

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO ÓPTIMO DE PARCELA PARA ESTUDIOS DE COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE SELVA Y FORESTACIONES DE CONÍFERAS DE LA PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA.

DETERMINE OF OPTIMAL PLOT SIZE FOR STUDY OF FLORISTIC COMPOSITION IN NATIVE FOREST AND PLANTATION OF CONIFER IN MISIONES PROVINCE, ARGENTINA.

Fabio A. Moscovich¹
Hector Keller²
Rodolfo Martiarena¹
Roberto Fernández¹
Alicia Borhen³

¹ Ings. EEA INTA Montecarlo. (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. Tel. y FAX ++54 (3751) 480057/480512. E-mail: fmoscovich@ceel.com.ar

² Ing. Ftal., Instituto de Botánica del Noreste, Universidad Nac. del NE. Corrientes, Argentina E-mail: hakeller2000@yahoo.com.ar

³ Ing. Ftal. Fac. de Cs. Ftale. Universidad Nac. de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina. E-mail: alicia@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

With the objective to determine the best size of sample unit in research about floristic composition in the understory under different type of cover forest, it was effected to determine the vegetation in the inferior stratum (vegetable species which doesn't contain measure DBH) in a logged native forest in *Pinus elliottii* plantation and *Araucaria angustifolia*. To install 260 square plots of 1 m², in the limit zone between three types of cover forest. To inventory 60 more plots inside of the *Araucaria* forest in the effect to compare with the situation from the edge. To identify 142 vegetable species allocated in 117 genus and 57 botanical families. Analyzing the relations between factor variations in area, the number of individual found in plot and the size for sample unit, to estimate the optimal plots for each situation.

Key words: Inventory, understory, plot, size.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el tamaño óptimo de unidad de muestreo en estudios de composición florística del sotobosque bajo diferentes tipos de cobertura arbórea, se efectuó un relevamiento de vegetación del estrato inferior (todas las especies vegetales que no tengan DAP medible) en un bosque nativo explotado, y en plantaciones de *Pinus elliottii* y de *Araucaria angustifolia*. Se instalaron 260 parcelas cuadradas de 1 m² de superficie, en la zona límite entre los tres tipos de cobertura forestal. Se relevaron 60 parcelas adicionales, en el interior de la plantación de araucaria, a efectos de comparar con la situación de borde. Se identificaron 142 especies vegetales, distribuidas en 117 géneros y en 57 familias botánicas. Analizando las relaciones existentes entre el coeficiente de variación por área, el número de individuos encontrados por parcela y el tamaño de la unidad de muestreo, se estimaron los tamaños óptimos de parcelas para cada situación.

Palabras clave: Inventario / sotobosques / parcela / tamaño

INTRODUCCIÓN

El inventario es un instrumento de planificación, pues ofrece datos estadísticos seguros en lo referente a la cuantificación y distribución de los individuos vegetales, como así también la caracterización de la población vegetal y la evaluación de la diversidad biológica (ROBLES, 1978; PÉLLICO NETTO y BRENA, 1997; PRODAN, 1997).

La ejecución de inventarios florísticos requiere el análisis de una serie de problemas respecto de las técnicas de obtención de las informaciones requeridas. Estas técnicas están en constante evolución, buscando aumentar la eficiencia del inventario y reducir los costos de muestreo. Todavía, la elección del tipo de unidad de muestreo a ser usada, en un caso determinado, se presenta como un problema para los técnicos encargados de la planificación, debido a que son varios los tamaños y formas que puede asumir la unidad de muestreo; dado que la unidad empleada deberá representar las diversas condiciones de la población e ofrecer estimativas precisas de los parámetros de la población al menor costo posible (PÉLLICO NETTO y BRENA, 1997; PRODAN, 1997; CALEGARI, 1999).

La decisión sobre el tamaño de la unidad de muestreo debe basarse en una investigación que determine el tamaño ideal para las condiciones de la región en estudio; puesto que dependiendo del tipo de vegetación y del objetivo del inventario el tamaño de la unidad de muestreo puede variar considerablemente (ROBLES, 1978; PÉLLICO NETTO y BRENA, 1997; PRODAN, 1997).

El objetivo del presente trabajo es determinar el tamaño óptimo de unidad de muestreo para realizar relevamientos florísticos del estrato inferior en una situación de bosque nativo y en plantaciones de pino y de araucaria.

En el marco de esta investigación, en la provincia de Misiones, se inició un relevamiento florístico en tres situaciones de cobertura: una plantación de *Pinus elliottii* de 18 años, que sufrió un raleo en los primeros años de plantación y hoy se encuentra con una densidad de 400 plantas/ha (área basal: 30.6 m²/ha); una plantación de *Araucaria angustifolia* de 20 años de edad sin ningún tipo de tratamiento (área basal: 47,1 m²/ha) y con una densidad, por hectárea, de unas 900 plantas; y un bosque nativo que fuera explotado (área basal: 2,47 m²/ha) en el pasado y hoy sin ningún tipo de manejo y/o intervención.

El área en estudio se localiza en el Departamento Iguazú, Provincia de Misiones, a los 26° 02'44" S y a los 54°29'13" W. El predio pertenece a la empresa LIPSIA S.A.

La vegetación natural está definida como Selva Subtropical Oriental, el clima corresponde al tipo *cfa*, según la clasificación de Köppen (subtropical húmedo), el suelo es del tipo UC-9 conocido como "rojo profundo".

Ante la carencia local de experiencias previas y a fin de comparar la vegetación bajo distintas situaciones de cobertura arbórea, en principio se consideraron separadamente los siguientes niveles o estratos vegetales para ser inventariados: 1) - *superior* (árboles con una circunferencia a la altura del pecho ≥ 30 cm), 2) - *medio* (especies vegetales con 5 cm > CAP > 30 cm) y 3) - *inferior* (plantas vasculares con menos de 5 cm de CAP).

Para llevar a cabo el presente estudio, se identificaron taxonómicamente y contabilizaron los ejemplares correspondientes al estrato Inferior en fajas de 1 m de ancho por 10 m de largo (10 m²), cada una de estas fajas dividida en 10 subunidades de 1 m².

MATERIALES Y METODOS

Una manera de determinar el tamaño óptimo de una parcela es mediante el uso del coeficiente de variación; según FLEMING *et al.*, citado por ZANON (1996), en la mayoría de los trabajos de determinación del tamaño de parcelas, el coeficiente de variación decrece con el aumento del tamaño de la parcela. El uso de unidades pequeñas en áreas heterogéneas,

generalmente, produce un alto coeficiente de variación y un gran número de unidades con fallas. Unidades experimentales grandes, son utilizadas cuando se trabaja en áreas grandes y heterogéneas para evitar que los tratamientos queden en sitios diferentes.

El número de repeticiones es un factor que afecta el tamaño de las parcelas. Las repeticiones deben ser suficientes para garantizar una precisión satisfactoria en la estimación del error de muestreo (STORK, 1979).

SOLCOFORO *et al.* (1993) encontraron que el tamaño de la parcela a partir del cual se estabiliza el coeficiente de variación, expresa el tamaño adecuado de parcela para relevamientos volumétricos.

De acuerdo con SIMPLÍCIO (1987), es preferible disminuir el tamaño de la parcela en vez de disminuir el número de repeticiones, dentro de límites aceptables, puesto que el coeficiente de variación está más influenciado por la repetición de que por el tamaño de la parcela.

Otra manera de definir un tamaño de parcela acorde con las características de la población en estudio es mediante el uso del número de especies que se identifican en función del área de la unidad de muestreo.

En función de esto, LAMPRECHT (1990) considera que se logra el área mínima representativa a partir del punto en que una ampliación del área que se muestrea de un 10% rinde un incremento menor al 10% en el número de especies.

RODAL *et al.* (1992) sugieren que a partir de la media final acumulada, en la curva especie-área, se debe delimitar una faja de variación del 5% ($\pm 2,5\%$ de la media), verificándose con esto, la estabilización del número de especies.

De acuerdo con trabajos citados por PALMER y WHITE (1994) entender como y por que la riqueza de especies varía en función del espacio y tiempo es una de los principales desafíos en la ecología. La forma de la curva especie-área fue usada para deducir procesos biológicos como perturbaciones, competencia y espacio de nichos. Esta relación se usó también para definir el área mínima de una comunidad. Además de esto, la curva especie-área fue propuesta como uno de los medios para calcular la diversidad de grandes regiones o áreas de conservación.

En el presente trabajo se relevaron, en total, 100 unidades de muestreo (de 1 m²) dentro del bosque nativo y en el interior de la plantación de *Pinus elliottii* (pino). En ambos casos las parcelas se situaron en la zona límite entre estos dos tipos de bosques. En la plantación de *Araucaria angustifolia* (pino Paraná) se instalaron 60 parcelas en la zona lindera con el bosque nativo y 60 parcelas en el interior de la plantación.

Para el análisis se compararon las estimativas de 9 tamaños de unidades de muestreo tomándose como base de comparación la faja de 10 m². El tamaño y número de repeticiones utilizados se muestra en la Tabla 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el área en estudio fueron encontradas 142 especies vegetales, en una de las cuales no se logró identificar la familia, 9 individuos fueron identificados apenas a nivel de familia y 13 especies a nivel de género. Estas especies están distribuidas en 54 familias botánicas y en 120 géneros.

Del total de especies vegetales encontradas, 100 especies (70,4% del total) se encontraron en las parcelas instaladas en el bosque nativo, 88 especies (61,9% del total) fueron halladas dentro del pinar, 48 especies (33,8% del total) en las parcelas instaladas en la zona límite de la plantación de araucaria y 42 especies (49,5% del total) en el interior de la misma.

TABLA 1: Tamaño y número de repeticiones de las parcelas analizadas en el área en estudio. BN = bosque nativo; Pino = *Pinus elliottii*; Aa 01 = *Araucaria angustifolia*, parcelas localizadas en el límite de plantación; Aa 02 = *Araucaria angustifolia*, parcelas localizadas en el interior de plantación

Tamaño de la Unidad (m ²)	Número de Unidades			
	BN	Pino	Aa 01	Aa 02
1 (1 m x 1m)	100	100	60	60
2 (2 m x 2 m)	50	50	30	30
3 (3 m x 3 m)	30	30	18	18
4 (4 m x 4 m)	20	20	12	12
5 (5 m x 5 m)	20	20	12	12
6 (6 m x 6 m)	10	10	6	6
7 (7 m x 7 m)	10	10	6	6
8 (8 m x 8 m)	10	10	6	6
9 (9 m x 9 m)	10	10	6	6
10 (10 m x 10 m)	10	10	6	6

Relación entre el coeficiente de variación y el tamaño de parcela

A partir del número de individuos encontrados en cada tamaño de parcela estudiado, se calcularon los valores medios y los desvíos con los que se calculó el coeficiente de variación.

En la Figura 1, donde se representa la relación entre coeficiente de variación y tamaño de parcela para el estudio realizado dentro del bosque nativo, se puede observar que este indicador alcanza un valor mínimo cuando las parcelas tienen 10 m², no obstante, se observa una tendencia de estabilización a partir de unidades de muestreo con 7 m². Por lo tanto, se podría decir que según la metodología citada por SCOLFORO *et al.* (1993) y por CALEGARI (1999) este valor expresa el tamaño óptimo de parcela bajo estas condiciones y para este tipo de bosque.

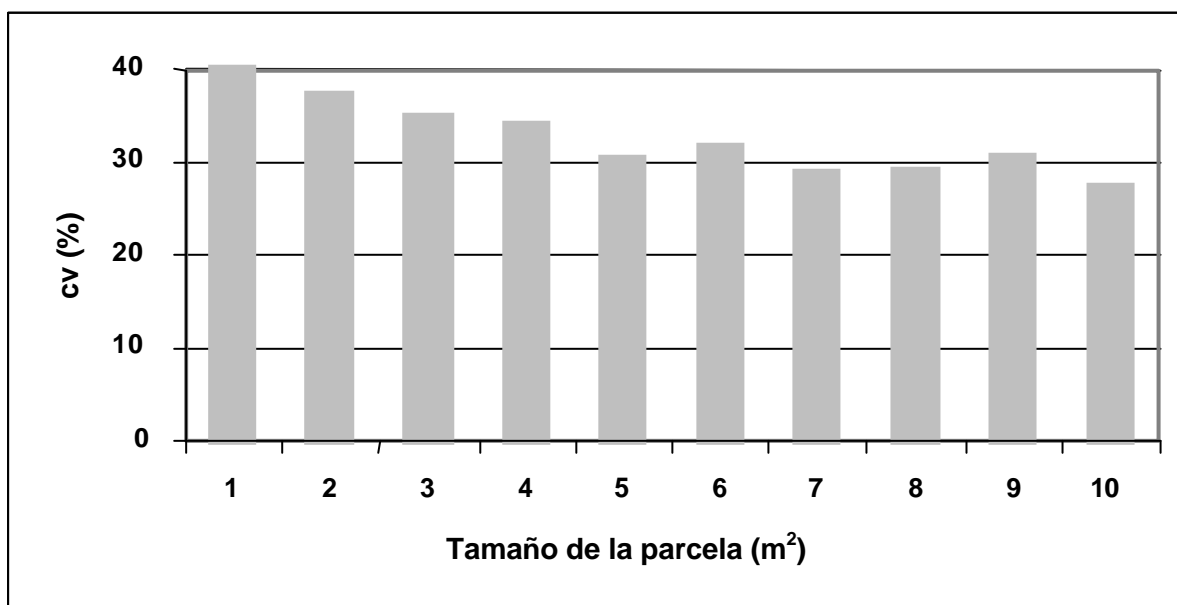


FIGURA 1: Coeficiente de variación en relación al tamaño de la parcela para la vegetación encontrada en el bosque nativo.

Observando la Figura 2, donde se muestra la relación entre el coeficiente de variación y el tamaño de parcela en la vegetación encontrada bajo el dosel de la plantación de pino, queda claro que este parámetro alcanza valor mínimo con 9 m² de parcela y a partir de este tamaño se estabiliza completamente. Esto indica que este es el tamaño ideal para este tipo de situación

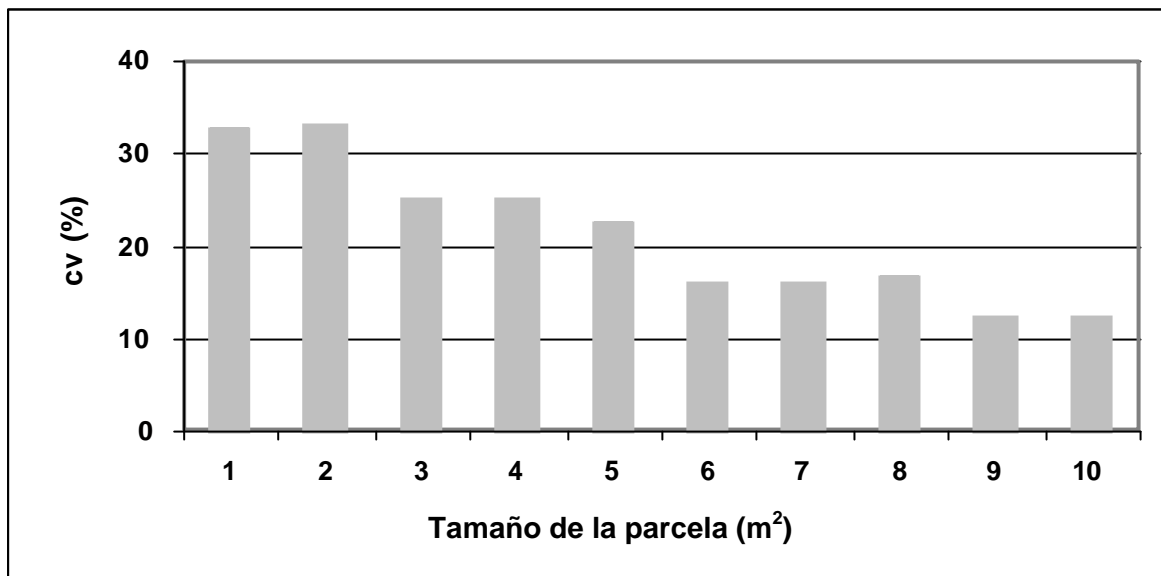


FIGURA 2: Coeficiente de variación en relación al tamaño de la parcela para la vegetación encontrada bajo la plantación de *Pinus elliottii*.

En la Figura 3 se observa que la relación entre coeficiente de variación y tamaño de la unidad de muestreo alcanza un valor mínimo cuando llega a 7 m², luego de este tamaño el coeficiente de variación aumenta un poco su valor para, luego, volver a disminuir, indicando esto que se estabiliza el valor de este parámetro. Por lo tanto se puede considerar a este tamaño como óptimo para relevamientos florísticos bajo estas condiciones.

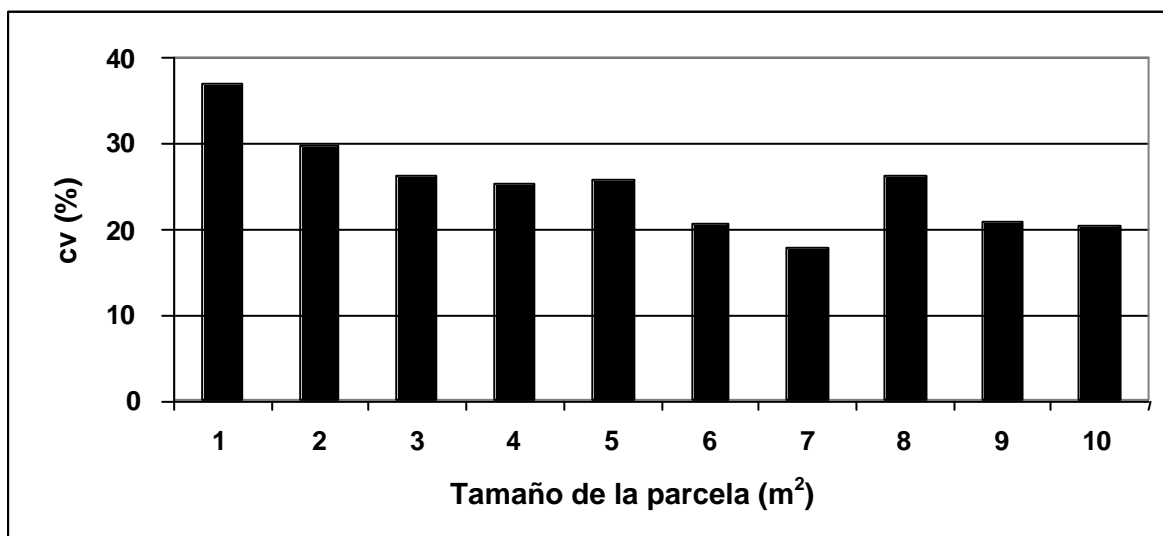


FIGURA 3: Coeficiente de variación en relación al tamaño de la parcela para la vegetación encontrada en la zona límite de la plantación de *Araucaria angustifolia*.

Cuando se observa la Figura 4, la estabilización de la correlación existente entre el tamaño de muestra y el coeficiente de variación, queda evidente a partir del tamaño de parcela de 6 m², con lo que se puede adoptar este tamaño como ideal para realizar inventarios de vegetación cuando se trabaje en situaciones similares de cobertura forestal.

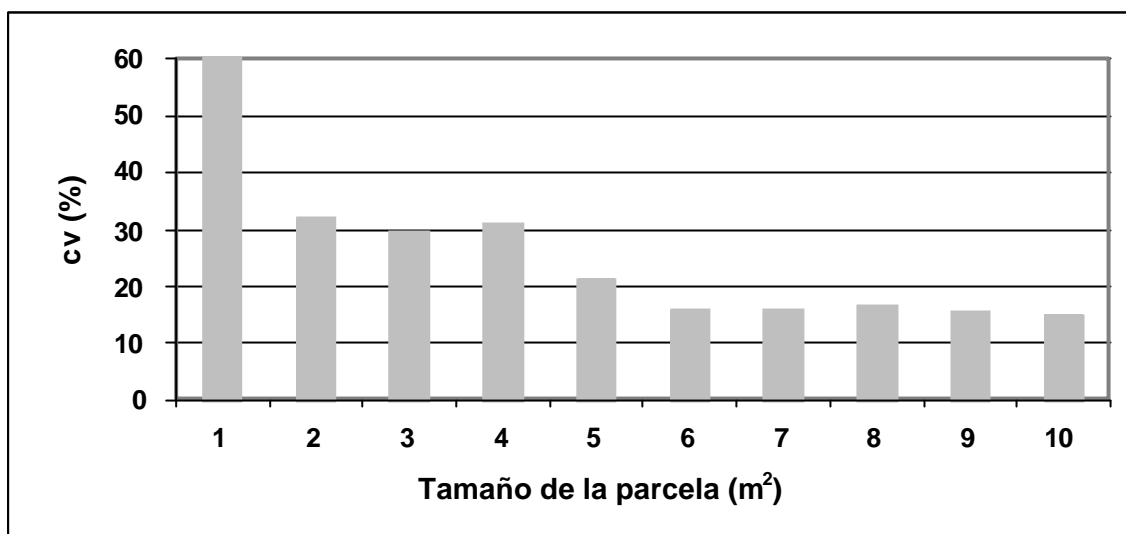


FIGURA 4: Coeficiente de variación en relación al tamaño de la parcela para la vegetación encontrada en la zona interior de la plantación de *Araucaria angustifolia*.

Relación entre el número de especies y el tamaño de parcela

Cuando se analiza la relación existen entre el número de especies encontradas y el área de la unidad de muestreo, se puede ver que, en el caso del levantamiento realizado dentro del bosque nativo, en las unidades con un área de 9 m², el aumento del número de especies no excede el 5% en relación al total de especies encontradas en la faja de 10 m² (Tabla 2, Figura 5). Esto indica que, para representar la composición florística, en este tipo de condiciones, las parcelas deberán tener un área mínima de 9 m².

Cuando se considera la correlación que existe entre estas variables, para el caso de la vegetación localizada debajo del dosel de *Pinus elliottii*, observamos que el número de especies no excede del 5% cuando se trata de parcelas con un tamaño de 8 m², en relación al total de especies identificadas en las fajas de 10 m² (Tabla 2, Figura 5). Este resultado demuestra que se necesitan unidades de muestreo no inferiores a 8 m² para poder representar la composición florística en este tipo de ambiente.

Si se observa la relación existen entre la variable tamaño de parcela y la variable número de individuos obtenida en la zona límite de plantación de araucaria, se puede percibir que el incremento en el número de especies no disminuye de 7,7% a partir de los 3 m² de parcela, y que este valor se mantiene constante hasta los 10 m²; por lo tanto será recomendable trabajar con parcelas de área no menor a 8 m² que es cuando el número de especies se repite (Tabla 2, Figura 5).

En el caso de la parcelas ubicadas dentro de la plantación de araucaria, se observa que a partir de parcelas de 6 m² el valor porcentual de la relación existente entre el tamaño de parcela y el número de especies no disminuye ni aumenta de 7,1%. Esto indica que sería este tamaño el óptimo para representar la composición florística en este tipo de ambiente (Tabla 2, Figura 5).

TABLA 2: Número de especies encontradas en relación al tamaño de la parcela.

Tamaño de parcela (m ²)	Bosque nativo		Pinar		Aa 01		Aa 02	
	N	Inc.	N	Inc.	N	Inc.	N	Inc.
1	5	-	4	-	4	-	4	-
2	8	3	7	3	6	2	6	2
3	11	3	9	2	7	1	7	1
4	14	3	11	2	8	1	8	1
5	16	2	13	2	9	1	10	2
6	18	2	15	2	10	1	11	1
7	20	2	17	2	11	1	12	1
8	22	2	18	1	12	1	13	1
9	23	1	19	1	12	0	14	1
10	24	1	20	1	13	1	14	0

N= número de especies; Inc.= incremento de especies; Aa 01= parcelas localizadas en el límite de plantación de araucaria; Aa 02= parcelas ubicadas en el interior de la plantación de araucaria.

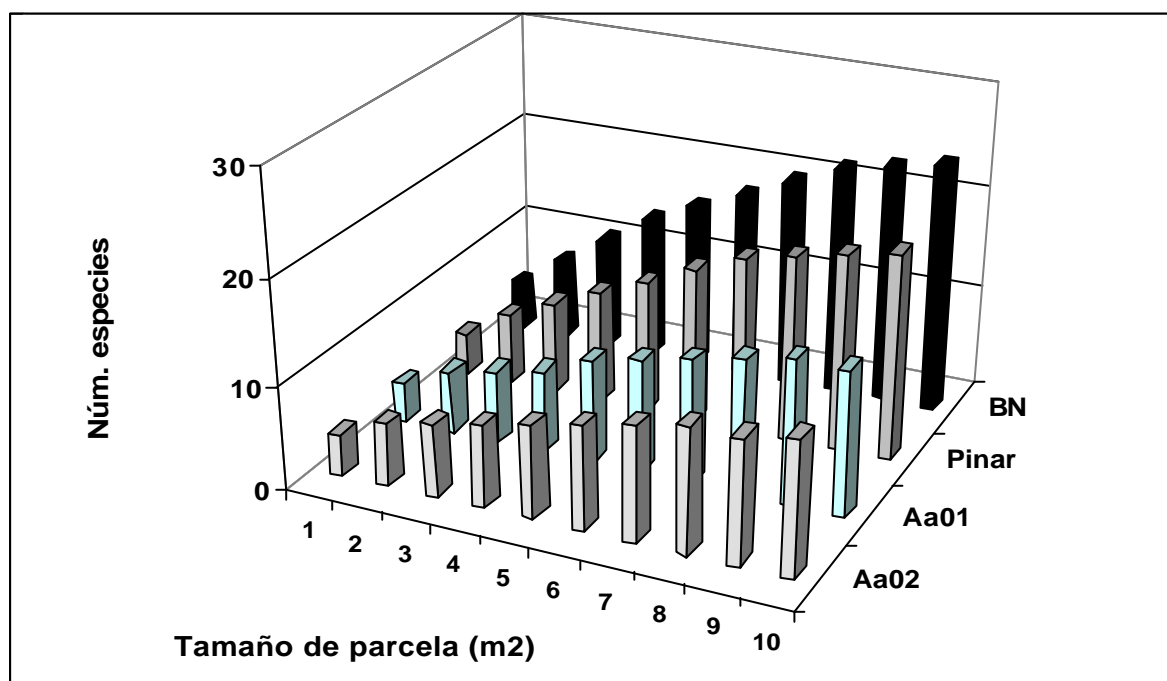


FIGURA 5: Número de especies muestreadas en los diferentes tamaños de parcelas, por tipo de bosque. BN = bosque nativo; Pinar = plantación de *P. elliotii*; Aa01 y Aa02 = plantación de *A. angustifolia*, parcelas en límite y en el interior respectivamente.

Las diferencias encontradas en las observaciones realizadas en las parcelas ubicadas en el límite de la plantación de araucaria con las situadas dentro de la misma, posiblemente, se deban a que en la zona límite existe una mayor alteración del medio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis de los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir que:

- a) Fueron encontradas, en el área bajo estudio, 142 especies vegetales; distribuidas en 120 géneros y en 54 familias botánicas.
- b) En la relación existente entre el coeficiente de variación por área y el tamaño de la unidad de muestreo, se demostró que: parcela de 7 m² serían adecuadas para relevamiento de vegetación en un bosque nativo con estas características; 9 m² demostró ser el tamaño óptimo cuando se trabaja en una plantación de pino que tuvo este tratamiento; de 7 m² cuando se trabaja en el límite de una plantación de *A. angustifolia*; y de 6 m² cuando trabajamos en el interior de una plantación de araucaria de estas características.
- c) En la relación entre número de especie por área de parcela, la unidad de muestreo de 9 m² es óptima para un bosque nativo de este tipo; de 8 m² cuando consideramos una plantación de *P. elliottii*; de 3 m² cuando se trata de la zona límite en una plantación de araucaria; y de 6 m² y 7 m² cuando se trabaja en el límite y en la zona interior, respectivamente, de una plantación de araucaria como la estudiada.
- d) De acuerdo con lo expuesto anteriormente, parcelas de 9 m² se mostraron más apropiadas para utilizar cuando consideramos un bosque nativo y una plantación de *P. elliottii* con las características estudiadas, y parcelas de 7 m² cuando consideramos una plantación de araucaria como la que fue objeto de estudio, considerando los índices analizados.
- e) De acuerdo a los resultados obtenidos, también, queda claro la necesidad de ampliar la investigación hacia otros sitios, donde se contemplen otros tipos de manejo de bosque para poder definir tamaños ideales de acuerdo al tipo de vegetación que estudie.

BIBLIOGRAFÍA

- CALEJARI, J. (1999) Tamanho ótimo da unidade amostral para estudo da regeneração natural de uma Floresta Ombrófila Mista. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. Disertación de Maestrado. 89p.
- LAMPRECHT, H. (1990) Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. GTZ.
- PALMER, M.W.; WHITE P.S. (1993) Scale dependence and the species-area relationship. Chicago: The American Naturalist, v.144, n.5, p.717-740.
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. (1997) Inventário florestal, v.1. Curitiba: Edit. Por los Autores. 316p.
- PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. (1997) Mensura Forestal. San José (CR): Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) – Instituto Interamericano de Cooperación para la Argentina (IICA). 586p.
- RODAL, M.J.N.; SAMPAIO, E.V.S.B.; FIGUEIREDO, M.A. (1992) Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico – Ecosistema Caatinga. Sociedade Botânica do Brasil, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).
- SCOLFORO, J.R.S.; CHAVES, A.L.; MELO, J.M. (1993) Definição de tamanho de parcela para inventário florestal em floresta semidecídua montana. Curitiba: 1º Congresso Florestal Panamericano e 7º Congresso Florestal Brasileiro, v.1, p.333-337.

- SIMPLÍCIO, E. (1978) Determinación do tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill exMaiden. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras. Disertación de Maestría. 67p.
- STORK, L. (1979) Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições com milho (*Zea mays* L.). Porto Alegre: Universidade Federal do Río Grande do Sul. Disertación de Maestrado. 98p.
- ZANON, M.L.B. (1996) Tamanho e forma ótimos de parcelas experimentais para *Eucalyptus saligna* Smith. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. Disertación de Maestrado. 78p.