ausencia de Teatín parecen ser indicadores potenciales en áreas donde se eliminó el estrato arbustivo. Esto debería ser analizado en futuros trabajos.

Los sistemas de producción que promueven el desarbustado para aumentar la producción de pasturas, están obligados a realizar tareas de mantenimiento de la intervención inicial, realizando desarbustados en forma periódica. Cuando el bosque bajo manejo tiene estructura irregular y se adopta una distribución relativamente homogénea de los árboles en la superficie, esta sucesión de intervenciones sin dudas afectará el desarrollo de la regeneración arbórea poniendo en duda la sustentabilidad del sistema productivo.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Araujo, P. A. 2004. "Bases para la gestión sostenible de bosques en regeneración del Chaco semiárido". Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- BIO-DAP 2000. Programa estadístico del Resource Conservation Fundy National Park, Alma, New Brunswick, Canada.
- Boletta, P. E.; L. Acuña y M. L. Juárez de Moya. 1989. "Análisis de las características climáticas de la Provincia de Santiago del Estero y comportamiento del tiempo durante la sequía de la campaña agrícola 1988/89". Editado por convenio INTA-UNSE. Santiago del Estero.
- Brassiolo, M. M.; R. F. Renolfi; W. H. Gräfe y A. E. Fumagalli. 1993. "Manejo silvopastoril del Chaco Semiárido". Revista Quebracho, N°1, Facultad de Ciencias Forestales de la UNSE.
- Brassiolo M. M. 1997. "Zur Bewirtschaftung degradiertes Wälder im semiariden Chaco Nordargentinien unter Berücksichtigung der traditionellen Waldweide". Freiburger Forstliche Forschung. Band 14.
- Brassiolo M. M.; A. Kull 2000. "Efecto del desarbustado sobre el estrato arbustivo en el bosque chaqueño". VII Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral. Santa Fe.
- Caziani, S.; C. Trucco; P. Perovic; A. Tálamo; E. Derlindati; J. Adámoli; F. Lobo; M. Fabrezi; M. Srur, V. Quiroga; M. Oliver. .2003. "Línea de base y programa de monitoreo de biodiversidad del Parque Nacional Copo". Universidad Nacional de Salta.
- Demaio P.; U. Karlin; M. Medina. 2002. "Árboles nativos del centro de Argentina". Editorial LOLA.
- Febles, G.; T. E. Ruiz y L. Simón. 1995. "Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical". Conferencias XXX Aniversario Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. Pág 55.
- Kunst (2006) . El renopal: pasado presente y futuro. En Manejo y Control del renopal. Memorias de las 1 jornada de Actualización Técnica en Manejo y Control del Renopal, realizadas en 7 y 8 de junio de 2006 en Santiago del Estero.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Eschborn. Alemania. GTZ.
- Lopez, J.A. y P. A. Araujo. 1995. "Análisis de la evolución de la vegetación forestal en un bosque secundario del Parque Chaqueño Seco". Proyecto de Investigación CICYT-UNSE, Informe de Avance.
- Lorenz, G. 1995. "Caracterización ecológica de un suelo eutric regosol bajo bosque en el Chaco Semiárido, Argentina". Revista Quebracho N:3. Pág. 13-23.
- Magurran, E. A. 1989. "Diversidad ecológica y su medición". Ediciones Vedra.
- Mahecha L. 2002. "El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina". Rev. Col. Cienc. Pec. Vol. 15: 2.
- Mostacedo, B. y T. S. Fredericksen. 2000. "Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis de Vegetación". Proyecto Forestal BOLFOR.
- Tálamo, A. y S. M. Caziani. 2003. "Variation in woody vegetation among sites with different disturbance histories in the Argentine Chaco". Forest Ecology and Management N:184 pag:79 – 92.

