****

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES**

**CURSO MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS**

**MATERIAL PRÁCTICO**

**INGENIERÍA FORESTAL**

***UNIDAD DIDÁCTICA D***

***D9: Fertilidad Química***

**2019**

# INDICE

[INDICE - 1 -](#_Toc500410533)

[PROBLEMA 1 - 1 -](#_Toc500410534)

[PARTE A - 1 -](#_Toc500410535)

EVALÚE [Y FUNDAMENTE - 1 -](#_Toc500410536)

[NIVELES DE RESPUESTA A LA APLICACIÓN TEMPRANA DE FERTILIZANTES (UREA-SFT) - 4 -](#_Toc500410537)

[PARTE B - 6 -](#_Toc500410538)

[RESPUESTA A LA APLICACIÓN TEMPRANA DE FERTILIZANTE FOSFORADOS EN TRES TIPOS DE SUELOS - 6 -](#_Toc500410539)

EVALÚE [Y FUNDAMENTE - 7 -](#_Toc500410540)

[PROBLEMA 2 - 7 -](#_Toc500410541)

[NIVELES RESPUESTA A APLICACIÓN TEMPRANA DE FERTILIZANTES EN LOTES CON QUEMA DE RESIDUOS - 9 -](#_Toc500410542)

EVALÚE [Y FUNDAMENTE - 10 -](#_Toc500410543)

# PROBLEMA 1

## PARTE A

Analice la conveniencia de realizar una fertilización con nitrógeno y/o fósforo sobre una plantación de *Eucalyptus globulus* en el SE de la Pcia de Buenos Aires sobre un suelo Argiudol típico de la Serie Balcarce.

### EVALÚE Y FUNDAMENTE

**1.** Los datos físico-químicos y morfológicos del perfil modal. Señale las principales limitaciones de la Serie Balcarce para uso agrícola-ganadero. Establezca su Aptitud Forestal. Compare los datos del perfil modal con los datos del lote.

La Serie Balcarce presenta como principales limitaciones la Profundidad Efectiva (Tosca a los 0,80m) y la Pendiente la cual lo hace suceptible a la E. Hidrica. Según USDA es IIIes de aptiud agrícola-ganadera (50%-50% o 40%-60%). El IP para uso agrícola-ganadero es del 63%. Es un suelo franco en superficie con altos valores de MO y Nt. Buenos valores de retención de agua (27%) lo cual compensa en alguna medida su profundidad efectiva en cuanto a la reserva estacional de humedad. Altos valores de CIC y saturación adecuada de cationes bivalentes. Las características locales del Lote de la plantación evidencian menores tenores de Ct y de Nt respecto al perfil modal, posiblemente por un uso más intensivo. El nivel de P puede considerarse medio a bajo para agricultura de cosecha. Respecto a la Aptitud Forestal **(Sistema de Evaluaciòn FAO APTITUD DE LAS TIERRAS PARA LA IMPLANTACIÓN DE BOSQUES. PROVINCIA DE MISIONES,** cuyos autores pertenecen a la EEA Montecarlo de INTA: Roberto A., Lupi Ana M. y Pahr Norberto M. por la Revista YVYRARETA (9 de octubre de 1990) es un Suelo A2s: Moderadamente Apto con limitaciones por profundidad efectiva y con requerimiento de alguna práctica de control del escurrimiento por E.hídrica potencial.

**2.** Si el manejo de la plantación es el adecuado y cuáles serían las prácticas de manejo de suelos recomendadas previas a una fertilización.

Las condiciones de la plantación son las adecuadas preparación del sitio - sistema químico sin quema de residuos - y control de malezas y hormigas,. Respecto a las prácticas dado el potencial peligro de E.hídrica deberían ser consideradas prácticas de control del escurrimiento como terrazas, desagües vegetados y canales de desvío.

**SERIE BALCARCE (Bal): Perfil Modal**

Es un suelo muy oscuro, moderadamente profundo y de aptitud agrícola, se encuentra en un paisaje de relieve suave a ondulado en posición de lomas y pendientes de la Subregión Sierras y Pedemonte del Sistema de Tandilia, bien drenado, formado en sedimentos loéssicos franco fino, no alcalino, no salino, pendiente 1 a 3 %.

Clasificación taxonómica: Argiudol Petrocálcico, Limosa Fina, mixta, moderadamente profunda, térmica ( Soil Taxonomy 2014). Argiudol Típico, Limosa fina, mixta, moderadamente somera, térmica (USDA-Soil Taxonomy V.1975).

Descripción del perfil típico: 4/963 C. Fecha de extracción de muestras: Junio de 1970

|  |  |
| --- | --- |
| ***Ap*** | 0-23 cm; negro (10YR 2/1) en húmedo; gris oscuro (10YR 4/1) en seco; franco; migajosa muy fina, moderada y granular fina; blando; muy friable; no plástico, ligeramente adhesivo; raíces abundantes; límite inferior claro, suave. |
| ***BA*** | 23-31 cm; pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en seco; franco arcillo arenoso; bloques subangulares medios moderados que rompe a granular; duro; muy friable; ligeramente plástico; ligeramente adhesivo; raíces comunes; límite inferior claro, suave. |
| ***Bt1*** | 31-54 cm; pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; pardo (7,5YR 5/1) en seco; franco arcilloso; prismas compuestos regulares, medios, moderados que rompe en prismas subangulares medios, débiles y finos; duro; muy firme; muy plástico, adhesivo; barnices “clayskins” abundantes; raíces escasas; límite inferior claro y suave. |
| ***Bt2*** | 54-70 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; pardo (7,5YR 5/4) en seco; franco arcilloso; prismas compuestos regulares medios, moderados que rompe en bloques angulares y subangulares, medios, moderados; muy duro; ligeramente firme; plástico, adhesivo; barnices "clayskins" comunes; límite inferior abrupto y ondulado. |
| ***2Ckkm*** | 70 cm a +; tosca en plancha. |

**Datos Analíticos:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **HORIZONTES** | **Ap** | **BA** | **Bt1** | **Bt2** | **2Ckkm** |
| Profundidad (cm) | 5-15 | 25-30 | 35-50 | 60-70 | 70 a + |
| Mat. orgánica (%) | 7,06 | 4,54 | 2,06 | 1,10 | NA |
| Carbono total (%) | 4,11 | 2,64 | 1,20 | 0,64 | NA |
| Nitrógeno (%) | 0,364 | 0,242 | 0,114 | 0,071 | NA |
| Relación C/N | 11 | 11 | 10 | 9 | NA |
| Arcilla < 2 µ (%) | 25,7 | 27,8 | 31,3 | 29,3 | NA |
| Limo 2-20 µ (%) | 13,0 | 12,1 | 15,5 | 13,6 | NA |
| Limo 2-50 µ (%) | 31,5 | 27,3 | 28,3 | 35,0 | NA |
| AMF 50-75 µ (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | NA |
| AMF 75-100 µ (%)  | 0 | 0 | 0 | 0 | NA |
| AMF 50-100 µ (%) | 41,6 | 43,2 | 39,0 | 34,8 | NA |
| AF 100-250 µ (%) | 1,2 | 1,7 | 1,4 | 0,9 | NA |
| AM 250-500 µ (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | NA |
| AG 500-1000 µ (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | NA |
| AMG 1-2 mm (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | NA |
| Calcáreo (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | NA |
| Eq.humedad (%) | 27,8 | 29,4 | 32,9 | 30,7 | NA |
| Re. pasta Ohms | 4370 | 5060 | 3634 | 3680 | NA |
| Cond. mmhos/cm | S/D | S/D | S/D | S/D | NA |
| pH en pasta | 5,8 | 6,3 | 6,5 | 6,7 | NA |
| pH H2O 1:2,5 | 7,0 | 7,4 | 7,4 | 7,8 | NA |
| pH KCL 1:2,5 | 5,5 | 5,9 | 6,1 | 6,0 | NA |
| CATIONES DE CAMBIO |
| Ca++ m.eq./100gr | 17,9 | 18,5 | 19,6 | 18,5 | NA |
| Mg++ m.eq./100gr | 1,7 | 1,1 | 2,9 | 3,5 | NA |
| Na+ m.eq./100gr | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | NA |
| K m.eq./100gr | 2,3 | 1,9 | 1,4 | 0,9 | NA |
| H m.eq./100gr | 9,3 | 5,3 | 6,0 | 6,0 | NA |
|  |
| Na (% de T) | 1,02 | 1,59 | 1,71 | 2,87 | NA |
| Suma de Bases | 22,2 | 21,9 | 24,4 | 23,6 | NA |
| CIC m.eq./100gr | 29,4 | 25,1 | 29,2 | 24,4 | NA |
| 95 | 76 | 88 | 84 | 97 | NA |
| NA: No analizado - S/D: Sin datos |

Observaciones: Espesor del horizonte argílico, 31 cm. de profundidad.

Ubicación del Perfil: Latitud: S 37° 49' 18". Longitud: W 58° 01' 20". Altitud 97 m.s.n.m. a 17,6 km. al este del cruce de las rutas 226 y 55 (Ea. El Volcán), partido de Balcarce, provincia de Buenos Aires. Hoja I.G.M. 3757-31-2, Sierra Bachicha.

Variabilidad de las características: Variaciones en el espesor de los horizontes Ap-BA; color negro (10YR 2/1) a pardo oscuro (10YR 3/2) en húmedo; materia orgánica de 7,06 a 4,0 %. Espesor del Bt1-Bt2, de 30 a 40 cm. de profundidad, solum 65 a 85 cm, contenido de arcilla (Bt1) entre 27 y 31.3 %, discontinuidad del 2Ckkm.

Fases: Por pendiente en sus distintos grados y susceptibilidad a la erosión hídrica potencial.

Series similares: Azul, Olavarría, Cascada, Guillermo, Dufaur, La Loma, La Retranca, Tres Arroyos.

Suelos asociados: Mar del Plata, Cinco Cerros, La Alianza, Tres Esquinas, Napaleufú, Olavarría, Los Pinos, Ea. Aldecoa, Santa Luisa, Tandil, Sierra Chica, La Delicia, Azul, La Escocia, Blanca Chica.

Distribución geográfica: Partidos de Balcarce, Gral. Pueyrredón, Gral. Alvarado, Lobería, Olavarría, Azul, Tandil, Juárez, Coronel Pringles, Necochea. Hojas I.G.M. 3757-25, 31, 32, 33; 3760-8, 9, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 34, 35; 3957-1, 2, 7, 8; 3960-4, 5, 6, 12.

Drenaje y permeabilidad: Bien drenado, escurrimiento medio, permeabilidad moderada, capa freática profunda.

Uso y vegetación: Agrícola, puede usarse para cultivos labrados. Implantación de pasturas: Trifolium repens (Trébol blanco), Lolium multiflorum (Rye grass), Festuca arundinácea (Festuca), Medicago sativa (Alfalfa).

Capacidad de uso: III es

Limitaciones de uso: Profundidad de la tosca. Leve susceptibilidad a la erosión hídrica.

Índice de productividad según la región climática: 63,1 (B); 59,8 (C).

Rasgos diagnósticos: Régimen de humedad údico, epipedón mólico (Ap-BA), horizontes petrocálcico antes del metro de profundidad (tosca en plancha) y argílico (Bt1-Bt2), rel. % arc. > 1.2; saturación de bases, supera el 50 % en todo el perfil.

**DATOS ADICIONALES. Características del Lote:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **pH** | **CO** | **Nt** | **P** | **CIC** | **Ca** | **Mg** | **Na** | **K** |
| % | ppm | cmolc/kg |
| 0-20 cm | 6,12 | 3 | 0,26 | 6,45 | 23,2 | 17,28 | 2,45 | 0,38 | 1,678 |

**Plantación:** control de malezas 1 mes antes de la plantación con glifosato; distancia 3 mx 4m (833 plantas /ha); control de malezas post plantación manual alrededor de cada planta y herbicida preemergente.

**Fertilizantes:** Urea (46% N) Precio 530 U$/tn - Superfosfato Triple (20% P) Precio 650U$/tn. Aplicación temprana al mes de la plantación (diciembre) en forma de corona circular a unos 20 cm del cuello, previa eliminación de malezas con azadón.

3. Si resulta recomendable fertilizar con: Nitrógeno; Fósforo; o Nitrógeno y Fósforo en función de las variables de crecimiento consideradas (Tabla 1 y Figura 1). Relacione dicha recomendación con los niveles de N, P y la relación C/N del suelo.

De la interpretación de la Tabla 1, se observan cambios altamente significativos en el crecimiento en DAC y en altura (p: 0,001).

*Para cada nutriente individual*, la altura no fue afectada por el aumento en la dosis de N, efecto que sí fue observado en el DAC. La dosis más alta de N aumentó significativamente el crecimiento siendo el DAC 28% más grande que tratamiento testigo. A pesar de los bajos niveles de P disponible de estos suelos, el agregado de P no mostró cambios significativos en ningún parámetro de crecimiento.

La mayor sensibilidad del DAC también mostró que el tratamiento que recibió la mayor dosis de N creció más (p < 0,05) que aquellos que solo recibieron P.

*Los tratamientos que recibieron N y P en forma conjunta* crecieron más (p < 0,05) que el testigo; esto es, el efecto del P fue evidente cuando las necesidades de N fueron cubiertas. El DAC nuevamente detectó diferencias entre tratamientos que no fueron divisadas por la altura debido a la mayor variabilidad de este último parámetro.

De la interpretación de la Figura 1 se observa que el efecto del P sobre el DAC y la altura es lineal y creciente con las dosis media de N (54g de Urea) indicando que podrían esperarse mayores respuestas con el aumento en la cantidad de SFT. Independientemente de la dosis de P existe una disminución en el crecimiento a partir de la dosis media de N (54 g urea).

El tratamiento de mayor crecimiento (54 g de urea - 152 g de SFT); creció un 50% (DAC) y 36% (altura) más que el testigo. No se hallaron mayores cambios al aumentar la dosis de N por encima de los 54 gr/planta de Urea con las dosis de P. El agregado de 109 g de urea y 76 g de SFT se tradujo en un crecimiento del 46% (DAC) y 27% (altura) mayor que el testigo. La adición de las mayores dosis de ambos nutrientes mostraron que el efecto fue del 49% (DAC) y 28% (altura).

En valores absolutos el nivel de Nt puede considerarse en un primer análisis moderadamente alto (0,26%) y el de P moderadamente bajo (6,45%). En función de la respuesta al agregado de un solo nutriente se observa que el DAC no muestra aumento significativo con el incremento de las dosis de SPT sin aplicación de Urea respecto al testigo (0 de Urea y 0 de SPT) y por el contrario el incremento de la dosis de Urea sin aplicación de SPT muestra respuesta respecto al testigo. Lo cual permite inferir que pese a los moderados a bajos niveles de P del suelo al agregar Urea se encuentra respuesta por lo tanto los niveles de P del suelo en relación al Nt pueden considerarse como aceptables. Contrariamente el nivel de Nt total del suelo resulta moderadamente bajo para los niveles de P del suelo. La relación N/P es igual a 403 en este suelo ( en la Parte B se profundizará este análisis )

4. Cuáles son la dosis de Urea y/o SPT de mayor respuesta a las variables de crecimiento analizadas. Dentro de ellas seleccione aquella más conveniente: menor costo y que puede esperarse mayores respuestas con dosis más altas de N y/o P a las ya evaluadas.

Las dosis de mayor crecimiento fueron: 54-152; 109-76; 109-152. El orden de respuesta al crecimiento es: 54-152; 109-76;109-76. El orden respecto al costo por ha es: 109-152; 54-152 y 109-76. Descartada la dosis de 109-152 por mayor costo y menor crecimiento de las tres se elige la dosis de 54-152 por mayor crecimiento pese a mayor costo respecto a 109-76.

5. El efecto de las dosis de fertilización de Urea y/o SPT de mayor respuesta sobre la biomasa total, de hojas, tallos y ramas. Calcule la biomasa total para dichas dosis y compare.

La biomasa total fue notablemente afectada por el agregado de fertilizantes tanto en ramas, tallos y hojas.

En promedio, del total de la biomasa aérea entre el 68% y el 74% se localiza en la copa, entre el 31% y el 26% se ubica en el tallo, valores esperables a edades tempranas.

Tomando la dosis de mayor crecimiento (54-152) los mayores aumentos en biomasa se dieron en ramas> tallos> hojas. La Biomasa total de dicha dosis fue casi 5 veces mayor que la del testigo. Las mayores acumulaciones de biomasa en ramas y en hojas podrían significar un aumento en la intercepción de la radiación, con mayores tasas fotosintéticas que se traduciría en un mayor crecimiento potencial.

**1,877**

**Biomasa Total = 62,131.DAC.**

**Biomasa Total (54-152) = DAC 2,90= 458,34 gr/pl.**

**Biomasa Total (109-76) = DAC 2,62= 378,81 gr/pl.**

 **Biomasa Total (109-152) = DAC 2,77= 420 gr/pl**

**Biomasa Total (0-0) = DAC 1,40= 116,80 gr/pl**

### NIVELES DE RESPUESTA A LA APLICACIÓN TEMPRANA DE FERTILIZANTES (UREA-SFT)

(FERTILIZACIÓN INICIAL EN *Eucalyptus globulus* LAB. RESULTADOS A LOS 8 MESES DE LA PLANTACIÓN.
 Lupi A.M.; Ferrere P.; Fernández N. Pathaver P.)

**Tabla 1.** Crecimiento en altura y en diámetro de base del cuello (DAC) a los 7 meses de la fertilización.

|  |  |
| --- | --- |
|  | **U-SFT (g/planta)** |
| *0-0* | *54-0* | *109-0* | *0-76* | *0-152* | *54-76* | *54-152* | *109-76* | *109-152* |
| DAC | cm | 1,40 ab | 1,77 bc | 1,94 c | 1,49 a | 1,36 a | 2,34 d | 2,90 e | 2,62 de | 2,77 e |
| EE | 0,054 | 0,057 | 0,061 | 0,055 | 0,057 | 0,056 | 0,058 | 0,063 | 0,062 |
| Altura | 78,20 a | 87,04 a | 92,10 a | 74,60 a | 75,80 a | 106,9 b | 121,6 b | 106,9 b | 108,7 b |
| EE | 2,40 | 2,12 | 2,28 | 2,07 | 2,14 | 2,10 | 2,17 | 2,35 | 2,26 |
| U = Urea en gr/planta; SFT = Superfosfato triple en gr/planta; DAC= Diámetro a nivel de cuello en cm; A= Altura en cm. EE: Error Estándar. |

**Figura 1.** Efecto del P con el agregado de dosis de N. Efecto del N con el agregado de dosis de P, sobre crecimiento en altura y diámetro a nivel de cuello.



Figura 2. Biomasa a los 8 meses de fertilización con diferentes dosis de N y P.

 

$$BiomasaTotal=62,131DAC^{1,877}$$

**6.** Calcule para el tipo y dosis de fertilización de mayor crecimiento:

a) la cantidad de fertilizantes a aplicar por ha

b) costo total de los fertilizantes por ha

c) costo total de los fertilizantes **aplicados** por ha

d) costo por kg/**nutriente aplicado** por ha

Considere un valor de la Urea = 530 U$S/t; Valor del SPT= 650U$S/t.

Costo de Aplicación 12 U$S/ha.

e) Asumiendo que la práctica produce un incremento en el rendimiento de madera, cual es la proporción entre el costo de fertilizar y el ingreso extra por aumento de rendimiento?

Monte en Pie de U$$ 30/t; una densidad de 0.8 t/m3; un rendimiento de 250 m3/ha del Testigo (1er corte a los 10 años); un rendimiento de 300 m3/ha del Fertilizado (1er corte a los 10 años).

1. la cantidad de fertilizantes a aplicar por ha

0,054 Kg/planta X 833 plantas= 44.98 Kg Urea / ha.

0,152Kg SFT/ planta X 833 Pl.= 126.6 KgSFT/ha

1. costo total de los fertilizantes por ha

Urea: 1000 kg 530U$S 1Kg urea 0,53 U$S; 44.98 kg **23.84 U$S**

SFT 1kg SFT 0,65 U$S; 126.6 kg SFT **82.29 U$S**

**23.84 +82.29= 106.13 U$S/ha**

1. costo total de los fertilizantes aplicados por ha

(Asumiendo que aplica **separados** la urea y el SFT)

106.13 U$S/ha+ 2 \*12 U$S/ha= 130.13 U$S/ha

1. costo por kg/nutriente aplicado por ha

(Asumiendo que aplica **separados** la urea y el SFT)

-Costo nutrientes: Urea contenido de N 46%

1000kg urea--------460kg N

aplico 44.98 kg urea/ha ------x= 20.67 kg N

Si 20.67 kg N--------me cuestan 23.84 U$S

1 kg N-----------x=1,15 U$S/kg N

El SFT contiene un 20% de P

1kg SFT-----------0,2 kg P

126.6 kg SFT--------x= 25.32 kg P que me cuestan 82,29U$

1kg P me cuesta 3,25U$

-Costo de aplicación:

12 U$S / ha / 20.67 Kg **N** /ha= 0,58 U$S/Kg N.

12U$S/ha / 25.32 Kg P/ ha = 0,47 U$S / Kg P.

**Costo por Kg de Nutrientes aplicados= 1,15 + 0,58 + 3,25 + 0,47 = 5,45 U$S / Kg N+P aplicado.**

d) Incremento de 50m3/ha x 0,8 t/m3= 40 t/ha

Si el Valor / Kg de Madera en Chacra es de 30 U$S / t, el ingreso extra por fertilizar es de

40t/ha x 30U$S/t= 1200 U$S/ha

**El costo de la fertilización es aproximadamente un 10% del futuro ingreso por incremento de la producción**

**(130.13$S/ha y obtengo 1200U$S/ha),**

**7.** La concentración foliar de macro y micronutrientes a los 7 meses de la fertilización respecto a los valores de referencia. Correlación entre fertilización y niveles de macro y micronutrientes.

Nota: para pasar de gr/Kg a % multiplicar por 0,1. Para pasar de mg/Kg a % multiplicar por 0,0001.

Ejemplos:

P si tomamos 0,13 % como valor umbral tanto el testigo como todos las dosis están por encima.

Si tomamos N 1,13 % como umbral vemos que el testigo y algunos tratamientos están por debajo : se recomendaría reforzar la fertilización con nitrógeno.

K muy en el límite para testigo y algunos tratamientos

Ca bien.

Mg tomando umbral de 0,15% todos por debajo. Idem S.

Micronutrientes

Fe todos por arriba del umbral. Zn ídem. Mn todo por debajo de umbral 0,03 de alta productividad ´pero por debajo de umbral mínimo 0,01.

Respecto a las correlaciones se saca del trabajo los siguientes gráficos:

**Tabla 2.** Concentración foliar de macro nutrientes y micronutrientes a los 7 meses de la fertilización

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **U-SFT** | **P** | **Nt** | **Ca** | **Mg** | **K** | **Fe** | **Zn** | **Mn** | **S** |
| % |
| 0-0 | 0,165 | 1,245 | 0,423 | 0,066 | 0,713 | 0,031 | 0,004 | 0,016 | 0,014 |
| 54-0 | 0,175 | 1,355 | 0,440 | 0,110 | 0,843 | 0,036 | 0,004 | 0,018 | 0,028 |
| 109-0 | 0,138 | 1,233 | 0,498 | 0,089 | 0,725 | 0,026 | 0,004 | 0,041 | 0,021 |
| 0-76 | 0,215 | 1,188 | 0,420 | 0,103 | 0,758 | 0,034 | 0,004 | 0,034 | 0,020 |
| 0-152 | 0,143 | 1,340 | 0,423 | 0,083 | 0,877 | 0,027 | 0,003 | 0,029 | 0,017 |
| 54-76 | 0,163 | 1,155 | 0,468 | 0,073 | 0,765 | 0,071 | 0,003 | 0,023 | 0,025 |
| 54-152 | 0,183 | 1,087 | 0,373 | 0,113 | 0,897 | 0,031 | 0,002 | 0,024 | 0,032 |
| 106-76 | 0,140 | 1,213 | 0,390 | 0,099 | 0,858 | 0,037 | 0,002 | 0,020 | 0,015 |
| 109-152 | 0,183 | 1,273 | 0,430 | 0,077 | 0,878 | 0,037 | 0,004 | 0,014 | 0,029 |
| Cada valor es un promedio de 4 repeticiones |

**Tabla 3.** Niveles adecuados y deficientes en hoja de Eucalyptus.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nutrientes** | **Fajas de niveles adecuadas** | **Fajas de deficiencia** |
| Malavolta et al(1987)1 | Gonςalves(1995)2 | Silveira et al(2001)3 | Malavolta et al(1987)1 | Silveira et al(2001)2 |
| ***Macronutrientes (g/kg)*** |
| N | 21-23 | 13,5-18 | 22-27 | 8-13 | <16 |
| P | 1,3-1,4 | 0,9-1,3 | 1,7-2,2 | 0,4-0,8 | <1,1 |
| K | 9-10 | 9-13 | 8,5-9 | 6-8 | <7,0 |
| Ca | 5-6 | 6-10 | 7,1-11 | 2-4 | <2,1 |
| Mg | 2,5-3 | 3,5-5 | 2,5-2,8 | 1,5-2 | <1,3 |
| S | 1,5-2,5 | 1,5-2 | 1,5-2,1 | 0,8-1,2 | <1,3 |
| ***Micronutrientes (mg/kg)*** |
| B | 25-30 | 30-50 | 34-44 | 15-20 | <2,1 |
| Cu | 7-10 | 7-10 | 6-7 | 4-6 | <4 |
| Fe | 100-140 | 150-200 | 65-125 | 75-100 | --- |
| Mn | 300-400 | 400-600 | 200-840 | <100 | --- |
| Zn | 12-17 | 35-50 | 15-20 | 20-30 | <7 |
| 1 Datos referentes a *E. grandis* con alta productividad de madera2 Datos medios para las especies de Eucalyptus más plantadas en Brasil3 Datos referentes a plantaciones de *E. grandis* |

## PARTE B

Comparativamente analice la posibilidad de éxito de fertilizar sobre un suelo arenoso, Udipsament típico y un suelo franco arcilloso, Argiacuol típico.

**DATOS ADICIONALES**

### RESPUESTA A LA APLICACIÓN TEMPRANA DE FERTILIZANTE FOSFORADOS EN TRES TIPOS DE SUELOS

Acumulación y distribución de materia seca en Eucalyptus globulus (Labill.) plantado en macetas con tres tipos de suelo y fertilizado con fósforo. CORINA GRACIANO, JUAN F GOYA & DANIEL O CALDIZ 1)

**Figura 3.** Materia seca total acumulada de Eucalyptus globulus para las aplicaciones de 0 g (rombos), 6 g(cuadrados), 12 g (triángulos) y 24 g (círculos) de superfosfato triple de calcio, en tres tipos de suelo. Enla última fecha, letras diferentes indican diferencias significativas (P < 0.05). En las fechas restan hubo diferencias significativas entre los tratamientos en ninguno de los suelos.



**Tabla 4.** Características de los tres tipos de suelos: Arenoso IP: 17%(Udipsament típico); Franco IP 74% ( Argiudol típico ); Arcilloso IP 54% (Argiacuol típico).



### EVALUE Y FUNDAMENTE

1. La Aptitud Agrícola-Ganadera y Forestal de los tres tipos de suelos (arenoso-franco-arcilloso).

Nota: los datos de los perfiles son analíticos solamente por lo tanto el alumno deberá hacer una interpretación de los mismos y el docente complementar el análisis

Estos suelos del sudeste de la provincia de Buenos Aires poseen propiedades físicas y químicas y de fertilidad bien diferenciadas. Comprenden un suelo franco,de muy buena aptitud agrícola Argiudol típico), un suelo franco arcilloso (denominado arcilloso en este trabajo) utilizado principalmente para ganadería (Argiacuol típico) y un suelo arenoso desarrollado en dunas fijas, principalmente con comunidades de gramíneas, con una orientación paralela a la costa y a una distancia variable del mar (Udipsament típico) (SAGyP 1989). El suelo franco es muy apto para la agricultura, con un índice de productividad de 71, que corresponde a tierras con aptitud agrícola de alta productividad y que es descripto como apto para *Eucalyptus globulus* por Culot (2000), ya que cuenta con textura y estructura superficial favorables, adecuada retención de humedad y fertilidad natural (SAGyP 1989). El suelo arcilloso posee un índice de productividad de 54 y corresponde a tierras con aptitud agrícola ganadera, aunque debido a su deficiente drenaje es un suelo marginal para la agricultura; no obstante, es muy utilizado para implantar pasturas. Es considerado poco apto para *Eucalyptus globulus* por Culot (2000). El suelo arenoso posee un índice de productividad de 17 y corresponde a suelos con aptitud ganadera. Este suelo excesivamente drenado no es apto para la agricultura y es considerado poco apto para *Eucalyptus globulus* por Culot (2000).

2. Las características del Lote de la Serie Balcarce con las características de los tres tipos de suelos con especial atención a la relación de nutrientes. Establezca en función de ello a qué tipo de suelo se asemeja más el Lote de la Serie Balcarce.

Nota: el diagnóstico de fertilidad temprana se hace sobre los primeros 20 cm de suelo. Por consiguiente la profundidad efectiva de Balcarce no influye en éste análisis comparativo y respecto a la pendiente la realización de prácticas de conservación ´pueden contrarestarla. Por consiguiente en la comparación planteada debe tomarse en cuenta los aspectos de los 1ros 20 cm sin considerar el riesgo de erosión.

El Lote de Balcarce con el suelo Franco tiene similitudes en cuanto a su aptitud agrícola y otros caracteres como textura superficial y pH. El Nt total se encuentra algo por debajo y el P algo por encima. La relación N/P es similar ( 600 ). El arenoso presenta diferencias notables con el Lote Balcarce (muy poco Nt y P alto) pero la relación N/P es muy baja ( 60). El arcilloso presenta diferencias en textura y pH. De aptitud agrícola más limitada. La relación N/P es muy alta ( 1500).

Con las diferencias del caso analizando la posible respuesta a una fertilización el Suelo Franco puede asemejarse más al Lote de la Serie Balcarce.

3. Los niveles de respuesta a la fertilización fosforada con SFT (sin agregado de Nitrógeno) entre los tres tipos de suelos. Explique en razón de que característica/s del suelo es de esperarse o debe considerarse una fertilización fosforada temprana sin el agregado de N.

Los resultados observados (Figura 3) para el suelo arenoso podrían atribuirse al muy bajo contenido de nitrógeno total y al alto contenido de fósforo. Los resultados observados para el suelo franco podrían indicar que el contenido de nitrógeno y fósforo no son limitantes para el crecimiento sobre este suelo; por lo tanto, la adición de fósforo no redundó en mayor acumulación de materia seca. Las diferencias encontradas entre los tratamientos en suelo arcilloso indicarían que, en este caso, el fósforo resultó limitante y la respuesta positiva a su aplicación se debió al adecuado contenido de nitrógeno total y al bajo contenido de fósforo . Por lo tanto, en este caso la materia seca aumentó a medida que se incrementó la dosis de fósforo. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede mencionar que existiría un gradiente de respuesta a la fertilización relacionada con el tipo de suelo, que va del suelo arenoso con bajo contenido de nitrógeno (N/P = 60.2), el suelo franco con una relación N/P 604.3, hasta el suelo arcilloso con una N/P de 1304.8 .

4. Si los resultados y conclusiones obtenidas al agregado de fertilizantes en etapas tempranas de la plantación no resultan contradictorias entre los trabajos de investigación considerados.

Los resultados no resultan contradictorios según surge de la comparación de la figura 1 y de la figura 3. Resulta importante tener en cuenta para la recomendación de una fertilización fósforada la relación N/P. Si la fertilización fuera nitrogenada en general para niveles medios y altos de P habría respuesta. La fertilización nitrogenada y fosforada encuentra respuesta aún en niveles medios y medios altos de Nt y P.

# PROBLEMA 2

Analice la conveniencia de realizar una fertilización con nitrógeno y fósforo sobre una plantación de *Eucalyptus grandis* en el NE de la Pcia de Entre Ríos sobre un suelo Hapludol fluvéntico de la Serie Mandisoví ( INTA).

**SERIE MANDISOVI (Md): Perfil Modal**

Pertenece a la familia "franco gruesa sobre arcillosa fina, somera, térmica" de los Hapludoles fluvénticos (suelos arenosos pardos o "mestizos", con subsuelo denso). Suelos moderados a imperfectamente drenados, de textura areno-franca sobre materiales gleizados a 40-50 cm muy densos y poco permeables, franco-arcillo-arenosos y franco-arcillosos a francos. Ubicación: Colonia Mandisoví - Dpto. Federación. Reconocedores: R.E. Kleinerman; H.A. Tasi; G.W. van Barneveld.

|  |  |
| --- | --- |
| ***Ap*** | 00-24 cm; gris muy oscuro (10YR 3/1) en húmedo; areno-franco; estructura en bloques subangulares y bloques angulares irregulares, medios, débiles; muy friable en húmedo; límite gradual, suave. |
| ***A12*** | 24-36 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; franco-arcillo-arenoso; estructura en bloques angulares irregulares, medios, moderados a débiles; firme en húmedo; moteados de hierro-manganeso comunes, finos y débiles; 1% de grava de 0,5 cm de diámetro; límite abrupto, suave. |
| ***I/II:*** | 36-48 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10 YR3/2) en húmedo; franco; estructura en prismas compuestos irregulares, medios, débiles, que rompen en bloques angulares irregulares, medios,moderados; duro en seco; firme en húmedo; barnices ("clay-skins") comunes, finos, inherentes al material; concreciones de hierro-manganeso escasas, finas; límite gradual, suave. |
| ***II(g):*** | 48-97 cm; mezcla de materiales: 70% gris oscuro (5YR 4/1) y 30% rojo amarillento (5YR 5/6) en húmedo; franco; estructura en prismas compuestos irregulares, medios, moderados, que rompen en bloques angulares irregulares con tendencia cuneiforme, medios, moderados; extremadamente duro en seco; firme en húmedo; barnices ("clay-skins"), comunes, finos; caras de fricción (`slickensides') comunes, medias a gruesas; concreciones de hierro-manganeso abundantes de hasta 3 mm de diámetro; chorreaduras de materia orgánica; límite difuso, suave. |
| ***III:*** | 97-115 cm; pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; franco; estructura en bloques aplanados con tendencia cuneiforme, gruesos a medios, moderados; extremadamente duro en seco; firme en húmedo; barnices ("clay-skins") comunes, finos; caras de fricción (`slickensides') escasas, finas a medias; concreciones de hierro-manganeso comunes de hasta 3 mm; chorreaduras de materia orgánica; límite difuso, suave. |
| ***IVca:*** | 115-150 cm; pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; franco-arenoso; estructura en bloques angulares irregulares gruesos, débiles; extremadamente duro en seco; firme en húmedo; barnices ("clay-skins") comunes, finos, inherentes al material; moteados de hierro-manganeso comunes a abundantes, finos y precisos; concreciones de hierro-manganeso escasas de hasta 1 mm; concreciones calcáreas comunes, duras, de hasta 2 mm de diámetro. |

**Variabilidad de rasgos**

El epipedón comprende un A1 o Ap de 35-45 cm de espesor oscuro, areno-franco a franco-arenoso, con alrededor de 1,5-2 % de materia orgánica.

El horizonte transicional I/II varía entre 10-20 cm de espesor; normalmente es franco-arcillo arenoso y a veces presenta mayor porcentaje de arcilla que los horizontes subyacentes.

Probablemente se trata de una última etapa de sedimentación (más arcilla).

Los materiales II (gredas) se encuentran a 45-55 cm de profundidad; color pardo grisáceos con inclusiones de material rojizo, a veces están semi gleizados. En esta capa es característica la presencia de abundantes concreciones de hierro-manganeso. Aproximadamente a los 100 cm, se encuentra una capa con concreciones calcáreas, la cual en algunos perfiles descriptos parece una marga, por la gran acumulación de carbonatos que posee. Su variación se conoce poco.

**Fases**

Por erosión.

**Drenaje**

Moderado a imperfectamente drenados (las concreciones de hierro-manganeso datan probablemente de la época de la sedimentación); escurrimiento superficial moderado. Permeabilidad rápida en el epipedón y muy lenta en los horizontes subsuperficiales. Napa freática profunda. Grupo hidrológico C.

**Erosión**

La serie Mandisoví se encuentra levemente erosionada, y tiene moderado peligro a la misma.

Observaciones: compactación superficial

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Horizonte** | **A12** | **I/II** | **II(g)** | **III** | **IV(ca)** |
| *Profundidad* | cm | 18-30 | 36-48 | 65-90 | 97-115 | 125-140 |
| *pH actual (1:2,5)* | - | 5,4 | 5,5 | 5,8 | 6,4 | 7,8 |
| *pH potencial (1:2,5)* | - | 4,2 | 4,2 | 4,5 | 5,1 | 6,1 |
| *MO* | % | 1,93 | 1,87 | 0,67 | 0,52 | 0,38 |
| *Nt* | % | - | - | - | - | - |
| *C/N* | - | 9 | 8 | 3 | - | - |
| *Pbk* | ppm | 4 | - | - | - | - |
| *Arcilla (>2)* | µm | 4,7 | 21,2 | 12,3 | 12,8 | 15,7 |
| *Limo (2-20)* | µm | 8,9 | 7,8 | 20,70 | 16,8 | 6,3 |
| *Limo (2-50)* | µm | 13,53 | 18,57 | 16,81 | 20,9 | 16,34 |
| *AF (100-250)* | µm | 34,4 | 22,7 | 24,56 | 24,0 | 24,91 |
| *AG (500-1000)* | µm | 38,47 | 29,72 | 25,63 | 26,3 | 36,65 |
| *CaCO3* | % | - | - | - | - | 1,5 |
| *CIC* | cmolc/kg | 10,1 | 21,8 | 20,9 | 24,8 | 27,9 |
| *Ca* | cmolc/kg | 4,8 | 12,0 | 13,0 | 16,6 | 24,8 |
| *Mg* | cmolc/kg | 0,6 | 4,0 | 3,8 | 4,6 | 2,8 |
| *K* | cmolc/kg | 0,10 | 0,11 | 0 | 0 | 0 |
| *Na* | cmolc/kg | 0,22 | 0,37 | 0,25 | 0,3 | 0,3 |
| *H* | cmolc/kg | 1,1 | 5,3 | 3,7 | 3,2 | 0 |
| *PSI (Na/CIC)* | % | 2,18 | 1,7 | 1,2 | 1,21 | 1,07 |
| *EqHum* | % | 9,74 | 36,4 | 22,67 | 23,62 | 18,55 |

**Replantación:** en el mes de octubre, con una densidad de 1111 plantas /ha (3x3) de E. grandis, control mecánico de malezas y rebrote de tocones con glifosato sobre la tala rasa de un monte de baja productividad de la misma especie y posterior quemado de los residuos.

**Fertilizantes:** Urea (46% N) Precio 530 U$/tn – Fosfato diamónico (18% N-20% P) Precio 550 U$/tn. Aplicación temprana al mes de la plantación (noviembre ) en forma manual formando círculos de 50 cm alrededor de cada planta.

**DATOS ADICIONALES**

### NIVELES RESPUESTA A APLICACIÓN TEMPRANA DE FERTILIZANTES EN LOTES CON QUEMA DE RESIDUOS

(Replantación de Eucalyptus grandis: efectos de la quema de residuos y fertilización en suelos arenosos del noreste de Entre Ríos. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 102(1),1997. F. Dalla Tea)

**Tabla 1.** Efectos de la fertilización sobre el diámetro a la altura de pecho (DAP), área basal ( AB) y % de dominados\* a los 45 meses en una replantación de E. grandis.

\*se considera dominados aquellos individuos con DAP menor a 1/3 del DAP medio

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Control** | **N1** | **PN1** | **PN2** |
| Supervivencia | % | 91 | 90 | 90 | 90 |
| DAP | cm | 7,5 a | 7,6 a | 8,5 b | 8,0 ab |
| Área Basal | m2/ha | 4,0 a | 4,4 ab | 5,6 c | 5,2 bc |
| Dominados | % | 19 | 12 | 7 | 13 |
| N1= 75 g urea/planta; PN1=75 g fosfato diamónico/planta; PN2= 150 g fosfato diamónico/planta. Nota= en misma fila los tratamientos con igual letra no presentan diferencias significativas Duncan (α=0,05) |

**Figura 1.** Efectos de la fertilización sobre el crecimiento volumétrico de la replantación de E.grandis a los 45 meses.



Control = Testigo. N1 = 75 gr / planta de Urea. PN1 = 75 gr / planta de Fosfato diamónico. PN2 = 150 gr / planta de Fosfato diamónico.

### EVALUE Y FUNDAMENTE

1. Los datos físico-químicos y morfológicos del perfil modal. Señale las principales limitaciones de la Serie Mandisoví para uso agrícola-ganadero. Establezca su Aptitud Forestal.

El perfil modal de la Serie Mandisoví presenta limitaciones de drenaje interno por la presencia de un horizonte gleizado de baja permeabilidad desde los 45 cm de profundidad; evidencia además concreciones de Fe y Mn en el horizonte transicional y moteados en la base del horizonte superficial. Su drenaje está definido como: moderado a imperfectamente drenado correspondiendo a la subclase w de USDA. El horizonte superficial presenta valores bajos de M.O, CIC, S (saturación con bases), Equivalente de humedad y fósforo. El Horizonte subsuperficial (II g) es extremadamente duro, muy denso y con presencia de slikensides. Estas limitaciones están representadas por la subclase s de USDA. En sectores con pendiente presenta E.Hídrica, subclase e de USDA. Su Aptitud según el sistema de clasificación de USDA **es IV ws** de aptitud ganadera agrícola (20% - 80% ó 30% - 70%). El IP se encuentra alrededor del 50% (HAY QUE CALCULARLO).

Respecto a la Aptitud Forestal **(Sistema de Evaluaciòn FAO APTITUD DE LAS TIERRAS PARA LA IMPLANTACIÓN DE BOSQUES. PROVINCIA DE MISIONES,** cuyos autores pertenecen a la EEA Montecarlo de INTA: Roberto A., Lupi Ana M. y Pahr Norberto M. por la Revista YVYRARETA (9 de octubre de 1990) es un Suelo A3d: Marginalmente Apto con limitaciones por drenaje moderado a imperfectamente drenado con profundidad efectiva limitada por la presencia de un horizonte denso entre los 0,5 a 1 m; cierto riesgo de E. hídrica lo cual requiere alguna práctica de control del escurrimiento.

1. Si el manejo de la plantación es el adecuado y cuáles serían las prácticas de manejo de suelos recomendadas previas a una fertilización.

La quema de los residuos constituídos por el mantillo y por los restos que quedan de la tala rasa: despuntes, ramas, hojas y corteza en algunos casos a los fines de facilitar la replantación afectan la productividad del lote. Estos residuos culturales aumentan el contenido de materia orgánica, mejoran la retención de humedad y provisión de nutrientes, aumentan la CIC y actúan como buffer contra la compactación y la erosión. Particularmente en la Serie Mandisoví estos aspectos resultan muy importante de mejorar. Se recomienda entonces un manejo del residuo de la tala rasa mediante escollerado sin quema y de ser posible la dispersión de los residuos mediante maquinarias tales como rolos y picadoras. En este caso se debe prestar especial atención al control de hormigas.

1. Si resulta esperable una respuesta a la fertilización con Nitrógeno o Nitrógeno y Fósforo en función de las variables de crecimiento consideradas. Relacione dicha recomendación con los niveles de N, P y la relación C/N del suelo.

El Perfil modal presenta un nivel muy bajo de P (4 ppm). Las cenizas provenientes de la quema puede aumentar el nivel de éste nutriente (ver trabajo de Dalla Tea) aunque con una distribución heterogénea debido a la variación producida en sectores que no se han quemado. El P proveniente de las cenizas puede ser rápidamente absorbido o perderse por lixiviación o arrastre (a diferencia del P de los residuos que puede liberarse lentamente). Respecto al Nt (0,12%; el alumno lo puede calcular a partir del dato de M.O. y de la relación C/N del perfil modal) el contenido en el suelo es bajo y esta situación se ve agravada más aún por el quemado del residuo que puede ocasionar la pérdida del 90% del N presente.

(Algunos datos: un rendimiento de 400 m3/ha exportan en la tala rasa 220 kg N/ha y 30 kg de P /ha. Entre hojas y ramas más hojarasca acumulada el contenido de N y P de ese residuo es de 274 kg N/ha y de 12,5 Kg de P/ha).

Los bajos valores de N y P del perfil modal sumado al manejo del residuo y el análisis de la Tabla 1 donde se evidencia una respuesta de las variables de crecimiento (en especial el DAP ) al agregado de fertilizantes con N y P, indican la necesidad de fertilización de ambos elementos en forma combinada. También surge del análisis de la Tabla 1 la no respuesta de las variables de crecimiento respecto al testigo con el agregado solo de N. Esto no invalida la necesidad de N. En el caso del agregado de Urea es posible que no haya podido expresarse por los bajos contenidos de P del suelo. Respecto a la respuesta al agregado solo de P -con los bajos niveles de N del suelo - los datos de la tabla 1 no nos dan respuesta pues no se ha evaluado la fertilización fosforada. No obstante si se calcula la relación N/P que surge del cociente 0,12% N / 0004% de P da un valor = 300; el Problema 1 Parte 2 establece que es muy baja esa relación para pensar en respuesta solo a P en suelos arenosos.

 Nota: normalmente se encuentra en otros trabajos una respuesta al agregado de P -si la relación N/P es alta- y en menor medida de N.

La fertilización entonces puede compensar las pérdidas de nutrientes producidas por el quemado, lograr un crecimiento inicial más rápido y mayor cobertura con mayor producción de madera ( Figura 1 ) o bien acortar el ciclo de corte. Otro efecto importante es el incremento de M.O. ( 0,6 % a los 4 años de fertilizado ) que atenúa el efecto del quemado y mejora las variables físico-químicas del suelo ( CIC, retención de humedad, compactación, otras ).Además aumenta la uniformidad de las variables dasométricas en una plantación (ver en tabla 1 menor % de individuos dominados con fertilización fosforo-nitrogenada ). La cantidad de P aplicado se mantiene en niveles altos (12 ppm) aún 4 años después de la aplicación del fertilizante.

1. Calcule el costo por kg de nutrientes para la alternativa de fertilización más conveniente de las tres evaluadas en función de los resultados obtenidos en la Tabla 1 y en la Figura 1. Para ello considere: un rendimiento del Testigo de 250m3/ha (1er corte a los 10 años); una densidad 500kg/m3; un valor del monte en pie de U$S 30 / t; costo del PDA 550 U$S/t; costo de aplicación del fertilizante U$S 30/ha y un incremento en volumen de madera de la fertilización seleccionada respecto al testigo del 30% del incremento estimado al 4 año de la plantación proporcional - Figura 1

Del análisis de las variables de crecimiento y el volumen de madera producido a los 4 años de la fertilización se concluye que los resultados obtenidos por la fertilización con Urea respecto al testigo no se justifican (no son significativas) por el agregado de N respecto al testigo. Ambas dosis de fosfato diamónico presentan diferencias significativas respecto al testigo que justifican su aplicación pero no presentan diferencias entre sí. Por lo expuesto se realizará el cálculo económico con la dosis menor de fosfato diamónico pués la dosis mayor de dicho fertilizante tiene mayores costos que no justifican su utilización.

Nota: según el autor (Dalla Tea) dosis altas de fósforo y nitrógeno pueden provocar una disminución de crecimiento atribuible a la mayor competencia de malezas o bien problemas de toxicidad en las raíces al aplicar fertilizantes de alta solubilidad como el fosfato diamónico.

 **PDA contiene 18% de N y 20% de P**

100 Kg PDA ------------------------18 Kg N---------------20Kg P.

U$$ 550-----------1000 kg-----------------180 Kg N---------------------200 Kg P.

1 Kg N= 550/180= U$S 3,05 1 Kg P = 550/200= u$S 2,75

Dosis

75 gr/Planta PDA X 1111Plantas /ha = 83,32 Kg PDA/ ha

Entonces:

83,32 Kg PDA= 15 KgN/ha=16,66 Kg P/ ha

Costo aplicación N+P= U$$30/ha/(15 kg N+16,66KgP/ha)= 30U$S/31,6 Kg N+P/ha=0,94U$S/ha

Costo total de N+P aplicado= U$$ 3,05 N+U$$2,75 P+0,94 U$$= U$$ 6,75/Kg N+P aplicado.

Incremento de Rendimiento (U):

De figura 1

A los 4 años 12 m3/ha Testigo

A los 4 años 20 m3/ha con PDA. ( más 66,6% )

Incremento a los 10 años = 30% del incremento a los 4 años respecto al testigo.

= 66,6%X0.30= 19,98%

U Testigo = 250 m3/ha

U PDA= 250 m3/ha X 1,1998=299 m3/ha

Entonces:

Incremento de U PDA respecto al Testigo= 299-250= 49,9 m3/ha

Ahora:

49,9 m3/ha X 500kg/m3= 24.950 kg de madera/ha

Valor del monte en pie 30USS/t

Ingreso extra: 24,95 t/ha x 30 U$S/t = 748,5 U$S/ha

1. Conclusiones

La recomendación en general para la preparación de los sitios a replantar, principalmente en aquellos suelos de textura mas arenosa, es la de evitar la quema de residuos y mantener los mismos sobre el sitio en escolleras. La fertilización contribuye a reponer parte de los nutrientes que pueden perderse durante la quema y las plantaciones y las replantaciones en general responden positivamente a esta práctica