

Productividad de *Populus deltoides* en Argiudoles y Hapludoles de la Pampa Húmeda. Relación con índices indirectos de sitio

*Productivity of Populus deltoides in Argiudolls and Hapludolls of the Pampa Húmeda.
Relationship with sites indirect indexes*

Esteban Baridón¹, Raúl Marlats¹, Jorge Lafranco¹ y Andrea Pellegrini¹

Recibido en marzo de 2005; aceptado en marzo de 2005

RESUMEN

El objetivo del trabajo consistió en evaluar el efecto de Argiudoles Típicos y Hapludoles Típicos de la Pampa húmeda, Argentina, sobre la productividad de *Populus deltoides* cv. "Harvard". Los suelos seleccionados constituyen más del 20% del área de la Pampa Húmeda. Se realizó una prospección de rendimientos útiles en Mg.ha-1 de 1000 ha implantadas en los dos tipos de suelos mencionados. Se caracterizaron los suelos y analizaron físico-químicamente. La caracterización edáfica se realizó mediante la apertura de calicatas en las que se describieron los perfiles y se tomaron muestras para determinaciones analíticas de laboratorio; con los datos se estimó la capacidad de uso forestal utilizando la metodología de Lafranco et al., (1996). Los datos obtenidos en las parcelas muestrales fueron analizados con estadística descriptiva y comparados mediante ANOVA. Las plantaciones establecidas sobre los Argiudoles Típicos y Hapludoles Típicos de la prueba no presentaron diferencias de productividad, aún considerando distintos turnos de corta. El método utilizado resultó coincidente con el indicador biológico en cuanto a la elevada aptitud potencial de ambas estaciones. No obstante se discriminaron potencialidades productivas entre los suelos que no fueron demostradas por el indicador biológico. El clon *Populus deltoides* cv. "Harvard" (I-63/51), resultaría ser lo suficientemente "estable" para mantener sus niveles de productividad en ambos suelos, a pesar de las diferencias edáficas encontradas.

Palabras clave: *Populus deltoides*, productividad, índice edáfico, Argiudoles, Hapludoles.

ABSTRACT

The aim of the paper was to evaluate the effect of Typic Argiudolls and Typic Hapludolls in the Pampa Húmeda, Argentina, on productivity of *Populus deltoides* cv "Harvard". The selected soils constitute more than 20 % of the "Pampa Húmeda" area. A prospective study for useful yield in Megagram/hectare was performed throughout 1,000 implanted hectares in both types of soils. They were also characterized and physico-chemically identified. The edaphical characterization was carried out by pit opening, out of which profiles were described and samples taken for analytical determinations. These data were used to estimate the forestry use capacity using the Lafranco et al methodology (1996) Data obtained in the sample plots were analyzed with descriptive statistics and compared by means of ANOVA. Established plantations of the study on Typic Argiudolls and Typic Hapludolls of the sample showed no differences in productivity, even taking into account different rotation lengths. Both the methods used and the biological indicators coincided with regard to the high potential aptitude of both stations. However, productivity potential that remained unrevealed using the biological indicators were discriminated between samples. It was concluded that the *Populus deltoides* cv. "Harvard" (I-63/51) clone would be "stable" enough to maintain its productivity levels in both soils in spite of the edaphic differences found.

Key words: *Populus deltoides*, productivity, edaphic index, Argiudolls, Hapludolls.

¹ Departamento de Ambiente y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Calle 60 y 119 s/n. CC. 31. La Plata CP: 1900. Buenos Aires.

1. INTRODUCCIÓN

La definición de la potencialidad productiva de un sitio, para una especie forestal determinada, es una meta importante para el desarrollo regional de la silvicultura. Trower (1989) estableció que calidad de estación es la capacidad de los suelos forestales para el cultivo de los árboles. La misma puede determinarse utilizando métodos directos o indirectos de evaluación. Según Clutter (1983), los métodos directos utilizan alguna característica de los individuos de la especie de interés cuando crecen en la estación bajo estudio; una incuestionablemente apreciable para el productor es el rendimiento útil, expresado en volumen o peso, por unidad de superficie. Los métodos indirectos, en cambio, evalúan la calidad de estación a través de los factores del medio ambiente como ser suelo, clima y vegetación natural. Daniel et al. (1982) definen la calidad de sitio o calidad de estación como la suma de factores ambientales tales como características de su perfil edáfico: profundidad del suelo; textura; composición mineral; forma, longitud y exposición de las pendientes; especies vegetales que cubren el suelo. El carácter predictivo de los métodos indirectos permitiría instalar cultivos en regiones con potencial capacidad de producción donde no se cuentan con los antecedentes forestales o son escasos. Luego debería cumplirse con la convalidación, verificando con la respuesta biológica la precisión del pronóstico indirecto, lo que se lograría a largo plazo. En tal sentido, determinar los niveles de productividad de distintos suelos, brindaría una herramienta de referencia que contrastaría metodologías indirectas, como índices edáficos, para estimar la calidad de estación (Carmean 1996).

Los suelos Argiudoles Típicos y Hapludoles Típicos abarcan aproximadamente unos 12 millones de has. en la Pampa Húmeda argentina (Godagnone et al., 2002); en ellos existen establecimientos forestales que suministran materia prima a la industria papelera más importante del país (Achinelli et al., 2004). Estudios realizados por Marlats et al. (1996) determinaron que la actividad forestal en la región, integrada a las monoculturas tradicionales, constituía una alternativa de diversificación productiva. La predicción de los rendimientos mediante índices edáficos sería, por lo tanto, un dato importante para decidir las inversiones aumentando las superficies implantadas. Así mismo, la inclusión del concepto de estabilidad genética (Marlats et al., 2003) en la selección clonal, hace fundamental conocer el grado de mantenimiento de los valores de productividad en diferentes tipos de suelos.

El objetivo del trabajo consistió en evaluar la calidad de sitio mediante un índice de aptitud potencial para el clon de *Populus deltoides* cv “Harvard” (I-63/51) en Argiudoles Típicos y Hapludoles Típicos de la Pampa Húmeda.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un establecimiento forestal del Partido de Alberti, Buenos Aires, Argentina (34° 50' Lat. Sur; 60° 30' Long. Oeste; 55 m snm)

La geomorfología del área se corresponde con un paisaje de llanura suavemente ondulada desarrollada a partir de la remodelación eólica de sedimentos loesicos depositados en el período Cuaternario.

El clima, para una serie histórica de 10 años, coincidente con la época del ensayo, se caracterizó por: 16,5°C de temperatura media anual, 30°C de temperatura media del mes mas cálido, 18 días anuales con heladas y precipitación media de 930 mm/año.

A partir de 1.000 ha implantadas, se evaluó el rendimiento del clon *Populus deltoides* cv. “Harvard” (I-63/51) con el relevamiento de 37 parcelas muestrales distribuidas al azar en dos suelos: Argiudol Típico y Hapludol Típico (Soil Taxonomy, 1999).

A) Caracterización de los suelos

La caracterización edáfica se realizó mediante la apertura de 4 calicatas en las que se describieron morfológicamente los perfiles y se tomaron 4 muestras de cada horizonte determinado. La uniformidad areal de la expresión edáfica se evaluó mediante 10 prospecciones con barreno, para cada suelo estudiado.

Las muestras de suelo se analizaron física y químicamente: textura -hidrómetro de Bouyoucos- (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca 1996); pH (suelo:agua 1:2,5; determinación potenciométrica), carbono total, nitrógeno total (micro-Kjeldahl), P extractable (Bray-Kurtz N° 1), (PROMAR, 1991); capacidad de intercambio catiónico -CIC- (Acetato de amonio 1N, pH 7) y cationes intercambiables: Ca²⁺ y Mg²⁺, quelometría con EDTA y Na y K, fotometría de llama (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca 1990).

B) Capacidad de uso de los suelos considerados

La estimación de la capacidad de uso forestal para *Populus deltoides*, se realizó utilizando la metodología de Lanfranco et al., (1996) a partir de la cual se determinaron los Índices de Aptitud Potencial en cada estación. Esta metodología designa índices de aptitud mediante un código compuesto, generalmente, por tres símbolos:

Primer símbolo: número que indica la productividad potencial específica a un turno del sitio dado, según 5 clases de aptitud. Los factores de la productividad potencial del suelo, la expresión de las limitaciones y su relación con su posibilidad de habilitación se cuantifican mediante parámetros geomorfológicos y edáficos a los que se les asigna un puntaje (Tabla 3). Los mismos se refieren principalmente al abastecimiento de la fertilidad teniendo en cuenta, en particular, las condiciones de drenaje, impedimentos físicos o químicos que limitan la profundidad efectiva del suelo, propiedades del horizonte superficial (profundidad, textura y color) y del horizonte subsuperficial (textura). La suma de los valores correspondientes a estos parámetros se modifica en base a la incidencia de factores antrópicos, de manejo e infraestructura, y de condición climática. El valor total de rango expresado en puntaje varía de 0 a 100 puntos y se expresa en categorías..

- 1: Indica muy alta aptitud potencial (80 a 100 puntos)
- 2: Indica alta aptitud potencial (de 60 a 80 puntos)
- 3: Indica moderada aptitud potencial (de 40 a 60 puntos)
- 4: Indica baja aptitud potencial (de 20 a 40 puntos)
- 5: Indica muy baja aptitud potencial (menos de 20 puntos)

Segundo símbolo: letra minúscula que expresa uno o más rasgos de limitaciones o riesgos inherentes al suelo, cuyo listado no es limitado y el orden de prioridades se establece para cada región.

Tercer símbolo: número que indica como información adicional la aptitud del suelo, a un número de especies climáticamente adaptadas por orden creciente de restricciones:

- 1: Suelos aptos para una amplia gama de especies climáticamente adaptadas;
- 2: Suelos aptos para una moderada gama de especies climáticamente adaptadas;
- 3: Suelos aptos para una estrecha gama de especies climáticamente adaptadas;
- 4: Suelos aptos sólo para alguna especie climáticamente adaptada.

C) Rendimientos:

En cada unidad de suelo se distribuyeron al azar parcelas en las cuales se determinaron los rendimientos por medio de los registros de las cosechas de madera útil en Mg/ha, a diferentes turnos de corta, en plantaciones comerciales con un espaciamiento de 3,5 m por 2,7 m (1058 árboles por hectárea).

Los datos obtenidos en las parcelas muestrales fueron analizados con estadística descriptiva. Las medias de rendimientos y turnos de corta, para cada suelo, fueron comparadas mediante prueba de "t". Se realizó un ANOVA multifactor para evaluar rendimientos en función de los suelos y el turno de corta como covariable; utilizando en este caso el test de Tuckey para comparar las medias.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a- Caracterización edáfica de las unidades suelo

a.1. Argiudol Típico: descrito en una posición de media loma alta, relieve normal, pendiente no mayor al 1 %, 100% de cobertura vegetal. Es un suelo moderadamente bien drenado, permeabilidad moderada, con escurrimiento medio a lento.

Descripción morfológica

Ap (0-25 cm); gris muy oscuro en húmedo (10 YR 3/1); franco; estructura migajosa, fina, moderada; ligeramente duro en seco; friable en húmedo; no plástico y no adhesivo en mojado; raíces abundantes; límite inferior claro y suave.

Bt (25-45 cm); castaño grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 3/2); franco; estructura en bloques subangulares, medios, fuertes; firme en húmedo; barnices comunes; raíces comunes; límite inferior claro y suave

BC (45-66 cm); castaño amarillento oscuro en húmedo (10 YR 3/4); franco; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; friable en húmedo; barnices escasos; raíces comunes; límite inferior gradual y suave

CB (66-90 cm); castaño oscuro en húmedo (10 YR 3/3); franco; estructura en bloques medios, débiles a masivo; friable en húmedo; raíces escasas; límite inferior claro y suave

C (90-190 cm); castaño grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 4/4); franco arenoso; masivo; friable en húmedo; raíces escasas.

Tabla 1. Descripción analítica del Argiudol Típico.

Perfil representativo.	Ap	Bt	BC	CB	C
Profundidad (cm)	0-25	25-45	45-66	66-90	90-190
Materia orgánica (%)	3,5	1,7	1,2	0,75	-
Carbono orgánico (%)	2,05	1	0,7	0,44	-
Nitrógeno total (%)	0,18	0,10	0,09	0,06	-
Relación C/N	11	10	-	-	-
P (mg.kg ⁻¹)	11,6	10,5	-	-	-
Arcilla < 2 (µm) (%)	20	24,5	18,5	15	6,7
Limo 2-50 (µm) (%)	42	35,7	41,5	39,4	34,8
Arena (%)	38	39,8	40	45,6	58,5
Calcáreo, CaCO ₃ %	-	-	-	-	-
pH (1: 2,5)	5,6	5,7	6,2	6,5	7,4
Cationes de intercambio (Cmol _c .kg ⁻¹)					
Ca ²⁺	11,7	11	10	8	7,8
Mg ²⁺	3	3,4	3	2,7	2,7
Na ⁺	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
K ⁺	1,6	1,1	1,1	0,8	1,2
Suma de bases (S) (Cmol _c .kg ⁻¹)	16,5	15,7	14,3	11,7	11,9
CIC (T) (Cmol _c .kg ⁻¹)	20,2	18,4	16,3	15,2	13,8
Saturación de bases (V=S/T) %	82	85	88	77	86
PSI (Na / T. 100) (%)	1	1,08	1,2	1,3	1,4

a.2. Hapludol Típico: en posición de media loma, relieve normal, suavemente ondulado, con pendientes que no superan el 1 %; cobertura vegetal del área del 100 %. Es un suelo de permeabilidad moderadamente rápida, escurrimiento lento y drenaje moderadamente rápido.

Descripción morfológica.

Ap (0-20 cm); castaño grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 3/2); franco; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; ligeramente duro en seco; friable en húmedo; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo en mojado; raíces abundantes; límite inferior claro y suave.

Bw (20-40 cm); negro en húmedo (10 YR 2/1); franco a franco arenoso; estructura en bloques subangulares, medios, fuertes; ligeramente duro en seco; friable en húmedo; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo en mojado; raíces abundantes; límite inferior claro y suave.

BC (40-60 cm); castaño oscuro en húmedo (10YR 3/3); franco arenoso; estructura en bloques subangulares, medios débiles a masivo; duro en seco; friable en húmedo; no plástico y no adhesivo en mojado; raíces comunes; límite inferior gradual y suave.

C (60 +180 cm); castaño amarillento oscuro en húmedo (10 YR 3/4); franco arenoso; masivo; duro en seco; friable en húmedo; no plástico y no adhesivo en mojado; raíces escasas.

Tabla 2. Descripción analítica del Hapludol Típico.

Perfil representativo.	Ap	Bw	BC	C
Profundidad (cm)	0-20	20-40	40-60	60 +180
Materia orgánica (%)	2,0	2,2	1,3	-
Carbono orgánico (%)	1,2	1,3	0,7	-
Nitrógeno total (%)	0,1	0,1	0,1	-
Relación C/N	9,9	11,3	-	-
P (mg.kg-1)	10,8	9,8	-	-
Arcilla < 2 (µm) (%)	17,6	19,6	19,6	19,6
Limo 2-50 (µm) (%)	32,0	28,0	26,0	24,0
Arena (%)	50,4	52,4	54,4	56,4
pH (1:2,5)	6,6	6,6	6,7	6,7
Cationes de intercambio (Cmolc.kg-1)				
Ca ⁺⁺	8,6	7,2	7,0	7,4
Mg ⁺⁺	1,9	2,3	2,7	3,2
Na ⁺	0,4	0,3	0,5	0,5
K ⁺	1,8	1,6	1,6	0,9
Suma de bases (S)	12,7	11,4	11,8	12
CIC (T) (Cmolc.kg-1)	13,8	12,0	13,3	13,3
Saturación de bases (V=S/T) (%)	91,6	95,9	88,9	91
PSI (Na/T.100) (%)	2,9	2,9	3,8	3,8

Ambos suelos poseen condiciones físicas y químicas favorables para el crecimiento de una amplia gama de especies forestales. En el Argiudol Típico se observaron procesos de iluviación de arcillas que condicionan la existencia de un horizonte diagnóstico Argílico, resaltando que la potencia del mismo es de baja intensidad. Si bien la relación de arcilla entre el horizonte A y el Bt es de 1,22, su contenido relativo en este último: 24,5 % no constituye, según la exploración radical, un impedimento mecánico al crecimiento de raíces. La presencia de un horizonte Argílico tiene efectos favorables sobre retención hídrica y genera una mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Comparando la capacidad de sostén biológico de ambos suelos se puede observar que el Argiudol Típico posee una estructura con un mejor grado organizativo, de agregados más finos y porosos, lo que se asocia al mayor contenido de materia orgánica.

b- Interpretación de la capacidad de uso de los suelos considerados

Los Índices de Aptitud Potencial resultantes de aplicar la metodología Lanfranco (op.cit.) indicaron diferencias de potencialidades productivas (Tabla 3), para los sitios evaluados.

Para el Argiudol Típico: se estimó una clase de aptitud 1.o.1. El primer símbolo, “1”, indica muy alta aptitud potencial, la “o” la ausencia de restricciones significativas y el tercer símbolo, “1”, la aptitud de uso para una amplia gama de especies climáticamente adaptadas.

Para el Hapludol Típico la clase estimada fue 2.o.1. El “2” indica alta aptitud potencial, mientras que el resto de la simbología es coincidente con la del suelo 1.

Según Baridón et al., (2001) es necesaria la validación por contraste biológico en un amplio espectro de suelos para poder aceptar en términos estrictos denominaciones como “muy alta aptitud potencial” y “alta aptitud potencial” utilizadas en la metodología de Lanfranco (op. cit.). Las mismas deberían ser interpretadas en términos relativos, es decir dentro del marco de contraste de la productividad potencial de dos suelos para la especie y clon evaluados.

Las diferencias de aptitud potencial entre las estaciones reflejan las propiedades de los suelos (Tablas 1 y 2). Estas se fundamentan mayormente en el contenido de materia orgánica

del horizonte superficial y la textura de los horizontes subsuperficiales; las que se extienden a distintas propiedades edáficas: infiltración, drenaje, estabilidad estructural, susceptibilidad a la erosión, capacidad de intercambio catiónico.

Tabla 3. Cálculo de índices de aptitud potencial

Factor	Característica	Puntos	Argiudol típico	Hapludol típico
ALTURA	Alto			
	Medianamente alto		X	X
	Bajo			
RELIEVE	Llano	0-10	9	9
	Ondulado	0-8		
	Muy ondulado	0-5		
DRENAJE	Mal drenado	0-8		
	Mod. bien drenado	8-16	16	
	Bien drenado	16-20		16
	Algo excesivamente drenado	8-16		14
	Excesivamente drenado	0-8		
PROFUNDIDAD EFECTIVA	0-50 cm	0-5		
	50-100 cm	5-10		
	100-150 cm.	10-15	15	15
LIMITANTE	Tosca		-	-
	Horizonte salino		-	-
	Horizonte nátrico		-	-
	Napa freática		-	-
	Roca		-	-
	Otro		-	-
SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN	No	8-10	9	
	Ligeramente	5-8		7
	Severamente	3-5		
	Muy severamente	0-3		
HORIZONTE SUPERFICIAL				
ESPESOR	Profundo (>20cm)	5-10	7	5
	Somero (20-10cm)	2-5		
	Superficial (0-10 cm)	0-1		
COLOR EN HUMEDO	Oscuros	8-10	9	8
	Medios	5-8		
	Claros	0-5		
TEXTURA	Fina	0-7		
	Media	7-10	10	7
	Gruesa	0-7		
HORIZONTE SUBSUPERFICIAL				
TEXTURA	Fina	0-7		
	Media	7-10	10	7
	Gruesa	0-7		
SUBTOTAL (1)			85	72
OBSERVACIONES				
MANEJO	Curvas de nivel / desagües	1-5%		
CONSERVACIONISTA (signo positivo)	Terrazas / canales	5-10%		
	Otros	0-10%		
CONDICION CLIMATICA (signo negativo)	Ligeras limitaciones	0-10%		
	Moderadas limitaciones	10-30%		
	Severas limitaciones	30-40%		
	Muy severas limitaciones	40-50%		
SUBTOTAL (2)			0	0
TOTAL (1+2)			85	72
INDICE DE APTITUD POTENCIAL			1.o.1	2.o.1

c. Rendimientos

Los rendimientos obtenidos en las parcelas de muestra se determinaron a distintos turnos de corta. El objeto fue analizar el efecto de las edades sobre los rendimientos en las unidades edáficas. La comparación de los rendimientos en las dos unidades edáficas, se realizó en primera instancia, sin considerar otros factores (Tabla 4). A partir de los valores de asimetría y kurtosis puede afirmarse que las distribuciones de datos se corresponden a distribuciones normales. Se realizó el test de Kolmogorov-Smirnov, que indicó un 75,13% de probabilidad en que estas distribuciones no difieran estadísticamente.

Tabla 4. Rendimiento por unidad edáfica

Unidad edáfica	Argiudol Típico (1)	Hapludol Típico (2)
N° de datos	18	19
Media (Mg.ha ⁻¹)	246,76	224,30
Varianza	10233,6	4637,38
Desvío standard (Mg.ha ⁻¹)	101,16	68,10
Mínimo (Mg.ha ⁻¹)	82,4	107,15
Máximo (Mg.ha ⁻¹)	398,9	319,38
Asimetría standard	0,47	-0,63
Kurtosis standard	-0,70	-0,80
Suma	4441,62	4261,76

Comparación de medias (Test de t)

Media Unidad 1 ≠ Media Unidad 2 t=0,796 P=0,431

Comparación de desvíos (Test de F)

Desvío Unidad 1 ≠ Desvío Unidad 2 F=2,206 P=0,105
 Desvío Unidad 1 > Desvío Unidad 2 F=2,206 P=0,052
 Desvío Unidad 1 < Desvío Unidad 2 F=2,206 P=0,947

Analizando los rendimientos obtenidos en las dos unidades edáficas se observa que no existen diferencias significativas entre ellas; no obstante la unidad Argiudol Típico presenta mayores desvíos respecto al rendimiento promedio que la unidad Hapludol Típico.

El análisis de las edades a las que se realizaron las cortas en las dos unidades edáficas, sin considerar los rendimientos obtenidos en cada una de ellas, se indica en la Tabla 5. Si bien los turnos de corta, en ambos casos siguen distribuciones normales, las mismas difieren estadísticamente (test de Kolmogorov-Smirnov p= 0,017).

Tabla 5. Análisis de las edades de corta por unidad edáfica

Unidad edáfica	Argiudol Típico (1)	Hapludol Típico (2)
N° de datos	18	19
Media (meses)	157,61	143,68
Varianza	508,72	170,67
Desvío standard (mese)	22,55	13,06
Mínimo (meses)	106	118
Máximo (meses)	193	171
Asimetría standard	-1,09	-0,42
Kurtosis standard	0,02	0,62
Suma	2.837	2.730

Comparación de medias (Test de t)

Media Unidad 1 \neq Media Unidad 2	$t=2,313$ $P=0,026$
Media Unidad 1 $>$ Media Unidad 2	$t=2,313$ $P=0,013$

Comparación de desvíos (Test de F)

Desvío Unidad 1 \neq Desvío Unidad 2	$F=2,980$ $P=0,026$
Desvío Unidad 1 $>$ Desvío Unidad 2	$F=2,980$ $P=0,013$

Las edades promedio de corta presentan diferencias significativas, al igual que los desvíos. En la Unidad 1 (Argiudol Típico) los aprovechamientos fueron realizados a un turno medio mayor, que en la Unidad 2 (Hapludol Típico).

Las diferencias, significativas entre las edades de aprovechamiento hacen necesario evaluar su incidencia sobre la potencialidad productiva de los sitios.

Como referencia a la calificación de alta aptitud potencial productiva de los sitios evaluados en este trabajo, se presentan los mencionados por Achinelli et al. (2004) que señala rendimientos para el mismo clon, a los 10 años de 180 a 190 Mg.ha⁻¹ en Morse y de 170 a 190 Mg.ha⁻¹ en 25 de Mayo, provincia de Buenos Aires, ambas localidades en pampa ondulada. Los mencionados rendimientos son menores a los registrados de 246 y 224 Mg.ha⁻¹ expresados en la Tabla 4 de rendimientos por unidad edáfica.

Las Figuras 1 y 2 representan los rendimientos medios de cada unidad edáfica y ANOVA de las mismas. Considerando sólo los rendimientos, las diferencias entre los rendimientos de los suelos resultan no significativas, obteniéndose los mayores valores en el Argiudol Típico (Figura 1). Al repetir el análisis incluyendo la edad de corta como covariable, las diferencias entre los rendimientos medios de cada suelo siguen resultando no significativas; sin embargo los mayores rendimientos corresponden al Hapludol Típico.

Figura 1. Rendimiento medio por unidad edáfica.

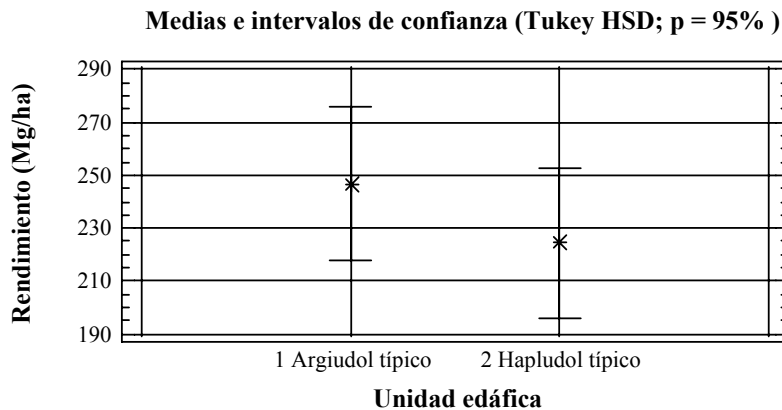
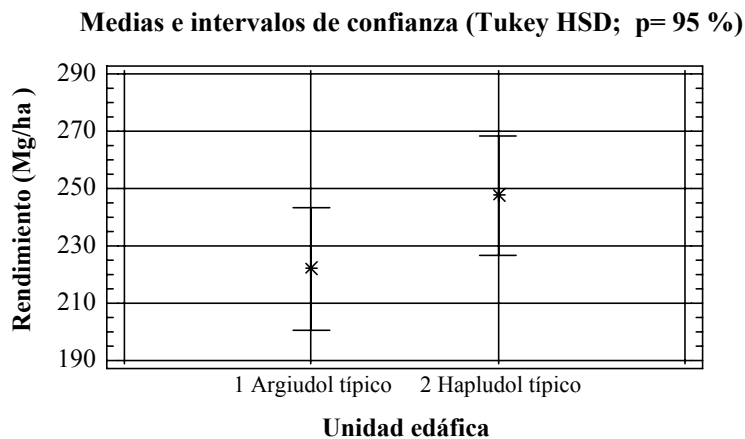


Figura 2. Rendimiento medio por unidad edáfica (Covariable: Turno de corta)

Letras iguales significan diferencias no significativas

Si bien el estimador indirecto utilizado señala diferencias en cuanto a la calidad de las estaciones, el contraste biológico, herramienta señalada por Carmean (1996) y aplicada por Baridón (2001), no convalida diferentes aptitudes entre las estaciones evaluadas para la especie y clon analizados. Si se aplicase el concepto de estabilidad genética en la selección clonal (Marlats et al., 2003), el cv “Harvard” mantiene el valor de sus rendimientos en las unidades de suelo analizadas.

4. CONCLUSIONES

Las plantaciones del clon de *Populus deltoides* establecidas sobre los Argiudoles típicos y Hapludoles típicos del ensayo no presentan diferencias de productividad, aún considerando distintos turnos de corta.

El método indirecto utilizado resulta coincidente con el indicador biológico en cuanto a la elevada aptitud potencial de ambas estaciones. No obstante discrimina potencialidades productivas entre los suelos que no son demostradas por el indicador biológico. El clon *Populus x deltoides* cv “Harvard” (I-63/51), resultaría ser lo suficientemente “estable” para mantener sus niveles de productividad en ambos suelos, a pesar de las diferencias edáficas.

REFERENCIAS

- Achinelli, F.G., Denegri, G. y Marlats, R.M. 2004. Evolución y perspectivas del cultivo de salicáceas en la pampa húmeda argentina. *SAGPyA Forestal*, 32:14- 23.
- Baridón, J.E., Lanfranco, J.W., Marlats, R.M y Vázquez, M. 2001. Evaluación de índices edáficos en la definición de calidad de sitio forestal para *Euclyptus camaldulensis* en Argiudoles y Argiacuoles. *Agric. Téc.(Chile)* 61:192-201.
- Carmean, W. H. 1996. Forest site quality estimation using forest ecosystem classification in North Western Ontario. Faculty of Forestry, Lakehead University, Ontario, Canadá. 39: 493- 508.
- Clutter, J., Fortson, J., Pienaar L., Bristen, G., Bailey R., 1983. Timber management: a quantitative approach. 331 p. Ed. J. Willey & Sons.
- Daniel, P.W., Helms V.E., Baker, F.S. 1982. Principios de Silvicultura. 492 p. 2da. Edición. McGraw-Hill, México.
- Godagnone, RE., H. Bertola, M. Ancarola. 2002. Mapa de suelos de la Argentina. Instituto Geográfico Militar. Escala 1:2.500.000
- INTA. 1992. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3560-21. Bragado. Escala 1:50.000.

- Lanfranco, J.W., R.M.Marlats, y E.Baridón. 1996. Definición de la calidad de sitio forestal para *Populus* sp. *Salix* sp. y *Eucalyptus camaldulensis* en rendoles e hidracuentes. Aplicación de índices edáficos. In XV° Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, La Pampa, Argentina. p. 263-264.
- Marlats, R.M., G. Denegri, O.E. Ansín y J.W. Lanfranco. 1996. Sistemas silvopastoriles: estimación de beneficios directos comparados con monoculturas en la Pampa Ondulada, Argentina. Revista Agroforestería ISSN 1022-7482 CATIE e ICRAF, Turrialba, Costa Rica, Año 2, (8) p. 20-25.
- Marlats, R.M., G.E. Senisterra, J.W. Lanfranco, J.L. Marquina, M.E. Vázquez. 2003. *Populus* spp: estabilidad y ganancia genética sobre la altura media dominante en tres ambientes de la pampa ondulada, Buenos Aires, Argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. ISSN 0370- 466. Aceptado para su publicación.
- PROMAR (Programa de métodos analíticos de referencia). 1991. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo - Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. pH, Carbono, Materia orgánica, Nitrógeno total, Fósforo extractable. Argentina. p. 27
- Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. 1990. SAMLA (Sistema de apoyo metodológico a los laboratorios de análisis) Capacidad de intercambio catiónico y cationes intercambiables. Argentina
- Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. 1996. SAMLA (Sistema de apoyo metodológico a los laboratorios de análisis) Física del suelo. Argentina
- Soil Taxonomy. 1999. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd ed. 869 p. Superintendent of Documents U.S. Government Printing.
- Trower J. S. 1989. Site Quality Evaluation Using Site Index. Silviculture Institute of British Columbia. p 11.

