

BIOMASA Y PRODUCCION PRIMARIA DE CHUSQUEA CULEOU DESV. Y CHUSQUEA TENUIFLORA PHIL. EN EL SUR DE CHILE

C. D. Oxf., 182.4

Thomas T. Vablen,* Federico Schlegel S.**, Bernardo Escobar R.***

RESUMEN

Se investigó la productividad de rodales de las especies bambuceas **Ch. culeou** y **Ch. tenuiflora**, desarrollando una base metodológica para futuros estudios ecológicos de **Chusquea** spp. Se describe la fenología de ambas especies y las condiciones de hábitat de los sitios de estudio. La biomasa en pie sobre el nivel del suelo fue de 156-162 ton ha⁻¹ para **Ch. culeou** refiriéndose a toda la comunidad por no haber presencia significativa de otras especies. Para **Ch. tenuiflora** la biomasa en pie de 13.0 ton ha⁻¹ sólo representa la mayor parte del sotobosque y una pequeña fracción de la biomasa total del bosque mixto de **Nothofagus** bajo cuyo dosel se encuentra. Para **Ch. culeou** la producción anual de materia seca como suma de la caída anual de hojas (4,27 ton ha⁻¹) y la biomasa en pie de culmos (vástagos) de un año alcanza 10-11.4 ton ha⁻¹. Para **Ch. tenuiflora** la magnitud de la producción primaria neta se puede apreciar a través del crecimiento de culmos nuevos que alcanza 1.0 ton ha⁻¹. La biomasa en pie de 156-162 ton ha⁻¹ estimada para **Ch. culeou** resulta mayor que los valores indicados para muchos bosques y la estimación de su producción primaria neta anual (10-11.4 ton ha⁻¹) la sitúa entre valores medios señalados para bosques boreales y templados.

SUMMARY

The productivity of stands of **C. culeou** and **C. tenuiflora** was studied developing a methodological basis for future ecological studies of **Chusquea** spp. The phenology of the two species and the habitat condition of study sites are described.

The standing above ground biomass for **C. culeou** was estimated as 156-162 t ha⁻¹ and represented that of the whole community since

no other species were present in significant quantities. For **C. tenuiflora** the standing biomass of 13.0 t ha⁻¹ account for most of the biomass of the understorey but only for a small fraction on the total standing biomass of the mixed **Nothofagus** forest under which it grows. The annual dry matter production in the **C. culeou** thicket determined as the sum of annual leaf fall (4.27 t ha⁻¹) and the biomass of one year old culms amounted to 10-11.4 t ha⁻¹. The magnitude of the net primary production of **C. tenuiflora** is suggested by the 1.0 t ha⁻¹ of new culm growth per year. The above ground biomass of 156-162 t ha⁻¹ estimated for the **C. culeou** thicket is greater than the values reported for many forests and the estimation of annual primary production 10-11.4 t ha⁻¹) for the **C. culeou** stand lies between the average values reported for boreal forests and temperate forests.

INTRODUCCION

El género del Nuevo Mundo **Chusquea** de la tribu **Bambusoides** de la familia **Gramineae**, se distribuye en el norte desde Méjico las islas del Caribe hasta Argentina y Chile en el sur (Mc CLURE, 1973). En Chile se desarrollan aproximadamente 10 especies desde latitud 30° 40' S a 49° S, pero son especialmente abundantes entre latitud 33° y 47° (REICHE, 1934; PARODI, 1945). En la zona sur de Chile especies de **Chusquea** frecuentemente dominan los sotobosques de pluviselvas caracterizadas por especies de **Nothofagus**. Las plántulas de especies intolerantes a la sombra como **Nothofagus dombeyi** (Mirb.) Bl. y **N. alpina** (Poepp. et Endl.) Oerst. son inhibidas en su crecimiento por estas bambuceas que proliferan en las pluviselvas quemadas o explotadas de la zona sur de Chile. **Chusquea** forma a menudo matorrales densos prácticamente impenetrables conocidos como "colihuales" y "quilantales". La abundancia y el crecimiento vigoroso de esas bambuceas y la consecuente dificultad para establecer regeneración arborea, complica seriamente las operaciones de manejo del bosque nativo (BURSCHEL, et al 1976).

No obstante, la presencia de **Chusquea** spp en los bosques nativos debería dar motivo al es-

(*) Ph. D., Profesor huésped Depto. de Silvicultura, Universidad Austral, Smithsonian-Peace Corps Environment Program; (**) Dr. Forest, Profesor Depto. Silvicultura, Universidad Austral; (***) Técnico Forestal, Depto. Silvicultura, Universidad Austral.

Depto. Silvicultura, Facultad de Ingeniería Forestal, casilla 853, Valdivia, CHILE.

tudio de la solución al problema que causa la silvicultura, por la serie de beneficios económicos directos e indirectos que además produce este género. Otras bambuceas nativas del Nuevo Mundo tales como **Guadua** y también muchas bambuceas del Viejo Mundo (**Bambusa**, **Phyllostachys**, **Dendrocalamus**, **Melocanna**, **Cephalostachyum**, etc.) son de gran importancia económica por su utilización en la fabricación de papel y como material de construcción. (HIDALGO, 1978). En el Departamento de Tecnología e Industrias de la Madera de la Universidad Austral de Chile, han sido producidos en forma experimental papel y tablero de partículas de calidad satisfactoria con **Chusquea culeou** (POBLETE, H., comunicación personal). En el futuro especies de **Chusquea** pueden constituirse en fuentes importantes de materias primas para esos productos. Actualmente los beneficios económicos directos de este género en la zona sur de Chile incluyen forraje de invierno para el ganado y materia prima para la manufactura de muebles y construcciones ligeras y usos especiales en la minería y horticultura. El mayor beneficio económico indirecto en la minería y horticultura. El mayor beneficio económico indirecto producido por **Chusquea** en la zona sur de Chile lo constituye la protección de superficies deforestadas contra la erosión excesiva. En un área de pendientes pronunciadas y gran precipitación, esta protección contra erosión acelerada es de importancia mayúscula.

Como consecuencia de las dificultades causadas por especies de **Chusquea** en el área de la silvicultura del bosque nativo, como también por su importancia potencial como materia prima, en 1976 se inició en el Departamento de Silvicultura, de la Universidad Austral de Chile, una línea de investigación relacionada con la ecología de esas bambuceas, cuyo propósito era aportar información ecológica básica sobre **Chusquea** spp, para su posterior utilización en el manejo de bosques caracterizados por la presencia de este género. Los objetivos de esta investigación fueron obtener datos de productividad comparables con los de otros tipos de comunidades vegetales y proporcionar una base metodológica para futuros estudios ecológicos de **Chusquea** spp.

La producción primaria y biomasa (NEWBOULD, 1967), son características importantes de las comunidades vegetales que son especialmente útiles para estudios del ciclo mineral, sucesión y manejo de vegetación. Los silvicultores tradicionalmente han medido sólo el desarrollo del producto económico —la madera—, mientras que los ecólogos han tomado en consideración la producción total de materia

seca de los árboles, arbustos y estrato herbáceo. Como la producción total de materia seca en un ecosistema es una medida de su eficiencia en la fijación de energía, los especialistas en el manejo de vegetación están reconociendo que es importante determinar los límites de la productividad biológica de los ecosistemas que someten a manejo (BARKERVILLE, 1965; KIRA y SHIDEI, 1967; ATTIWILL y OVINGTON 1968; WILL, 1964). En Chile es urgente la necesidad de estudios sobre el funcionamiento de ecosistemas usados por plantaciones de especies introducidas de rotación corta (SCHLATTER, 1977). A largo plazo, también será crítica la necesidad de comprender la base biológica de la productividad en los ecosistemas forestales nativos.

LAS ESPECIES Y LOS RODALES ESTUDIADOS

C. culeou tiene culmos erectos y no ramificados que se presentan en aglomeraciones densas de una docena aproximadamente cien culmos. Los culmos individuales tienen un diámetro basal de hasta 4 cm. y una longitud de 9 m; los largos promedios de los culmos de plantas adultas alcanza 3-6 m según las condiciones que prevalecen en el sitio. Observaciones realizadas en culmos marcados durante un período de tres años indicaron que el crecimiento en altura y diámetro máximo es alcanzado durante un solo período vegetativo.

Solo se producen incrementos menores en follaje después del segundo período vegetativo. El rápido crecimiento de los culmos de **Ch. culeou** es posible gracias a la acumulación de reservas en el extensivo sistema de rizomas. Estos se caracterizan por conexiones relativamente pequeñas entre sus partes engrosadas que en sus ápices encorvados hacia arriba producen los culmos (Mc CLURE, 1966). En **Ch. culeou** esas partes engrosadas, los rizomas propiamente tales, alcanzan diámetros máximos de 4 cm. El sistema de rizomas penetra en el suelo a una profundidad de hasta 80 cm y se extiende horizontalmente hasta 6 m en sitios relativamente libres de competencia; por otra parte, en matorrales densos de **Ch. culeou**, el sistema de rizomas alcanza solamente 1-2 m de diámetro.

Ch. culeou fue estudiada en San Pablo de Tregua (39° 33' S, 72° 03' W) en la Cordillera de los Andes a una altitud de aproximadamente 700 m. s.n.m. La precipitación anual que se concentra en los meses invernales (Junio-Agosto), es superior a 4000 mm. Sin embargo, incluso en los meses de verano rara-

mente ocurre un período de dos a tres semanas sin lluvia. En invierno cae nieve, pero en la mayoría de los casos desaparece en pocos días. Los suelos son derivados de reciente ceniza volcánica gruesa y son profundos, ricos en contenido orgánico, ligeramente ácidos y de buen drenaje. En los bosques siempreverdes maduros de San Pablo, que están dominados por *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Bl., *Laurelia philippiana*, Looser, *Saxegothaea conspicua* Lindl., y *Dasyphyllum diacanthoides* Less., *Ch. culeou* se presenta generalmente en manchas bajo huecos en el dosel arbóreo. En bosques similares que han sido explotados o quemados, *Ch. culeou* prolifera e impide seriamente la regeneración arbórea.

Se estudió la producción de materia seca en rodales prácticamente puros de *Ch. culeou* de aproximadamente 2 ha, que se originaron hace 20-30 años cuando una parte del bosque maduro fue cortado y quemado. En ese matorral los culmos de *Ch. culeou* están distribuidos en aglomeraciones muy densas de aproximadamente 30-50 tallos en grupos de un tamaño promedio de 1-2 m de diámetro. Esparcidos en ese matorral existen algunos árboles remanentes del bosque maduro y algunos pequeños *N. dombeyi* que regeneraron después de la explotación. Bajo la densa cobertura de *Ch. culeou* dominar la vegetación detiene la sucesión secundaria hasta el momento de florecer total o parcialmente, producir semillas y morir en un lapso de dos a tres años. El crecimiento de plántulas de *Ch. culeou* después de la semillación masiva es lento, y consecuentemente, las plántulas de arbustos y árboles podrán establecerse en esa etapa. A pesar que el intervalo entre tales semillaciones masivas no ha sido establecido en forma concluyente, a base de observaciones a largo plazo en plantas marcadas, la mejor evidencia disponible indica un intervalo de aproximadamente 17-20 años (GUNCHEL, 1948; HOSSEUS, 1915). Esto sugiere que desde la remoción de la cubierta forestal ya ha ocurrido un semillación masiva en el rodal estudiado, o el rodal presente se encuentra próximo a una semillación masiva.

Ch. tenuiflora se encuentra en elevaciones mayores (900-1200 m snm a 40° S) y domina cerca del límite altitudinal forestal los sotobosques de los bosques de *Nothofagus*, que en forma característica tienen una cubierta de copas substancialmente menos densa en comparación con los bosques de elevaciones medias. *Ch. tenuiflora* está confinada a la vegetación arbustiva del bosque; en esa zona altitudinal se encuentra una especie adicional *Ch. nigricans* Phil. en ambientes no boscosos (por

ejemplo en bolsones de helada en fondos de valles y en la vegetación arbustiva y praderas sobre el límite altitudinal forestal). *Ch. tenuiflora* produce generalmente aglomeraciones pequeñas generalmente densas de 6-30 culmos, que a menudo domina en forma abrumadora a todas las especies restantes del sotobosque. Los culmos apenas alcanzan 1 cm de diámetro basal y pueden presentar una longitud de hasta 3 m, no obstante la longitud media es de 1-2 m, dependiendo esto de las condiciones ambientales. También en esta especie la longitud y el diámetro máximo son alcanzados en un sólo período vegetativo (Diciembre-Febrero). Sin embargo junto a la producción de mayor cantidad de follaje en el 2° período vegetativo, se desarrollan pequeñas ramas (menos de 30 cm de longitud) cerca del ápice del culmo principal. Los sistemas de rizomas paquimorfos de *Ch. tenuiflora* son mucho menos masivos que en el caso de *Ch. culeou*; el rizoma propio de una planta madura usualmente tiene menos de 1 cm de diámetro. Las raíces de los rizomas son fibrosas y forman un denso tejido interconectado con los manojos de rizomas adyacentes.

Ch. tenuiflora fue estudiada en el valle de Antillanca (40° 47' S, 72° 12' W) cerca del límite forestal altitudinal en la Cordillera de los Andes a 1040 m s.n.m. Allí la precipitación media anual alcanza 5633 mm y la temperatura media anual máxima y mínima 9.6°C y 3.3°C, respectivamente (PUTNEY, 1970). El valle se encuentra cubierto de nieve desde fines de mayo hasta mediados de noviembre. Los suelos que se derivan de escoria volcánica reciente y gruesa y toba arenosa, son ácidos (pH 4.2-4.3); son delgados (menos de 30 cm de profundidad), y muestran alto contenido de materia orgánica.

La producción de materia seca se estudió en el sotobosque denso de un rodal mixto siempreverde-decídúo de *Nothofagus betuloides* (Mirb.) Bl. y *N. pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser, Si el *N. betuloides* siempreverde es dominante como ocurre en el rodal estudiado, los culmos de *Ch. tenuiflora* son más numerosos y de mayor tamaño (aproximadamente 2 m) y contrariamente, el tamaño y la abundancia de las otras especies del sotobosque se encuentran fuertemente disminuidos. (VEBLEN, et al., 1978). Bajo la densa cobertura de *Ch. tenuiflora*, la única planta leñosa común es el arbusto *Drimys winteri* var *andina* Reiche. En el escaso estrato herbáceo también están presentes unas pocas plántulas de *N. pumilio* (menores a 5 cm de altura).

MÉTODOS

Al término del período vegetativo, cuando el crecimiento había cesado, se cortaron a nivel del suelo aproximadamente 100 culmos de **Ch. culeou** y **Ch. tenuiflora** respectivamente de más de 15 plantas adyacentes a cada sitio de estudio que crecían bajo las mismas condiciones ambientales. Los culmos de un año de edad fueron separados de los culmos más viejos. En ambas especies los culmos menores a un año se reconocen fácilmente por su color verde claro (a diferencia del color verde intenso y amarillo de los culmos más viejos) y por la relativa falta de desarrollo foliar. Para la medición y determinación del peso seco, se seleccionaron 61 culmos de **Ch. culeou** y 43 culmos de **Ch. tenuiflora** con el fin de incluir el rango completo de diámetros que se presentaban en los rodales estudiados. Se muestreó por lo menos 1 culmo de **Ch. culeou** en cada clase de diámetro de 3 mm (a 1 m sobre la base). También para culmos de un año de edad (rango de 4-30 mm) y culmos más viejos (rango de 5-36 mm). Similarmente por lo menos 3 culmos de **Ch. tenuiflora** se muestrearon en cada clase de diámetro de 2 mm (a 1 m sobre la base) para los culmos de 1 año de edad (rango de 2-9 mm) y culmos más viejos (rango de 1-11 mm). Las siguientes mediciones fueron realizadas en cada culmo: (i) largo total, (ii) diámetro basal (sólo en **Ch. tenuiflora**), (iii) diámetro a 1 m sobre la base, y (iv) diámetro a 2 m sobre la base (sólo en **Ch. culeou**). Las hojas y vainas fueron separadas de los culmos los cuales se seccionaron en pedazos de 0.7-0.8 m de longitud para su secado en horno. Los culmos y su follaje fueron secados a 105°C hasta alcanzar un peso constante. Las regresiones de peso seco con diámetros y largo de culmos fueron desarrollados con el fin de determinar el método más exacto para estimar el peso seco utilizando un método de campo rápido y simple.

Se midieron el número y el diámetro de culmos a 1 m en bloques de cuadrados permanentes contiguos de 1 x 1 m. En San Pablo se emplearon dos bloques de 5 x 5 y 5 x 10 m. y en Antillanca se usó un solo bloque de 5 x 15 m. Estos bloques fueron ubicados en forma subjetiva donde la densidad de culmos parecía ser representativa de todo el rodal. En ambos casos los bloques de cuadrados permanentes fueron mucho más grandes que las dimensiones de los grupos de culmos de **Ch. culeou** (aproximadamente, 1.5 m de diámetro) y en **Ch. tenuiflora** (aprox. 0.3 m de diámetro). Los diámetros a 1 m fueron medidos en todos los

culmos de un año en cada cuadrado de 1 x 1 m. Sin embargo, en los culmos mayores de un año existía una tendencia marcada de uniformidad en el tamaño y por esta razón en cada cuadrado de 1 x 1 m se midió el diámetro a 1 m de un solo culmo viejo que correspondía al tamaño medio. Por ejemplo, en un grupo con un área de 1.2 x 2.2 m; los diámetros a 1 m sobre la base de todos los 84 culmos de **Ch. culeou** mayores a 1 año de edad variaban de 16-28 mm, apareciendo 58 culmos en el rango diamétrico de 22-25 mm y 78 culmos en el rango diamétrico de 20-27 mm. Los culmos fueron contados nuevamente al término del segundo período vegetativo para determinar la variación anual de densidad de culmos.

Se ubicaron al azar doce cajones colectores de hojarasca de 0.25 x 0.40 m, para determinar la caída anual de hojas. El contenido de ellos fue colectado, secado y pesado a intervalos de dos a siete semanas durante el período vegetativo y nuevamente al cabo de un período invernal de cinco meses.

Las condiciones de luminosidad en el sotobosque dominado por **Ch. tenuiflora** en Antillanca fueron determinadas tomando fotografías hemisféricas del estrato arbóreo de copas (ANDERSON, 1964). Las fotografías fueron tomadas a una altura de 1.9 m y todo culmo de **Ch. tenuiflora** que caía dentro del campo visual fue removido para permitir una fotografía sin obstrucción del dosel de copas. Fotografías superpuestas de todo el dosel arbóreo de copas sobre el mismo sitio de muestreo fueron tomadas desde cuatro puntos al azar durante mediados de Diciembre cuando el **N. pumilio** deciduo estaba en pleno follaje. El porcentaje de luminosidad total potencial difusa y directa en un determinado punto (comparada con la luminosidad total en campo abierto) fue deducida ser aproximadamente igual al porcentaje de cielo visible; este factor corresponde al "factor total de sitio" de Anderson (1964).

RESULTADOS

Estimación de los pesos de culmos y del follaje

Las ecuaciones de regresión usadas para la determinación del "mejor estimador" del peso seco para **Ch. culeou**, se indican en la tabla 1 y para **Ch. tenuiflora** en la tabla 2. La variable requiere de mediciones en el terreno que son de precisión y dificultad diferentes. La ecuación ideal daría una estimación de peso seco con un error estándar mínimo y un máximo

coeficiente de determinación (R^2) basada en simples y rápidas mediciones de terreno de la variable independiente.

El diámetro de culmos a 1 m de la base fue seleccionado como el mejor estimador de peso seco para ambas especies por las siguientes razones:

- (i) El uso del diámetro a 1 m como variable independiente dió como resultado los menores errores estándar y los más altos R^2 al predecir pesos secos totales con excepción de los culmos más viejos de **Ch. culeou**.
- (ii) El uso del diámetro a 2 m, que en el caso de los culmos más viejos de **Ch. culeou** resultó en un R^2 más elevado, excluiría de las mediciones los culmos que alcanzan menos de 2 m en altura.
- (iii) Casi todos los culmos de **Ch. culeou** y de **Ch. tenuiflora** que sobrevivieron el primer período vegetativo alcanzan por lo menos 1 m en altura.
- (iv) El diámetro a 1 m de la base es de medición más fácil en el terreno que el largo total o los diámetros en la base o a dos metros.

A pesar que las transformaciones logarítmicas dieron como resultado mejores ajustes a las ecuaciones de regresión para predecir los pesos secos totales, los pesos de hojas y de vainas y de culmos de **Ch. tenuiflora** se pueden predecir mejor a través de ecuaciones lineales que fueron en consecuencia empleadas para predecir esos componentes del peso seco total de esta especie.

Biomasa en pie

La tabla 3 señala las estimaciones de la biomasa en pie y sus componentes para **Ch. culeou** y **Ch. tenuiflora** a base de las mediciones efectuadas al término del período vegetativo 1977 - 78. Las estimaciones de biomasa para los culmos de un año resultan de las sumas de los pesos deducidos de las ecuaciones de regresión en las cuales se usaron los diámetros medidos en todos los culmos de un año. Para establecer la biomasa en pie de los culmos más viejos, el número total de culmos empleados para un diámetro dado en las ecuaciones de regresión fue la suma de los culmos de los cuadrados de 1 x 1 m en los cuales el culmo de tamaño medio fue del diámetro dado. Los pe-

sos de las hojas y vainas de los culmos y de la biomasa en pie total fueron determinados separadamente usando las ecuaciones de regresión apropiadas. De este modo, existen algunas diferencias entre la biomasa en pie total estimada directamente a través de la regresión del peso total sobre el diámetro a 1 m y la suma de las estimaciones de los dos componentes. La mayor precisión de las ecuaciones de regresión para la biomasa en pie total indica que aquellas proporcionan mejores estimaciones de peso total, que las sumas de los pesos predichos de los dos componentes de la biomasa en pie total.

La gran biomasa en pie de 156 - 162 ton ha⁻¹ estimada para **Ch. culeou** se refiere a toda la comunidad pues no había presencia de otras especies en cantidad significativa en el rodal estudiado. Por otra parte, mientras las 13.0 ton ha⁻¹ estimadas para **Ch. tenuiflora** representan la mayor parte de la biomasa del sotobosque, sólo constituye una fracción pequeña de la biomasa total de los bosques de **N. betuloides- N. pumilio** en Antillanca.

Producción anual de materia seca

La caída anual de hojas en un cañaveral de **Ch. culeou** en San Pablo alcanza 4.27 ton ha⁻¹ la cual si se suma a la biomasa en pie de los culmos de un año indica una producción anual total de culmos nuevos y follaje en las parcelas 1 y 2 de 10.0 y 11.4 ton ha⁻¹, respectivamente. **Ch. culeou** produce culmos "falsos" que alcanzan una altura de menos de 20 cm antes de morir dentro de pocos días o semanas, desde su aparición en la superficie del suelo. Como no se ha considerado el crecimiento de esos culmos falsos, estas cifras son subestimaciones de la producción primaria neta en pie de un rodal de **Ch. culeou**. Similarmente un pequeño desarrollo posterior de follaje en culmos más viejos no fue medido directamente, sin embargo se encuentra representado en las 4.27 ton ha⁻¹ de follaje caído.

En Antillanca la producción primaria neta no pudo ser estimada para la sinusia de **Ch. tenuiflora** porque no se midió la caída del follaje. Sin embargo en un bosque similar 90 km más al norte, donde la densidad de culmos es de 30% de la de Antillanca, la caída anual del follaje de **Ch. tenuiflora** fue 0.05 ton ha⁻¹. No obstante, la magnitud general de la producción primaria neta aérea queda sugerida por el crecimiento de culmos nuevos de 1.0 ton ha⁻¹ en el sotobosque de Antillanca.

Los resultados de los conteos de culmos efectuados en 1977 p 1978, se encuentran represen-

tados en la tabla 4. Las diferencias entre los números promedios de culmos por cuadrado de 1 x 1 m, no son estadísticamente significativas, no se pudieron detectar diferencias entre los diámetros promedios de culmos de 1977 a 1978.

DISCUSION

La biomasa en pie y producción primaria neta mucho más elevada de **Ch. culeou** en comparación con **Ch. tenuiflora**, está relacionada con las diferencias de tamaño específicas y de habitat. Si bien las densidades de culmos de esas dos especies en los rodales estudiados no difiere mucho, **Ch. culeou** produce culmos de un largo igual a tres veces el largo máximo de **Ch. tenuiflora** y diez veces su peso seco promedio. Además el rodal estudiado de **Ch. culeou** se desarrolla en terreno sin bosque, mientras que el análisis de fotografías hemisféricas del dosel de copas sobre el sitio de Antillanca indica que el sotobosque de **Ch. tenuiflora** se desarrolla bajo un porcentaje de 35.3 + 2.0 E.S. de la luminosidad total durante el período vegetativo. Las temperaturas más bajas y el período vegetativo más corto, asociado con la mayor altitud de Antillanca contribuye adicionalmente a las diferencias específicas observadas. Similarmente, el suelo más delgado en Antillanca puede ser un factor importante de la restricción del crecimiento.

OSHIMA (1961) señaló biomazas en pie de 14.08 114.76 ton ha⁻¹ para cuatro especies bambuceas japonesas del género **Sasa**. A pesar que todos los rodales estudiados por Oshima cre-

cían en terreno sin bosques, el valor más bajo es comparable con la biomasa en pie de **Ch. tenuiflora** en el sotobosque del bosque mixto de **Nothofagus** en Antillanca. El valor más alto que él señala, proviene de un rodal de **S. kurilensis** Makino y Shibata con una altura media de 3.25-3.30 m o sea cerca de 1.5-2.0 m menor que la altura media del rodal de **Ch. culeou** estudiado en San Pablo. La biomasa en pie de **Arundinaria alpina** K. Schum en el altiplano de Kenia, que alcanza alturas máximas de 20 m, son aproximadamente 100 ton ha⁻¹ (WIMBUSH, 1945). A pesar que **Ch. culeou** es relativamente pequeña en comparación con muchas bambuceas, la biomasa en pie de 156-162 ton ha⁻¹ estimada para un cañaveral en San Pablo es mayor que el rango inferior de valores señalados para muchos bosques y es varias veces los valores medios para sabanas y matorrales (WHITTAKER, 1975). La estimación de la producción primaria neta en pie anual de 10 - 11.4 ton ha⁻¹ para rodales de **Ch. culeou** se encuentra entre los valores medios indicados para bosques boreales y bosques templados (WHITTAKER, 1975).

AGRADECIMIENTOS

Damos las gracias a J. Becker y M. Mautz por su ayuda en el terreno y a A. Veblen por su contribución en muchos aspectos de esta investigación. Agradecemos al Centro Experimental Forestal de la Universidad Austral por el financiamiento de este trabajo y al Smithsonian-Peace Corps Environmental Program por su apoyo.

TABLA N° 1

Ecuaciones de regresión para estimar pesos secos (gr) de culmos, hojas y vainas de Chusquea culeou basadas en longitud total (cm) y diámetros de culmos (mm) a 1 m y a 2 m sobre el suelo.

Variable independiente (X)	n	Ecuación de regresión	E.E. de la estimación	Coefficiente de determinación (R ²)
Culmos < 1 año edad				
Peso total (Y)				
Diámetro a 1 m	28	Y - 315.9 + 38.1 X	117.1	.84
Diámetro a 2 m	27	Y - 120.5 + 36.2 X	117.2	.84
Largo total	28	Y - 357.6 + 1.7 X	97.1	.89
Diámetro a 1 m	28	log _e Y - 0.929 + 2.273 log _e X	87.8	.91
Diámetro a 2 m	27	log _e Y - 2.664 + 1.173 log _e X	105.6	.87
Largo total	28	log _e Y - 10.884 + 2.739 log _e X	101.4	.88

n = número de culmos medidos y pesados.

		Peso de culmo (Y)			
Diámetro a 1 m	28	Y — 313.7 + 37.5	X	115.6	.84
Diámetro a 2 m	27	Y — 121.9 + 35.6	X	115.8	.84
Largo total	28	Y — 356.2 + 1.7	X	95.9	.89
Diámetro a 1 m	28 log _e	Y — 1.084 + 2.313 log _e	X	91.4	.90
Diámetro a 2 m	27 log _e	Y — 2.549 + 1.205 log _e	X	104.3	.87
Largo total	28 log _e	Y — 11.294 + 2.801 log _e	X	100.	.88
		Peso de hojas y vainas			
Diámetro a 1 m	28	Y — 2.0 + 0.6	X	3.8	.55
Diámetro a 2 m	27	Y — 1.5 + 0.5	X	4.1	.49
Largo total	28	Y — 1.2 + 0.1	X	4.3	4.3
Diámetro a 1 m	28 log _e	Y — 1.837 + 1.333 log _e	X	3.5	.63
Diámetro a 2 m	27 log _e	Y — 0.506 + 0.583 log _e	X	4.3	.43
Largo total	28 log _e	Y — 6.565 + 1.416 log _e	X	4.1	.48
Culmos > 1 año edad					
		Peso total (Y)			
Diámetro a 1 m	33	Y — 1017.9 + 103.1	X	471.9	.78
Diámetro a 2 m	30	Y — 812.1 + 111.8	X	362.1	.87
Largo total	33	Y — 1281.6 + 5.3	X	492.2	.76
Diámetro a 1 m	33 log _e	Y — 1.432 + 1.44 log _e	X	461.1	.79
Diámetro a 2 m	30 log _e	Y — 1.817 + 1.759 log _e	X	200.8	.96
Largo total	33 log _e	Y — 7.888 + 2.384 log _e	X	461.1	.79
		Peso de culmos (Y)			
Diámetro a 1 m	33	Y — 944.5 + 91.1	X	427.8	.77
Diámetro a 2 m	30	Y — 787.1 + 100.0	X	309.0	.88
Largo total	33	Y — 1216.4 + 4.8	X	408.8	.79
Diámetro a 1 m	33 log _e	Y — 0.751 + 1.892 log _e	X	399.0	.80
Diámetro a 2 m	30 log _e	Y — 1.342 + 1.852 log _e	X	178.4	.96
Largo total	33 log _e	Y — 9.714 + 2.645 log _e	X	367.8	.83
		Peso de hojas y vainas (Y)			
Diámetro a 1 m	33	Y — 69.0 + 11.9	X	109.3	.47
Diámetro a 2 m	30	Y — 18.1 + 11.5	X	117.5	.40
Largo total	33	Y — 59.6 + 0.5	X	112.9	.33
Diámetro a 1 m	33 log _e	Y — 1.222 + 1.233 log _e	X	99.6	.56
Diámetro a 2 m	30 log _e	Y — 1.269 + 1.316 log _e	X	89.7	.65
Largo total	33 log _e	Y — 4.025 + 1.463 log _e	X	114.3	.42

TABLA N° 2

Ecuaciones de regresión para estimar pesos secos (0.1 gr) de culmos, hojas y vainas de *Chusquea tenuiflora* basadas en longitud total (cm) y diámetro de culmo (mm) en la base del culmo y a 1 m sobre el suelo.

Variable independiente (X)	n	Ecuación de regresión	E.E. de la estimación	Coefficiente de determinación (R ²)
Culmos < 1 año edad				
Peso total (Y)				
Diámetro a 1 m	12	Y — 64.7 + 71.5	X 110.5	.76
Diámetro en base	15	Y — 278.4 + 51.4	X 155.8	.52
Largo total	15	Y — 340.5 + 3.8	X 119.0	.72

n = número de culmos medidos y pesados.

Diámetro a 1 m	12 loge	Y	3.398 + 1.354 loge	X	108.1	.77
Diámetro en base	15 loge	Y	— 0.543 + 2.520 loge	X	123.2	.70
Largo total	15 loge	Y	— 7.093 + 2.443 loge	X	127.2	.68

Peso de culmo (Y)

Diámetro a 1 m	12	Y	42.2 + 36.0	X	116.7	.42
Diámetro en base	15	Y	— 278.4 + 51.8	X	147.6	.53
Largo total	15	Y	— 324.6 + 3.6	X	115.9	.71
Diámetro a 1 m	12 loge	Y	3.828 + 0.894 loge	X	122.6	.36
Diámetro en base	15 loge	Y	0.055 + 2.146 loge	X	141.2	.57
Largo total	15 loge	Y	— 3.392 + 1.655 loge	X	173.6	.35

Peso de hojas y vainas (Y)

Diámetro a 1 m	12	Y	2.1 + 2.9	X	11.4	.33
Diámetro en base	15	Y	0.1 + 1.6	X	12.6	.13
Largo total	15	Y	— 15.9 + 0.2	X	8.9	.57
Diámetro a 1 m	12 loge	Y	1.328 + 0.794 loge	X	12.1	.24
Diámetro en base	15 loge	Y	— 0.361 + 1.226 loge	X	12.2	.19
Largo total	15 loge	Y	— 7.270 + 1.932 loge	X	9.5	.50

Culmos > 1 año
edad

Peso total (Y)

Diámetro a 1 m	25	Y	— 11.7 + 129.2	X	196.6	.81
Diámetro en base	28	Y	— 899.0 + 145.4	X	247.8	.69
Largo total	28	Y	— 628.1 + 8.0	X	266.7	.64
Diámetro a 1 m	25 loge	Y	5.080 + 0.843 loge	X	191.3	.82
Diámetro en base	28 loge	Y	1.457 + 2.063 loge	X	239.4	.71
Largo total	28 loge	Y	3.016 + 1.844 loge	X	231.0	.73

Peso de culmo (Y)

Diámetro a 1 m	25	Y	— 34.6 + 97.8	X	134.8	.84
Diámetro en base	28	Y	— 713.8 + 111.2	X	171.1	.73
Peso total	28	Y	— 490.6 + 6.0	X	192.0	.66
Diámetro a 1 m	25 loge	Y	4.581 + 0.937 loge	X	138.9	.83
Diámetro en base	28 loge	Y	0.690 + 2.246 loge	X	167.9	.74
Largo total	28 loge	Y	— 3.532 + 1.879 loge	X	192.0	.66

Peso de hojas y vainas (Y)

Diámetro a 1 m	25	Y	23.4 + 31.4	X	87.7	.56
Diámetro en base	28	Y	— 185.1 + 34.2	X	100.3	.43
Largo total	28	Y	— 137.5 + 2.0	X	99.4	.44
Diámetro a 1 m	25 loge	Y	4.014 + 0.682 loge	X	104.1	.38
Diámetro en base	28 loge	Y	0.742 + 1.782 loge	X	111.9	.29
Largo total	28 loge	Y	— 5.108 + 1.988 loge	X	96.7	.47

TABLA N° 3

Biomasa en pie (ton ha⁻¹) de *Chusquea culeou* y *Ch. tenuiflora* 1977-78*

Ch. culeou	Hojas y vainas	Culmos	Biomasa total en pie
Parcela 1			
Culmos < 1 año edad	0.12	5.57	5.73
Culmos > 1 año edad	25.99	124.96	155.95
Total culmos	26.11	130.53	161.68
Parcela 2			
Culmos < 1 año edad	0.14	6.95	7.15
Culmos > 1 año edad	23.88	120.40	148.72
Total culmos	24.02	127.35	155.87
Ch. tenuiflora			
Culmos < 1 año edad	0.05	0.72	1.00
Culmos > 1 año edad	3.49	8.63	12.03
Total culmos	3.54	9.35	13.03

* Los cálculos están descritos en el texto.

TABLA N° 4

**Número de culmos de *Ch. culeou* y *Ch. tenuiflora* en las parcelas permanentes
Marzo 1977 y Marzo 1978.**

Ch. culeou	Marzo 1977	Marzo 1978
Parcela 1 (25 m²)		
Culmos < 1 año edad	44	30
Culmos > 1 año edad	506	437
Total culmos	550	467
Parcela 2 (50 m²)		
Culmos < 1 año edad	70	73
Culmos > 1 año edad	848	721
Total culmos	918	794
Ch. tenuiflora (75 m²)		
Culmos < 1 año edad	—	197
Culmos > 1 año edad	—	1568
Total culmos	1804	1765

R E F E R E N C I A S

- ANDERSON, M.C. (1964): Studies of the woodland light climate. I. The photographic computation of light conditions. **Journal of Ecology**, 52: 27-41.
- ATTIWILL, P.W., OVINGTON, J.D. (1968): Determination of forest biomass. **Forest Science**, 14: 13-15.
- BASKEWILLE, G.L. (1965): Dry matter production in immature für stands. **Forest Science Monographs**, 9: 1-42.
- BURSCHEL, N.P., GALLEGOS, G.C., MARTINEZ, M.O. y MOLL, W. (1976): Composición y dinámica regenerativa de un bosque virgen mixto de Raulí y Coigüe. **Bosque**: 1(2): 55-74.
- GUNCKEL, L.H., (1948): La floración de la quila y del colihue en la Araucanía, **Ciencia e Investigación** (Buenos Aires). 4:91-95.
- HARPER, J.L. (1967): A Darwinian approach to plant ecology. **Journal of Ecology**, 55: 247-70.
- HIDALGO, O. (1978): Nuevas técnicas de construcción con bambú. Ed. Técnicos Colombianos, Colombia.
- HOSSEUS, C.K. (1915): Las cañas de bambú en las cordilleras del sur. **Boletín del Ministerio de Agricultura**, (Buenos Aires), 19: 195-208.
- HUBERMAN, M.A. (1959): Bamboo silviculture. **Unasyuva**, 13:36-43.
- KIRA, T. and SHIDEI, T. (1967): Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems of the Western Pacific. **Japanese Journal of Ecology**, 17: 70-87.
- McCLURE, F.A. (1966): The Bamboos: A Frech Perspective. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- McCLURE, F.A. (1973): Genera of bamboos native to the New World (Gramineae: Bambusoideae). **Smithsonian Contributions to Botany**, 9.
- NEWBOULD, P.J. (1967): Methods for Estimating the Primary Production of Forests. International Biological Programme Handbook N° 2 Blackwell, Oxford.
- OSHIMA, Y. (1961): Ecological studies of Sasa communities. I. Productive structure of some Sasa communities in Japan. **Botanical Magazine** (Tokyo), 74: 199-210.
- PARODI, R.L. (1945): Sinopsis de las gramíneas chilenas del género **Chusquea**. **Revista Universitaria** (Universidad Católica de Chile), 30: 61-71.
- PUTNEY, A.D. (1970): **Plan de manejo y desarrollo del Parque Nacional Puyehue**. Corporación Nacional Forestal de Chile, Osorno.
- REICHE, K. (1934): **Geografía Botánica de Chile**. Imprenta Universitaria, Santiago.
- SCHLATTER, J.E. (1977): La relación entre suelo y plantaciones de **Pinus radiata** D.Don en Chile central, análisis de la situación actual y planteamientos para su futuro manejo. **Bosque**, 2: 12-31.
- UEDA, K. (1960): Studies on the physiology of bamboo with reference to practical application. **Bulletin of the Kyoto University Forests**, 30.
- VEBLEN, T.T., ASHTON, D.H., SCHLEGEL, F.M. y VEBLEN, A.T., (1978): Influencia de un bosque de protección mixto perenni-caducifolio sobre el estrato arbustivo herbáceo en la Cordillera de los Andes, Provincia Osorno. **Bosque**, 2(2): 88-104.
- WHITTAKER, R.H. (1975): **Communities and Ecosystems**, 2nd edn. Mac Millan and Collier-Mac Millan, New York and London.
- WILL, G.M. (1964): Dry matter production and nutrient uptake by **Pinus radiata** in New Zealand. **Commonwealth Forestry Review**, 43: 57-70.
- WIMBUSH, S.H. (1945): The African alpine bamboo. **Empire Forestry Journal**, 24: 33-39.
- ZAVITKOVSKI, J., (1976): Ground vegetation biomass, production, and efficiency of energy utilization in some northern Wisconsin forest ecosystems. **Ecology**, 57: 694-706.