



**Universidad de la República
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**RESPUESTA DE EUCALYPTUS GRANDIS
Y EUCALYPTUS GLOBULUS SSP MAIDENII
A LA FERTILIZACION CON NITROGENO
FOSFORO Y POTASIO EN SUELOS DE
DURAZNO, PAYSANDU Y RIVERA**

por

**Hugo Luis PRINCIPI DABOVE
Graciela Isabel LOZA BALBUENA RUIZ**

TESIS

1968

MONTEVIDEO

URUGUAY



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**RESPUESTA DE EUCALYPTUS GRANDIS Y EUCALYPTUS GLOBULUS SSP
MAIDENII A LA FERTILIZACION CON NITROGENO FOSFORO Y POTASIO
EN SUELOS DE
DURAZNO, PAYSANDU Y RIVERA**

por

Hugo Luis PRINCIPI DABOVE
Graciela Isabel LOZA BALBUENA RUIZ

FACULTAD DE AGRONOMIA



**DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo
(Orientación Forestal)**

Montevideo
Uruguay
1998

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Rafael Escudero

Ing. Agr. Alma Preciozzi

Ing. Agr. José Zamalvide

Fecha:

16/2/98

Autores:

PRINCIPI DABOVE, Hugo Luis

LOZA BALBUENA RUIZ, Graciela Isabel

AGRADECIMIENTOS

Deseamos dejar nuestro expreso agradecimiento a quienes de una u otra forma hicieron posible la presentación de este trabajo y la culminación de nuestra carrera.

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1 <u>INTRODUCCION</u>.....	1
1.1 SITUACION NACIONAL.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
2 <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>.....	3
2.1 INTRODUCCION.....	3
2.2 MOMENTO DE FERTILIZACION.....	4
2.3 OBJETIVOS DE LA FERTILIZACION EN PLANTACION.....	4
2.4 CONTROL DE MALEZAS.....	5
2.5 UBICACIÓN DEL FERTILIZANTE EN PLANTACION.....	6
2.6 INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE AGUA.....	6
2.7 FUENTES DE NUTRIENTES UTILIZADAS.....	7
2.7.1 <u>Nitrógeno</u>	7
2.7.2 <u>Fósforo</u>	7
2.7.3 <u>Potasio</u>	8
2.8 EFECTO DE LA FERTILIZACION EN LAS PROPIEDADES DE LA MADERA.....	8
2.9 RESPUESTA INDIVIDUAL A CADA ELEMENTO.....	
2.9.1 <u>Nitrógeno</u>	9
2.9.2 <u>Fósforo</u>	9
2.9.3 <u>Potasio</u>	11
2.10 INTERACCIONES.....	12
2.10.1 <u>N-P</u>	12
2.10.2 <u>P-K</u>	12
2.10.3 <u>N-K</u>	13
2.10.4 <u>N-P-K</u>	13
3 <u>MATERIALES Y METODOS</u>.....	14
3.1 CARACTERIZACION DE LOS SITIOS.....	14
3.2 ANALISIS QUIMICO DE LOS SUELOS.....	15
3.3 DISEÑO UTILIZADO EN LA INSTALACION DE LOS ENSAYOS.....	15
3.4 TECNICAS CULTURALES APLICADAS AL MONTE.....	16
3.5 MANEJO DE LA FERTILIZACION.....	18
3.6 MEDICIONES REALIZADAS A LOS ARBOLES AL 3 ^{ER} AÑO.....	18
3.7 EVALUACIONES PREVIAS REALIZADAS POR LA CONSULTORA ...	19

3.8	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA CONSULTORA	19
4	<u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	23
4.1	<u>ANÁLISIS INDIVIDUAL POR ESPECIE</u>	24
4.1.1	<u>Eucalyptus grandis</u>	24
4.1.1.1	Altura total	24
4.1.1.2	DAP	25
4.1.2	<u>Eucalyptus globulus ssp. maidenii</u>	27
4.1.2.1	Altura total	27
4.1.2.2	DAP	29
4.2	<u>ANÁLISIS POR LOCALIDAD</u>	31
4.2.1	<u>Durazno</u>	33
4.2.1.1	Altura total	33
4.2.1.2	DAP	33
4.2.2	<u>Paysandú</u>	34
4.2.2.1	Altura total	34
4.2.2.2	DAP	35
4.2.3	<u>Rivera</u>	35
5	<u>CONCLUSIONES</u>	36
6	<u>RESUMEN</u>	40
7	<u>SUMMARY</u>	41
8	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	42
9	<u>APENDICE</u>	45

LISTA DE TABLAS E ILUSTRACIONES

<u>Tabla Nº</u>		<u>Página</u>
1	Resumen del análisis de varianza de la variable altura en Durazno y Paysandú, <i>E. grandis</i>	24
2	Estadísticas descriptivas del análisis de varianza de la variable altura en Durazno y Paysandú. <i>E. grandis</i>	24
3	Resumen del análisis de varianza de la variable DAP en Durazno.....	25
4	Estadísticas descriptivas del análisis de varianza anterior.....	25
5	Comparación de las medias de los tratamientos por el método de la DMS para el DAP en el ensayo de <i>E. grandis</i> Durazno.....	26
6	Contrastes para el DAP en el ensayo de <i>E. grandis</i> Durazno.....	26
7	Resumen del análisis de varianza de la variable altura en Durazno, Paysandú y Rivera, <i>E. maidenii</i>	27
8	Estadísticas descriptivas del análisis de varianza anterior.....	27
9	Comparación de las medias de los tratamientos por el método de la DMS para altura en el ensayo de <i>E. maidenii</i> Durazno.....	28
10	Contrastes para altura en el ensayo de <i>E. maidenii</i> - Durazno.....	28
11	Resumen del análisis de varianza de la variable DAP en Durazno, Paysandú y Rivera, <i>E. maidenii</i>	29
12	Estadísticas descriptivas del análisis de varianza anterior.....	29
13	Comparación de las medias de los tratamientos por el método de la DMS para el DAP en el ensayo de <i>E. maidenii</i> Durazno.....	30
14	Contrastes para DAP en el ensayo de <i>E. maidenii</i> - Durazno.....	30
15	Resumen del análisis de varianza de la variable Altura en Durazno <i>E. grandis</i> - <i>E. maidenii</i>	33
16	Resumen del análisis de varianza de la variable DAP en Durazno <i>E. grandis</i> - <i>E. maidenii</i>	33
17	Contrastes para DAP en el análisis conjunto de <i>E. maidenii</i> - <i>E. grandis</i> (Durazno).....	34
18	Resumen del análisis de varianza de la variable Altura en Paysandú. <i>E. grandis</i> - <i>E. maidenii</i>	34
19	Resumen del análisis de varianza de la variable DAP en	

	Paysandú <i>E. grandis</i> - <i>E. maidenii</i>.....	35
20	Resumen del análisis de varianza de la variable DAP en	
	Rivera <i>E. grandis</i> - <i>E. maidenii</i>.....	35

1 INTRODUCCION

1.1 SITUACION NACIONAL

La forestación es una actividad de interés creciente en el país y en el mundo. Amparada en una política de fomento que promueve la creación de bosques implantados, el sector en el Uruguay presenta un crecimiento constante, ha pasado de una tasa anual de forestación de 2.500 ha. a una actual de 30.000 ha..

Existe en el país 3.5 millones de ha. de suelos calificados como aptos para la forestación. Los suelos de prioridad forestal según clasificación C.O.N.E.A.T. se distribuyen de la siguiente manera:

Zona 7, con una superficie total de aptitud forestal de 476.997 ha., son asociaciones de suelos que integran tierras derivadas de la formación geológica "Areniscas de Tacuarembó".

Zona 2, con una superficie total de 1.441.215 ha., son asociaciones de suelos que definen tierras derivadas de material geológico de rocas ígneas y metamórficas.

Zona 8, con una superficie total de 513.366 ha., son asociaciones de suelos que definen tierras derivadas de materiales geológicos sedimentarios de las formaciones "Devónicas", " San Gregorio-Tres Islas" o materiales arenosos depositados sobre estas formaciones.

Zona 9, con una superficie total de 822.054 ha., son asociaciones de suelos que definen tierras derivadas de areniscas litificadas correspondientes a la formación "Mercedes" y a areniscas ferrificadas de "Ascencio" y "Guichón".

Zona 5, con una superficie total de 12.559 ha., son asociaciones de suelos que integran tierras derivadas de la formación geológica "San Gabriel". Dentro de este grupo solamente el 5.01c es considerado de prioridad forestal, ocupando 10.527ha. en el departamento de Flores.

Los suelos que se han seleccionado como "suelos de prioridad forestal" por el Decreto Nº 26/993, llamados "suelos de aptitud forestal" por C.O.N.E.A.T., son aquellos que tienen en general baja productividad ganadera en campo natural y en su mayoría son marginales para la agricultura, tanto por sus características físicas como por su baja fertilidad.

La mayoría de las forestaciones se están desarrollando luego de campo natural, por lo que es de esperar que al laborear estos suelos, aparezca en todo su potencial el nitrógeno. Es probable que se observe baja disponibilidad de fósforo, por no existir historia de fertilización y existan niveles altos de potasio, dado que los suelos de Uruguay son normalmente ricos en este elemento.

Al ser la forestación una actividad reciente, no ha existido en el pasado una investigación sistemática en fertilización como la hay para otras actividades tradicionales, los antecedentes son de pocos ensayos, sin datos de caracterización original de los suelos y en zonas que no son representativas de los suelos declarados forestales.

Los ensayos de los cuales se tiene conocimiento, fueron instalados por la consultora Madimex en el año 1993 para la Dirección Forestal del M.G.A.P..

1.2 OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

- 1) Reevaluar en *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus globulus ssp. maidenii* el efecto de la fertilización en implantación con N, P y K en términos de altura y diámetro al tercer año de plantación.
- 2) Realizar un análisis crítico de las limitantes del trabajo realizado.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 INTRODUCCION

Según Prichett (1991) los árboles requieren los mismos elementos para su crecimiento y reproducción que otras plantas superiores, pero debido a la naturaleza conservadora de la recirculación de nutrientes, a los hábitos de arraigamiento profundo de la mayoría de los árboles, así como a la capacidad de las raíces micorríticas para extraer algunos nutrientes mínimamente disponibles de los suelos, las deficiencias de nutrientes no son comunes en los bosques adultos.

Los niveles críticos de nutrientes para un adecuado crecimiento de los árboles dependen de su edad, siendo estos bastante mas elevados para la implantación que para el mantenimiento y desarrollo.

Las raíces de la mayor parte de las plantas cultivadas y silvestres están infestadas de hongos micorríticos, se afirma que sin las micorrizas la mayoría de las especies de árboles no podría sobrevivir por mucho tiempo contra la dinámica de las comunidades biológicas fuertemente competitivas que habitan los suelos forestales.

Las micorrizas son órganos especializados en forma de raíces que son producto de la asociación simbiótica de ciertos hongos con las raíces de las plantas superiores.

La elevada intensidad de la luz y la fertilidad del suelo de baja a moderada ponen de relieve el desarrollo de las micorrizas, en tanto que las condiciones opuestas pueden reducir o incluso impedir dicho desarrollo. Cuando altas concentraciones de nitrógeno y fósforo fácilmente disponibles son absorbidas de los suelos y transportadas hacia la fuente de los fotosintatos se ve desfavorecida la formación de micorrizas.

Se observa en raíces infestadas con micorrizas beneficios como:

- 1) Aumento en la absorción de aguas y nutrientes en virtud de una mayor superficie absorbente producto de formación de raíces cortas bifurcadas o ramificadas y por los micelios que penetran en el suelo.
- 2) Aumento en la movilización de nutrientes por medio de la intemperización biológica.
- 3) Aumento en la longevidad de las raíces absorbentes, proporcionando un inhibidor biológico a la infección de las raíces por parte de los patógenos del suelo.

Las micorrizas aumentan la capacidad de las plantas infectadas para absorber los nutrientes. Estos, derivados del suelo son absorbidos por los micelios y luego penetran al tejido del hospedero.

Las hifas penetran los horizontes de la cubierta forestal y la mayor parte de los minerales movilizados en esta zona se absorben antes de que lleguen al suelo mineral.

Los hongos micorrizicos pueden ser capaces de descomponer algunas sustancias minerales y orgánicas complejas en el suelo y constituir elementos esenciales a partir de estos materiales disponibles para su planta hospedera.

Las micorrizas proporcionan protección al tejido de las raíces, evitando el ataque de hongos patógenos. Esta protección se debe aparentemente al manto fungoso que sirve como barrera física contra la infección.

Existe cierta evidencia de que el hongo simbiote puede proporcionar a la planta superior hormonas de crecimiento, entre ellas auxinas citoquininas, giberelinas y algunas vitaminas del complejo reguladoras de crecimiento.

2.2 MOMENTO DE FERTILIZACION

Según Prichett (1991) los fertilizantes se aplican a los bosques: 1) en el momento o próximo a la plantación, 2) a las comunidades establecidas después del cierre de las copas, y 3) posterior al último raleo, aunque a veces se utiliza una combinación de las dos.

La elección de la época de aplicación en relación con el desarrollo de la comunidad depende en gran medida de la existencia de deficiencias en nutrientes en el momento de la plantación, la duración de la respuesta al nutriente añadido, las condiciones del campo, la densidad, compatibilidad con otras prácticas de cultivo forestal, el uso y el valor de la madera producida, así como otras consideraciones económicas.

2.3 OBJETIVOS DE LA FERTILIZACIÓN EN PLANTACIÓN

Según Herbert et al (1990) la fertilización tiene su principal efecto en el desarrollo y estructura de raíces.

La cantidad de fertilizante aplicada alrededor de cada plantula, en plantación, tiene muy pequeño efecto en la fertilidad del sitio per se, pero un suministro bastante satisfactorio en niveles de nutrición (principalmente P y Ca) en el inmediato desarrollo radicular, al estado en el que se determina la orientación e intensidad de la raíz principal. Entonces la fertilización permite al árbol desarrollar un vigoroso sistema radicular capaz de aprovechar por completo el potencial del sitio.

Los árboles fertilizados muestran una continua ventaja sobre los no fertilizados y una tasa de crecimiento firmemente superior, con la condición que el sitio tenga el potencial requerido para soportar el crecimiento. En consecuencia, en buenos sitios, tales sistemas radiculares pueden alcanzar grandes rendimientos adicionales, mayores que en sitios pobres, particularmente con referencia a la profundidad del suelo y disponibilidad de agua.

Schonau et al (1981) considera que la fertilización es de gran importancia bajo aquellas condiciones donde el laboreo completo no es posible, pero aquella no compensa la pobre preparación de sitio.

Según Prichett (1991) la fertilización en una época próxima a la plantación puede ser esencial para asegurar el establecimiento de la comunidad y su pronto crecimiento, donde la falta de nutrientes disponibles es el principal factor restrictivo. También puede acelerar el cierre de copas y reducir los costos relacionados con el desmalezamiento.

Prichett (1991) concluye que cuando se fertiliza en la época que se establece la plantación, existen dos tipos generales de condiciones de campo que se deben considerar: 1) campos tan deficientes que no se puede obtener una supervivencia y un crecimiento aceptable de los árboles sin el uso de fertilizantes, y 2) campos donde puede obtenerse un razonable crecimiento de los árboles sin fertilizantes, pero donde la adición de fertilizante hará que aumente la tasa de crecimiento en una proporción significativa.

Aplicar fertilizantes a los suelos mas deficientes es esencial si las zonas han de usarse para silvicultura comercial, y la economía de la fertilización raramente se pone en duda. Fertilizar las plantaciones jóvenes sobre suelos con deficiencias incipientes es mas difícil de justificar desde un punto de vista económico que las plantaciones sobre suelos con graves deficiencias.

2.4 CONTROL DE MALEZAS

Según Prado et al (1987) la fertilización como factor individual, no tiene la efectividad del herbicida, aún cuando afecta significativamente el desarrollo de la especie. La supervivencia, en cambio se ve afectada negativamente por la acción del fertilizante, que al ser aplicado sin herbicida es absorbido principalmente por las malezas competidoras, fortaleciendo su desarrollo y, en consecuencia haciendo más severa la competencia por el agua. Por lo anterior concluyen que la fertilización debe ser complementada con el control de la competencia y por tanto no puede considerarse por si sola para que el árbol se desarrolle lo suficiente como para sacar ventaja de la aplicación del fertilizante.

2.5 UBICACIÓN DEL FERTILIZANTE EN PLANTACION

Según Schonau et al (1981) al momento de la plantación la aplicación del fertilizante en círculos alrededor del árbol da mejores resultados que en lugares concentrados, especialmente si el fertilizante tiene un alto contenido de N.

También coinciden Schonau et al (1975) que la aplicación de nitrógeno puede producir quemaduras en las raíces de Eucalyptus recién plantados pues el método de aplicar fertilizante concentrado en un sitio puede generar una concentración de nitrato alfa, que quema raíces y disminuye el crecimiento.

Herbert et al (1989) concluyen en forma similar que los anteriores pues consideran que fertilizantes con alto contenido de N no deben aplicarse en el hoyo de plantación, fertilizantes con P soluble al agua no deben mezclarse en suelos fijadores de P, los fosfatos de roca deben desparramarse sobre una amplia área o bien aplicarse al voleo. Consideran que la aplicación puntual del fertilizante va en perjuicio del desarrollo balanceado del sistema radicular, que la mejor respuesta se obtiene con la aplicación en un radio de 150 mm., solo en condiciones de clima seco ubicar el fertilizante fosfatado en la línea de plantación, debajo de las plantas da buen resultado.

2.6 INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE AGUA

Herbert (1989) considera que los niveles bajos de agua en el suelo muestran una inhibición a la absorción de nutrientes, dado que en áreas donde el nivel de agua en el suelo se torna limitante la profundidad e intensidad del sistema radicular no es capaz de maximizar la intercepción de nutrientes en el perfil. Puntualiza además que el agua en el suelo es importante para la mineralización del nitrógeno orgánico y puede ser vista la necesidad de fertilización con nitrógeno en sitios secos a pesar de tener considerables niveles de materia orgánica en horizontes superficiales.

Concluye que las mejores respuestas a la fertilización serán encontradas en aquellos sitios capaces de suministrar los mejores niveles de agua, estos sitios se interpretan como aquellos que presentan los valores mayores de indicador de sitio, profundidad efectiva radicular y la media anual de precipitación.

2.7 FUENTES DE NUTRIENTES UTILIZADAS

2.7.1 Nitrógeno

El porcentaje de recuperación del nitrógeno depende en gran medida de su retención contra su lixiviación en el suelo y las pérdidas en forma de gases. La urea y el nitrato de amonio son las fuentes de nitrógeno de uso más común en la silvicultura, sobre todo a causa de sus altos contenidos en nitrógeno. También poseen buenas propiedades físicas y, en consecuencia, son menos costosos en cuanto a su manejo y aplicación que las otras ~~las~~ fuentes nitrogenadas.

En fertilizaciones en cobertura, bajo determinadas condiciones, la recuperación del nitrógeno de la urea puede ser muy baja en comparación con el nitrato de amonio. Las pérdidas altas de la urea están asociadas con una alta alcalinidad inicial del suelo, alta actividad ureica, baja capacidad de absorción de amonio, alta temperatura, baja capacidad de nitrificación y baja humedad del suelo. Generalmente estas pérdidas se deben a la hidrólisis enzimática, que produce amonio y dióxido de carbono. Parte de este amoniaco se puede perder como gas hacia la atmósfera.

Sincronizar las aplicaciones de urea para que coincidan con un periodo de precipitación pluvial por lo general reduce las pérdidas en forma de gas, porque el agua lleva la urea disuelta al suelo donde el ion amonio puede quedar retenido en el complejo de intercambio, al hidrolizarse la urea. La lixiviación de la urea no hidrolizada y de los cationes asociados de amonio hasta los horizontes más profundos es una posibilidad en algunos suelos arenosos ácidos.

2.7.2 Fósforo

La efectividad de los fertilizantes de fosfato de diversas solubilidades está estrechamente relacionada con el tamaño de las partículas de los fertilizantes. El porcentaje de recuperación a corto plazo de fosfatos altamente solubles generalmente aumenta en proporción directa con el tamaño del gránulo o en proporción inversa al contacto con el suelo. Por otra parte, la respuesta a los fosfatos poco solubles, como el fosfato de roca mineral, aumenta a medida que se reduce el tamaño de las partículas.

Fosfatos tratados con ácido

El superfosfato concentrado (43-48 % de P_2O_5) se utiliza ampliamente en los bosques jóvenes deficientes en fósforo, donde no se requiere nitrógeno y la capacidad fijadora de fósforo del suelo no es extrema.

Los fosfatos de amonio (monoamónico 11-48-0 y diamónico 18-46-0) son adecuados para plantulas sobre suelos donde ambos elementos (N y P) son deficientes.

Los fosfatos solubles en agua deberán reservarse para los suelos que tengan capacidades moderadas para la retención del fósforo en sus horizontes superficiales.

Fosfatos de roca molida

La roca mineral fosfatada tiene su máximo potencial como fuente de fósforo para la fertilización de los árboles de los bosques sobre suelos muy ácidos. Los ácidos de estos suelos disuelven lentamente el fósforo de la roca mineral, haciéndolo especialmente adecuado para los bosques que se hallan sobre suelos con capacidades muy altas o muy bajas para la fijación del fósforo.

2.7.3 Potasio

Cuando se necesitan fertilizantes de potasio en los bosques, generalmente se aplican como cloruro de potasio o sulfato de potasio. El nitrato de potasio es una fuente excelente, aunque un tanto cara, pero el ion asociado de nitrato puede no ser una fuente deseable de nitrógeno para los suelos forestales. El metafosfato de potasio es una fuente concentrada, insoluble en agua, que se vuelve lentamente disponible. No se ha probado ampliamente en condiciones forestales pero debe ser una fuente excelente tanto de fósforo como de potasio para los suelos ácidos.

2.8 EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN LAS PROPIEDADES DE LA MADERA

Según Donald et al (1977) en *Eucalyptus grandis* cuando se estimula tempranamente el crecimiento mediante la fertilización no se observan alteraciones ni en la densidad aparente ni en el largo de la fibra de la madera. Concluye que el incremento en desarrollo debido a la fertilización no resulta en madera de inferior calidad.

2.9 RESPUESTA INDIVIDUAL A CADA ELEMENTO

2.9.1 Nitrógeno

Según Herbert (1989) la necesidad de fertilización con Nitrógeno es inversamente proporcional al contenido de Nitrógeno orgánico mineralizable en los horizontes superficiales. Concluye esto de ensayos en suelos con niveles de Carbono orgánico superior al 10%, los cuales no mostraron respuesta significativa al agregado de Nitrógeno, observando una fuerte respuesta en aquellos sitios con baja materia orgánica. También considera que el agua en el suelo es importante para la mineralización del nitrógeno orgánico y puede ser vista la necesidad de fertilizar con nitrógeno en estos sitios secos, a pesar de tener considerables niveles de materia orgánica en horizontes superficiales.

Noble et al (1991) relacionando los contenidos de Carbono orgánico en los suelos y la respuesta relativa a la aplicación de Nitrógeno en términos de área basal a los cuatro años concluye que suelos con bajo Carbono orgánico (< 2%), intermedio (2.5-5%) y alto (> 5%) son respectivamente asociados con el incremento medio de respuesta al aplicar Nitrógeno de 55%, 24% y 5 % respectivamente. (cuadro 1)

2.9.2 Fósforo

Según Herbert (1983) en el suelo C10 (cuadro 1), (clasificado como Lithic Ustochrepts según USDA) correspondiente a suelos de Sudáfrica, la altura y el volumen muestran una continua y significativa respuesta a la aplicación de fósforo (0, 9.5 y 19 gr. P_2O_5 por árbol). Esto indica la importancia de una pronta disponibilidad de Fósforo a la plantación, aún en sitios con altos niveles (37.05 ppm.), evidenciándose además un efecto residual pos plantación. Considera que lo anterior es el resultado del papel del fósforo en el estímulo temprano al desarrollo y colonización de las raíces.

Schonau et al (1975) obtuvo una alta respuesta en todos los parámetros de crecimiento con la aplicación de fósforo para los suelos del cuadro 3. En sitios pobres (Uplands), la respuesta obtenida fue lineal, pero en Canema el efecto en DAP, altura y rendimiento final fueron curvilineos. La aplicación óptima de superfosfato en Canema fue de 130 gr. (22.9 grs. P_2O_5) por árbol. Para esa baja aplicación se obtiene un adicional de 67 tt. de madera por hectárea a los 9 años (representa un incremento del 39%). En Uplands (sitio menos favorable), para obtener una respuesta significativa se requieren de por lo menos 260 grs.

de superfosfato (45.8 grs.P₂O₅) por árbol. Esta aplicación da un adicional de 17 tt. de madera por hectárea a los 8 años (representa un incremento del 23% en estos sitios mas pobres). El fosfato extractable en el suelo de Uplands es 10 veces mayor que en Canema, pero esto no muestra ninguna respuesta en el crecimiento de los árboles, pues Uplands requiere mas altos niveles de fósforo que Canema, el autor considera que esto es debido a los niveles de aluminio en el suelo de Uplands que son muchos mas altos que Canema y este aumento puede causar una gran medida de fósforo fijado.

Herbert (1989) concluye que en suelos donde el nivel de N es muy bajo (0.2% de carbono orgánico), el P tiene un efecto depresivo, y solamente N debe ser aplicado a razón de 20 gr. por planta. Sitios con modestas cantidades de N mineralizable requieren menos P que suelos con alta materia orgánica.

Valeri et al (1991) concluye basado en ensayos realizados en el suelo del cuadro 2, (que llegan a tener un 97 % de arena, en el estado da San Pablo Brasil), que el crecimiento de los arboles se ve favorecido por la aplicación de P en la plantación hasta el año y medio de edad. Después de este período, no se observa mas efecto del P. Basado en esto indica que la evaluación de los niveles críticos de P para un suelo, para un adecuado crecimiento de los Eucalyptus, depende de la edad de los árboles. Esto lo afirma haciendo referencia a Novais que considera el nivel de P para la implantación de Eucalyptus es de 80 ppm en suelos arenosos, luego el nivel crítico de mantenimiento del elemento para el crecimiento de los árboles varía de 6.1 a 6.5 ppm. Basado en lo anterior concluye que en las condiciones de este ensayo el efecto de la aplicación de P en el crecimiento de los árboles hasta el año y medio fue debido al contenido de P del suelo de 11 ppm, muy por debajo del nivel crítico de implantación. Después de este período el mismo estaría encima del nivel crítico de mantenimiento y el P aplicado dejó de influenciar el crecimiento de los árboles.

Valeri et al. (1991) explica que la ausencia de efecto de P aplicado a partir de cierta edad de los árboles, es una consecuencia del crecimiento del sistema radicular, que pasa a absorber el P disponible en horizontes mas profundos.

Según Lelis et al (1988) la exigencia de fósforo por las plantas jóvenes de Eucalyptus es relativamente alta y se reduce con la edad de la planta a medida que mayor volumen de suelo es explorado por las raíces u otros posibles mecanismos como asociación micorrítica, pasan a operar. Este autor indica que en suelos muy pobres en fósforo la aplicación de fertilizantes solubles solamente de manera localizada no atendería las necesidades nutricionales del Eucalyptus.

Así para atender la elevada demanda inicial es imprescindible el uso de fuentes solubles en forma localizada, pero para sustentar el crecimiento superior se debe utilizar una fuente de menor solubilidad.

2.9.3 Potasio

Herbert (1983) analizando respuestas de *E. grandis* a la fertilización en suelo C 10 del cuadro 1 encuentra que solamente el espesor de corteza a la altura del pecho muestra una significativa respuesta a la aplicación de Potasio, pero identifica la importancia de este en las mezclas de fertilizante pues el espesor de corteza esta altamente correlacionado con el volumen y el factor de forma. El autor considera que la importancia del K se debe a su rol en la apertura estomática y translocación de fotosintatos desde las hojas.

Barros et al en suelos ricos en Potasio (0.13 meq /100gr.) no obtienen diferencias significativas entre fertilizar (32 grs. K_2O /planta) y no fertilizar. Consideran que existe la necesidad de fertilizar cuando el suelo dispone de menos de 0.1 meq /100gr. de potasio intercambiable de forma de obtener buenos rendimientos. Los autores duplicaron la biomasa de *E. grandis* a la cosecha (6 años), cuando aplicaron altas cantidades de Potasio en suelos que contenían 0.06 meq /100gr. De la revisión de otras investigaciones concluyen que los *E. grandis* requieren relativamente bajo potasio intercambiable (0.038 meq/100grs.) hasta cuatro meses luego de la plantación, pero estos requerimientos aumentan con la producción de biomasa hasta valores de mantenimiento que oscilan entre 0.08 y 0.23 meq/100grs para mantener un incremento anual entre 10 y 50 m³ por hectárea respectivamente.

Valeri et al (1991) para los suelos del cuadro 2, observaron que las dosis de 20 y 40 grs. por planta de K_2O aplicados en plantación promueven un aumento del volumen de madera con corteza de 43 y 54 % respectivamente, en relación a los tratamientos que no recibieron K_2O . Obtuvieron la máxima eficiencia física en función de la dosis de 36.7 grs. por planta de K_2O , proporcionando un volumen de madera con corteza de 86.7 metros esteros/Há. Los autores consideran que los niveles de K (0.04 meq /100gr.), existentes originalmente en el suelo del presente ensayo estarían debajo de los niveles críticos de mantenimiento, dado que el efecto del K persiste hasta el momento de corta de los árboles. Corroboran lo anterior citando a Novais que considera que los niveles críticos de mantenimiento para *Eucalyptus grandis*, varían de 0.08 a 0.23 meq /100gr.

2.10 INTERACCIONES

2.10.1 N-P

Herbert (1983) analizando ensayos instalados sobre el suelo C10 del cuadro 1 observó que con aplicaciones a una relación N:P de 3:1 se mejoró linealmente el crecimiento de *E. grandis* con la tasa de aplicación, encontrando que todos los parámetros fueron sensibles a niveles desbalanceados de aplicación de N y P, particularmente densidad, área basal y DAP. El autor considera que la altura es menos sensitiva a las altas aplicaciones de N sin el correspondiente nivel de P y que con esto demuestra la gran demanda de N una vez que el sistema radicular de los árboles se ha estabilizado. Se obtuvo un efecto depresivo sobre supervivencia en la aplicación de N sin P que el autor atribuye a quemaduras de raíces, mientras que el efecto depresivo de P sin N puede ser atribuido a la toxicidad del P. Herbert concluye que los mayores niveles de N y P determinaron un aumento de altura total, factor de forma y DAP, mientras que combinados a su menor nivel aumentarían el porcentaje de supervivencia.

2.10.2 P-K

Herbert (1983) encuentra que para los suelos C10 del cuadro 1 aplicaciones de K sin P tienden a incrementar el crecimiento linealmente de *E. grandis* pero no tienen efecto sobre el factor de forma. Exceptuando la supervivencia y el factor de forma el autor considera que se logra una mejora en el crecimiento cuando se fertiliza solo con P. En este ensayo la supervivencia fue incrementada considerablemente aplicando P a niveles bajos (9.5gr P_2O_5 por árbol), pero con esto no se vio respuesta en altura como lo refleja el principal efecto del P. Herbert puntualiza que el balance de los niveles de P y K parecen especialmente importantes para la supervivencia. La respuesta óptima de crecimiento para todos los parámetros en este ensayo fue a P y K a sus niveles mas bajos de aplicación (9.5gr. P_2O_5 y 15 gr. K_2O por árbol respectivamente). Sin embargo el autor considera que aplicaciones de altos niveles de P muestran generalmente buenas respuestas para volumen y crecimiento en altura sobre los controles e indicando la posibilidad de utilizar altas proporciones de fertilizante fosfatado que el óptimo para las mezclas de P y K.



2.10.3 N-K

Herbert (1983) considera que para los suelos C10 del cuadro 1 solamente la supervivencia y el factor de forma (FF) muestran respuesta significativa a N y K que es depresiva con respecto al control. La supervivencia y el FF están significativamente y positivamente correlacionados, pero tienden a responder inversamente al tratamiento fertilizante. En este ensayo el autor observó que aplicar N al nivel mas bajo (13 gr. por árbol) deprime la supervivencia y FF, pero cuando se le añade K contrarresta significativamente este efecto para densidad pero empeora para FF, si se aplica solo K (15 gr. K_2O por árbol) al nivel mas bajo aumenta la supervivencia pero reduce el FF. Herbert concluye que el FF muestra una respuesta negativa a la fertilización con K, a menos que N sea suministrado a altos niveles, el cual restablece el FF como el control

Para el ensayo del cuadro 2 Valeri (1991) no obtuvo efecto aislado del N pero si una interacción de N*K en el crecimiento en altura y diámetro de los arboles. Los efectos de la interacción N*K fueron lineales y o cuadráticos para el K (0, 20 y 40 gr. K_2O por planta) dentro de los 3 niveles de N (0, 20, 40, grs. de N), que variaron en función de la edad de los arboles.

2.10.4 N-P-K

Según Herbert (1983) la interacción N-P-K muestra que a bajos niveles de fertilización (13, 4.15, 12.5 grs por árbol respectivamente) es más importante tener P y K que N y P pero a niveles altos N y P mas que P y K. El autor puntualiza que la mezcla N-P-K 3-1-3 provee los mejores resultados, incrementando el crecimiento con los niveles de aplicación.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se evalúa en el año 1996 los ensayos instalados por la consultora Madimex en el año 1993 para la Dirección Forestal del M.G.A.P. (tercer año de plantación). Dichos ensayos están ubicados en tres sitios, se instalaron en montes de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus globulus ssp. maidenii*, con la finalidad de evaluar los efectos de la fertilización en plantación.

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS SITIOS

Paysandú

Los dos ensayos (*E. grandis* y *E. globulus ssp. maidenii*) fueron instalados sobre Argisoles correspondientes a la unidad Algorta, clasificados por C.O.N.E.A.T. como suelos correspondientes a la zona 9.3(cuadro 4), en el Departamento de Paysandú, en un predio de la empresa IDALEN S.A., ubicada al N del kilómetro 40 de la ruta 90.

La instalación se efectuó sobre laderas con pendientes de aproximadamente 5%.

Anterior a la instalación de los ensayos se realizó durante muchos años agricultura continua de cultivos invernales (trigo y cebada), desconociéndose la historia de fertilización.

Durazno

Los dos ensayos fueron instalados sobre Argisoles correspondientes a la unidad Yi (o Brunosol lúvico correspondiente a la unidad Sarandí de Tejera) clasificados por C.O.N.E.A.T. como suelos correspondientes a la zona 8.7 (cuadro 4), en el Departamento de Durazno, en un predio de la empresa VALFINCO S.A., ubicada en la zona del Carmen aproximadamente a seis kilómetros hacia el sur de la ruta 14.

La instalación se efectuó sobre una ladera, con una pendiente de aproximadamente un 3% que exponía hacia el norte.

Anterior a la instalación de los ensayos este sitio se utilizó como campo natural bajo pastoreo.

Rivera

Los dos ensayos fueron instalados sobre Acrisoles correspondientes a la unidad Rivera, clasificados por C.O.N.E.A.T. como suelos correspondientes a la zona 7.31(cuadro 4), en el Departamento de Rivera, en el establecimiento Santa

María de la empresa COFUSA, el mismo se encuentra ingresando en el kilómetro 465 de la ruta 5 aproximadamente 10 km. hacia el oeste.

La instalación se efectuó sobre laderas con una pendiente de aproximadamente 7 %.

Se desconoce los usos anteriores del sitio.

3.2 ANALISIS QUÍMICO DE LOS SUELOS AL AÑO 3

Técnica de muestreo

A efecto de caracterizar los sitios se extrajeron muestras compuestas de suelo (20 muestras a 0-20 cm. y 10 muestras a 20-40 cm. de profundidad) en las parcelas testigos, simultáneamente a la medición, para ser evaluadas. (cuadro 5)

Métodos de análisis

Fueron analizados los siguientes parámetros:

- pH en H₂O y en KCl
- Bases de intercambio (Ca, Mg y K) extraídas mediante acetato de amonio.
- Materia orgánica mediante método de Walkey-Black.
- Fósforo mediante método de Bray I.

3.3 DISEÑO UTILIZADO EN LA INSTALACIÓN DE LOS ENSAYOS

El diseño experimental aplicado consistente de Bloques al Azar con 3 repeticiones y 8 tratamientos de fertilización. (cuadro 6)

El diseño de los tratamientos de fertilización, está basado en la matriz de fertilización FAO-ANDA, de acuerdo con Gomes y García (1991), considerando 8 combinaciones de fertilización dados por las siguientes formulas:

Tratamiento				Cantidad de nutrientes en gramos por planta			Cantidad de nutrientes en kilogramos por hectárea		
Nº	Formula			N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	2	0	120	20	0	198	33
3	1	2	2	10	120	20	16,5	198	33
4	2	0	2	20	0	20	33	0	33
5	2	1	2	20	60	20	33	99	33
6	2	2	0	20	120	0	33	198	0
7	2	2	1	20	120	10	33	198	16,5
8	2	2	2	20	120	20	33	198	33

De esta forma se estudia la respuesta a cada uno de los 3 nutrientes a niveles no limitantes de los otros 2, incluyendo además un testigo absoluto.

Tamaño de parcelas

El espaciamiento de plantación es de 3 mt. entre hileras y 2 mt. entre plantas. Cada parcela rectangular consta de 42 plantas (6×7), de las cuales las 20 (5×4) centrales son las plantas útiles de la parcela. El resto de las plantas perimetrales (22) constituyen las franjas de aislamiento, utilizadas para disminuir la interferencia entre tratamientos.

Todas las plantas (42) de una parcela reciben el mismo tratamiento de fertilización. A efectos de mediciones y análisis sólo se miden las plantas útiles.

3.4 TECNICAS CULTURALES APLICADAS AL MONTE

Paysandú:

Previo a la preparación de suelos fueron eliminados todos los hormigueros existentes en la zona de plantación y alrededores.

La preparación de suelos consistió en dos pasadas cruzadas de excéntrica, la primera de ellas fue realizada en junio, la segunda en agosto; en septiembre se realizó una pasada de cincel en fajas paralelas coincidentes con la futura fila de plantación.

Siete días antes de la plantación (27/10/93), se realizó una aplicación de Glifosato (Roundup).

En la Plantación (3/11/93) se utilizaron bastones plantadores, marcándose la distancia dentro de las filas con un alambre plantador.

Las plantas utilizadas fueron producidas en el establecimiento, con semilla selecta procedente de Sudáfrica en el caso de *E. grandis* y de Australia en el caso de los *E. globulus ssp. maidenii*.

El control de malezas postplantación se efectuó mediante pasadas de excéntrica en verano del 94 y primavera del 94..

Durazno

Previo a la preparación de suelos fueron eliminados todos los hormigueros existentes en la zona de plantación y alrededores.

La preparación de suelos consistió en tres pasadas de excéntrica, la primera de ellas fue realizada en septiembre, la segunda en octubre y en noviembre se realizó la última pasada.

En la plantación (15/11/93) se utilizaron bastones plantadores, marcándose la distancia dentro de las filas con un alambre plantador.

Las plantas utilizadas fueron producidas en envase de papel (paper pot), utilizando semilla selecta de "Mondy Forest" en el caso de *E. grandis* y en el caso de los *E. globulus ssp. maidenii*. el envase utilizado fue bolsa de polietileno de ocho por quince centímetros, con semilla originaria de Sudáfrica

El control de malezas postplantación se efectuó mediante pasadas de excéntrica en verano del 94 y primavera del 94.

Rivera

Previo a la preparación de suelos fueron eliminados todos los hormigueros existentes en la zona de plantación y alrededores.

La preparación de suelos consistió en una arada con rejas, una pasada de disquera y finalmente un marcador (marca con un surco la fila de plantación).

En la plantación (10/10/93) se utilizaron bastones plantadores, marcándose la distancia dentro de las filas con un alambre plantador.

Las plantas utilizadas de *E. grandis* son de semilla comercial "Mondy Forest" y fueron producidas en envase de papel (paper pot). La semilla de *E. globulus ssp. maidenii*. es procedente de Australia y las plantas fueron producidas en envase de polietileno de ocho por quince centímetros.

El control de malezas postplantación se efectuó mediante pasadas de excéntrica en verano del 94 y primavera del 94.

3.5 MANEJO DE LA FERTILIZACION

Para lograr las formulaciones de cada parcela se utilizaron los siguientes fertilizantes comerciales:

Urea (con 46% de N)
Superfosfato triple (46 % de P_2O_5)
Cloruro de potasio (60% de K_2O)

El fertilizante fué ubicado en todos los ensayos en dos aberturas a cada lado de la planta (20 cm. de distancia), de 18 cm. de largo y a 20 cm. de profundidad, en el momento de la plantación y en una única aplicación.

3.6 MEDICIONES REALIZADAS A LOS ARBOLES AL 3^{ER} AÑO

De los veinte árboles centrales de cada parcela se midió altura total en metros (apreciación al cm.), mediante la utilización de regla telescópica y diámetro a la altura del pecho en centímetros (con apreciación al mm.), mediante la utilización de forcípula.

Las fechas de mediciones fueron las siguientes:

Paysandú: 23/5/96, con una edad del monte de 30 meses

Durazno: 2/1/97, con una edad del monte de 37 meses

Rivera: 20/5/96, con una edad del monte de 30 meses

En Rivera no fue posible medir la altura de la totalidad los árboles del ensayo de *E. Grandis* ya que este había cerrado su dosel, cabe destacar que en los individuos donde se podía determinar la altura, esta sobrepasaba la del instrumento de medición (15m.), por lo que se supone que este ensayo presentaba la mayor altura media.

3.7 EVALUACIONES PREVIAS REALIZADAS POR LA CONSULTORA MADIMEX

Caracterización de los sitios

A tales efectos se realizaron calicatas en zonas contiguas al sitio de cada ensayo. Se describió el perfil observado y se obtuvieron muestras; además se extrajeron muestras compuestas de cada parcela .

Se realizó un análisis químico y textural del perfil y de las muestras de cada parcela. (cuadro 7)

Datos relevados a efectos del estudio

Inmediatamente instalada la plantación se midió:

-Altura total, es decir desde el suelo hasta el ápice del árbol, se registraron los datos con una apreciación de un centímetro. Para ello se utilizó una cinta métrica metálica.

-Diámetro, se tomó una medida a los 5 cm. de altura con una apreciación de medio milímetro, solo se efectuaron mediciones en dos parcelas de cada ensayo.

A los seis meses de plantación se midió altura total y diámetro a la altura del pecho (solo Paysandú y Rivera), en los veinte arboles centrales de cada parcela.

Al año de plantación se midió altura total y diámetro a la altura del pecho en las tres localidades en los veinte arboles centrales de cada parcela.

3.8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA CONSULTORA

Los análisis de supervivencia no mostraron diferencias estadísticas en ninguno de los casos considerados al año de plantación (cuadro 8), probablemente debido al alto error experimental ya que se observaron diferencias importantes en la supervivencia entre localidades, especies y tratamientos, de hasta un 30 % al año. (cuadro 8)

Resultados al año para los parámetros en estudio (diámetro, altura e índice de volumen)

Los resultados encontrados al año de evaluación sobre diámetro, altura e índice de volumen (calculado como altura*diámetro* diámetro) muestran claras diferencias entre las tres localidades estudiadas, siendo los valores mas altos para Rivera seguidos de Paysandú y en último lugar Durazno.

En Durazno se encontró respuesta a los tratamientos en las dos especies y para las tres variables, mientras que en Rivera no se encontró efecto para ninguna de las variables ni de las especies consideradas. En Paysandú se halló respuesta a la fertilización únicamente en *Eucalyptus globulus ssp. maidenii* en altura y diámetro, no así en el índice de volumen. (cuadro 9)

Los coeficientes de variación encontrados fueron similares para las distintas localidades, encontrándose estos entre un 9 y 18 % para diámetro y altura, mientras que para índice de volumen resultaron superiores, alcanzando valores de 48 % mientras que el mas bajo resultó ser de 26%).(cuadro 9)

Se observó en la localidad de Rivera que los valores medios fueron superiores a los de las otras localidades; incluso, la media del tratamiento sin fertilizar en Rivera resultó superior a cualquier media de los tratamientos en las localidades de Paysandú y Durazno. (cuadro 10)

Los incrementos porcentuales entre el tratamiento de mayor promedio y el testigo, fueron siempre superiores para Durazno, medios para Paysandú y menores para Rivera. Para *Eucalyptus grandis*, los incrementos porcentuales fueron algo similares entre Rivera y Paysandú.

En Paysandú solo se encontró respuesta en altura y diámetro en *Eucalyptus globulus ssp. maidenii*. No se encontró una tendencia clara al agregado de nutrientes, Para ambas variables se encontraron diferencias entre fertilizar y no fertilizar, y agregar nitrógeno y fósforo o nitrógeno y potasio. Para altura se encontraron diferencias entre no fertilizar y agregar fósforo y potasio. (cuadro 9)

No se encontraron diferencias entre no fertilizar y la dosis máxima de fertilización para diámetro. Esto podría significar junto con lo señalado en el párrafo anterior, una menor importancia del potasio para el crecimiento en diámetro, pero que resulta importante para el crecimiento en altura. Esto podría deberse a las altas dosis utilizadas.

En Durazno se encontró respuesta lineal al fósforo y nitrógeno para ambas especies y en todas las variables excepto para altura en *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii*. En ambas especies y para todas las variables, el tratamiento de mayor media fué el de máxima fertilización que resulto ser estadísticamente distinto del testigo sin fertilizar. (cuadro 10)

Los coeficientes de regresión de los modelos ajustados muestran una mayor respuesta al nitrógeno que al fósforo, de 3 a 6 veces mayor por gramo de fertilizante incorporado.

Para *Eucalyptus grandis*, no hubo diferencias entre fertilizar con fósforo y potasio (niveles 2) y el testigo para diámetro, pero si la hubo para altura. Esto podría indicar, al igual que lo señalado para *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* en Paysandú, una menor necesidad de potasio para el crecimiento en diámetro, no así para altura.

La respuesta en índice de volumen, resultó porcentualmente mayor, dado que incorpora el mayor crecimiento en ambas variables, diámetro y altura, aunque a los efectos significativos fueron menores, probablemente debido a una mayor variabilidad del error.

Análisis conjunto

La fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio no produjo efecto sobre la supervivencia de las plantas al año de plantación. Este efecto deseado de la fertilización pudo estar enmascarado por una alta variabilidad en los ensayos, particularmente en aquellos donde se encontraron grandes diferencias entre las medias de los tratamientos.

Las diferencias de fertilidad natural de los sitios donde se realizaron los ensayos tuvieron un efecto importante sobre los resultados obtenidos con los tratamientos de fertilización. En Durazno, sitio de peor calidad forestal, la respuesta al agregado de fertilizante se encontró hasta el año de instalado el ensayo.

Por otra parte en los departamentos de Paysandú y Rivera, con mejores suelos y condiciones de crecimiento, se encontró respuesta a la fertilización en los primeros seis meses, mientras que al año el efecto de la fertilización inicial se había perdido. Como excepción, al año aún mantenían diferencias en Paysandú los *E. globulus* ssp *maidenii* para las variables altura e índice de volumen.

Conclusiones realizadas por la consultora al 1^{er} año

No se encontró efecto de la fertilización sobre la supervivencia de los árboles en ninguna de las fechas de evaluación.

Se encontraron diferencias importantes entre localidades en los valores medios de las variables consideradas.

En las localidades de peor calidad forestal (Durazno) el efecto de los tratamientos es más nítido y subsiste al año de plantación, mientras que para los mejores (Rivera y Paysandú) el efecto solo es visible al inicio.

La respuesta a la fertilización no se mantuvo durante todo el período de evaluación, perdiéndose en el departamento de Rivera en ambas especies, mientras que en Paysandú *E. grandis* no mantuvo las diferencias encontradas en la primer fecha de medida. Esta podría ser una manifestación del llamado efecto "Starter" que se produce en la etapa inicial de plantación.

Ambas especies, *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* y *Eucalyptus grandis* respondieron diferencialmente a los seis meses de plantadas, mientras que al año presentaron una respuesta similar a los tratamientos aplicados, corroborando que los efectos sobre una y otra especie no difieren.

La respuesta a la fertilización, donde la hubo, fue mayor para potasio, fósforo y nitrógeno a los seis meses, mientras que al año de evaluación resultó mayor para nitrógeno, luego para fósforo y en último término para potasio. Este último nutriente mostró tener una importancia en el desarrollo en altura de las planta de *Eucalyptus*.

4 RESULTADOS Y DISCUSION DE DATOS AL AÑO 3

Los ensayos fueron analizados mediante la utilización del paquete estadístico SAS. Se realizaron análisis individuales para cada ensayo (determinados por 1 especie en 1 localidad) así como análisis por localidad (integrando ambas especies). Las variables analizadas fueron altura total y diámetro a la altura del pecho (1,3 m), DAP.

Se decidió no incluir la localidad como variable en un modelo conjunto ya que se trata de 3 situaciones de suelo particulares que no necesariamente deben considerarse como representativas de cada región.

En los casos en que se observó efecto tratamiento significativo en el análisis de varianza, se calculó la Diferencia Mínima Significativa al 5% (DMS) para poder realizar comparaciones entre medias y además se realizaron los siguientes contrastes:

Nutriente	Tratamientos							
N	0	0	10	20	20	20	20	20
P	0	120	120	0	60	120	120	120
K	0	20	20	20	20	0	10	20
Contraste	Coefficientes							
Test. vs Fert NPK	-7	1	1	1	1	1	1	1
N0 vs N10 (P120, K20)	0	1	-1	0	0	0	0	0
N10 vs N20 (P120, K20)	0	0	1	0	0	0	0	-1
P0 vs P60 (N20, K20)	0	0	0	1	-1	0	0	0
P60 vs P120 (N20, K20)	0	0	0	0	1	0	0	-1
K0 vs K10 (N20, P120)	0	0	0	0	0	1	-1	0
K10 vs K20 (N20, P120)	0	0	0	0	0	0	1	-1

Los cuadros que se presentan en este capítulo son resúmenes de los resultados del análisis estadístico completo, el cual puede ser consultado en el apéndice

4.1 ANÁLISIS INDIVIDUAL POR ESPECIE

4.1.1 Eucalyptus grandis

4.1.1.1 Altura total

A continuación se presentan los análisis de varianza resumidos para cada una de las 3 localidades (Tabla 1). En Rivera no fue posible medir la altura de los árboles ya que la misma superaba el alcance de las reglas y además el dosel estaba muy cerrado como para poder observar la punta de los árboles.

Tabla 1: Resumen del análisis de varianza de la variable altura en Durazno y Paysandú. *E. grandis*

Fuente de variación	Durazno			Paysandú		
	Cuadr. Medio	Valor F	Pr > F	Cuadr. Medio	Valor F	Pr > F
Bloque	1.664	3.41	0.0623 *	4.514	10.85	0.0014 ***
Tratamiento	0.635	1.30	0.3197	0.302	0.73	0.6538
Error	0.488			0.416		

NOTA: * significativo al 10%, ** significativo al 5%, *** significativo al 1%

Tabla 2: Estadísticas descriptivas del análisis de varianza anterior

	Durazno	Paysandú
Coef. De determinación (r^2)	0.532	0.657
Coef. De variación (%)	11.39	7.43
Raíz del CME (Desv. standard)	0.699	0.645
Altura Media (m)	6.135	8.683

En ambos ensayos se verificó que el efecto tratamiento no fue significativo. El efecto bloque fue significativo lo que sugiere que habían diferencias de suelo entre los mismos.

La mayor altura media fue la de Rivera(aunque no pudo ser medida), seguida por la de Paysandú. El ensayo de Durazno fue el de menor altura, a pesar de que fue medido aproximadamente 6 meses después que los otros dos ensayos.

4.1.1.2 DAP

Tabla 3: Resumen del análisis de varianza de la variable DAP en Durazno, Paysandú y Rivera. *E. grandis*

Fuente de variación	Durazno			Paysandú			Rivera		
	CM	F	Pr > F	CM	F	Pr > F	CM	F	Pr > F
Bloque	0.947	2.46	0.122	1.204	1.59	0.240	0.284	0.52	0.607
Tratamiento	0.902	2.34	0.083 *	0.238	0.31	0.936	0.748	1.36	0.294
Error	0.385			0.759			0.549		

Tabla 4: Estadísticas descriptivas del análisis de varianza anterior

	Durazno	Paysandú	Rivera
Coef. de determinación (r^2)	0.603	0.277	0.430
Coef. de variación (%)	10.23	11.230	6.640
Raíz del CME (Desv. standard)	0.621	0.871	0.741
DAP medio (cm)	6.07	7.760	11.160

Como se observa en la Tabla 3, el efecto tratamiento tuvo un efecto significativo al 10% sobre el DAP en el ensayo de Durazno. Por lo tanto se calculó la DMS al 5% y se realizaron los contrastes descriptos anteriormente.

El orden relativo de los DAP medio en las tres localidades es coincidente con el de la altura (Rivera > Paysandú > Durazno).

Tabla 5: Comparación de las medias de los tratamientos por el método de la DMS para el DAP en el ensayo de *E. grandis* - Durazno.

Tratamiento			DAP (cm) promedio
N	P	K	
20	120	10	6.72 a
20	120	20	6.59 a
20	120	0	6.35 ab
10	120	20	6.30 ab
0	120	20	6.03 abc
20	60	20	6.00 abc
20	0	20	5.41 cb
0	0	0	5.16 c

NOTA: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).
DMS = 1.0781

Los tratamientos con mayores niveles de P y N (120 y 20 gr. respectivamente) fueron los que mostraron mayor crecimiento diamétrico mientras que el testigo sin fertilización fue notoriamente inferior. Se observa una correspondencia entre los mayores valores de DAP promedio y las dosis más altas de fertilización fosfatada.

Tabla 6: Contrastes para el DAP en el ensayo de *E. grandis* - Durazno

Contraste	G.L.	C.M.	Valor F	Pr > F
Test. vs Fert NPK	1	2.847	7.39	0.0167 **
N0 vs N10 (P120, K20)	1	0.112	0.29	0.5982
N10 vs N20 (P120, K20)	1	0.123	0.32	0.5806
P0 vs P60 (N20, K20)	1	0.522	1.35	0.2639
P60 vs P120 (N20, K20)	1	0.522	1.35	0.2639
K0 vs K10 (N20, P120)	1	0.213	0.55	0.4697
K10 vs K20 (N20, P120)	1	0.028	0.07	0.7914

Como se observa, el único contraste significativo fue el que compara el testigo contra el resto de los tratamientos. Esto estaría indicando que el agregado de fertilizante provoca una respuesta importante en diámetro (que se mantiene a los 3 años) la cuál es relativamente independiente de la composición del fertilizante.

4.1.2 Eucalyptus globulus ssp. maidenii

4.1.2.1 Altura total

Tabla 7: Resumen del análisis de varianza de la variable altura en Durazno, Paysandú y Rivera. *E. globulus ssp. maidenii*

Fuente de Variación	Durazno			Paysandú			Rivera		
	CM	F	Pr > F	CM	F	Pr > F	CM	F	Pr > F
Bloque	1.393	7.62	0.006 ***	0.859	1.85	0.193	5.398	7.22	0.007 ***
Tratamiento	0.618	3.38	0.025 **	0.359	0.78	0.618	0.426	0.57	0.769
Error	0.183			0.463			0.748		

Tabla 8: Estadísticas descriptivas del análisis de varianza anterior

	Durazno	Paysandú	Rivera
Coef. de determinación (r^2)	0.735	0.395	0.568
Coef. de variación (%)	5.93	7.77	6.82
Raíz del CME (Desv. standard)	0.428	0.68	0.865
Altura media (m)	7.21	8.75	12.68

Tanto en Durazno como en Rivera se observa un importante efecto bloque sobre la altura, que sugiere la existencia de importantes diferencias de suelo entre los bloques de cada ensayo.

En Durazno, el efecto fertilizante fue significativo al 5% por lo que se profundizó el análisis en esta localidad (DMS y contrastes).

Tabla 9: Comparación de las medias de los tratamientos por el método de la DMS para altura en el ensayo de *E. globulus ssp. maidenii* - Durazno.

Tratamiento			Altura (m) promedio
N	P	K	
20	120	20	7.87 a
10	120	20	7.60 ab
20	60	20	7.57 ab
0	120	20	7.20 ab
20	120	0	7.07 bc
20	120	10	6.98 bc
20	0	20	6.97 bc
0	0	0	6.44 c

NOTA: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).
DMS = 0.749

Se observa que la dosis máxima de fertilización se corresponde con la mayor altura promedio, la cual fue un 22,3 % superior al testigo, donde se obtuvo la menor altura.

Tabla 10: Contrastes para altura en el ensayo de *E. globulus ssp. maidenii* - Durazno

Contraste	G.L.	C.M.	Valor F	Pr > F
Test. vs Fert NPK	1	2.055	11.23	0.0047 ***
N0 vs N10 (P120, K20)	1	0.236	1.29	0.2751
N10 vs N20 (P120, K20)	1	0.107	0.58	0.4578
P0 vs P60 (N20, K20)	1	0.534	2.92	0.1096
P60 vs P120 (N20, K20)	1	0.135	0.74	0.4048
K0 vs K10 (N20, P120)	1	0.012	0.07	0.8004
K10 vs K20 (N20, P120)	1	1.188	6.49	0.0232 **

Nuevamente aparece un claro efecto ($p < 0.01$) de los tratamientos con fertilización en relación al testigo. El contraste entre el tratamiento con 10 gr. de K versus el de 20 gr. (a niveles constantes de N y P) resultó significativo al 5%.

4.1.2.2 DAP

Tabla 11: Resumen del análisis de varianza de la variable DAP en Durazno, Paysandú y Rivera. *E. . globulus ssp. maidenii*

Fuente de variación	Durazno			Paysandú			Rivera		
	CM	F	Pr > F	CM	F	Pr > F	CM	F	Pr > F
Bloque	1.423	5.04	0.023 **	1.047	2.65	0.106	0.971	1.05	0.375
Tratamiento	0.98	3.46	0.023 **	0.488	1.24	0.347	0.45	0.49	0.828
Error	0.284			0.395			0.922		

Tabla 12: Estadísticas descriptivas del análisis de varianza anterior

	Durazno	Paysandú	Rivera
Coef. de determinación (r^2)	0.71	0.499	0.283
Coef. de variación (%)	8.009	7.42	8.69
Raíz del CME (Desv. standard)	0.53	0.628	0.96
DAP medio (cm)	6.65	8.47	11.048

En el ensayo de Durazno, nuevamente se detecta un efectos tratamiento significativo ($p < 0.05$). Al igual que en todos los casos anteriores, para ambas especies y en las dos variables (altura y DAP) el desarrollo de los árboles es mayor en Rivera, luego en Paysandú mientras que en Durazno se registra siempre el peor comportamiento. Esto refleja una clara diferencia entre los sitios principalmente, aunque pueden haber también efectos del manejo.

Tabla 13: Comparación de las medias de los tratamientos por el método de la DMS para el DAP en el ensayo de *E. globulus ssp maidenii* - Durazno.

Tratamiento			DAP(cm)	
N	P	K	Promedio	
20	120	20	7.52	a
20	60	20	7.04	ab
10	120	20	6.95	ab
20	120	0	6.73	ab
0	120	20	6.61	ab
20	120	10	6.45	bc
20	0	20	6.32	bc
0	0	0	5.58	c

NOTA: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).
DMS = 0.9326

Al igual que lo observado para la variable altura en esta misma especie y localidad, se observa que el tratamiento con la combinación máxima de nutrientes es el de mayor DAP mientras que el testigo el de menor DAP. Sin embargo, en términos porcentuales, la respuesta en DAP es mayor que en altura (34,7% versus 22.3%, respectivamente).

Tabla 14: Contrastes para DAP en el ensayo de *E. globulus ssp maidenii* - Durazno

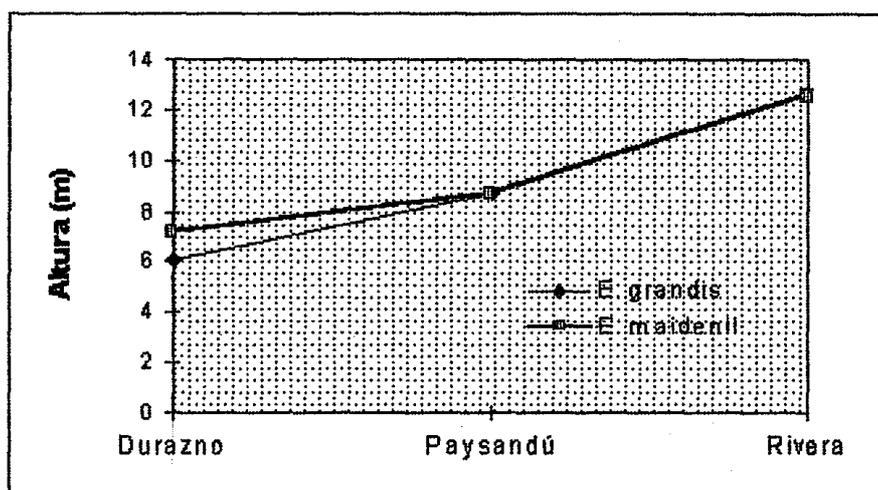
Contraste	G.L.	C.M	Valor F	Pr > F
Test. vs Fert NPK	1	3.895	13.73	0.0023 ***
N0 vs N10 (P120, K20)	1	0.170	0.60	0.4516
N10 vs N20 (P120, K20)	1	0.493	1.74	0.2085
P0 vs P60 (N20, K20)	1	0.763	2.69	0.1232
P60 vs P120 (N20, K20)	1	0.350	1.24	0.2850
K0 vs K10 (N20, P120)	1	0.118	0.41	0.5300
K10 vs K20 (N20, P120)	1	1.728	6.09	0.0271 **

Los mismos contrastes que resultaron significativos para altura (testigo vs. fertilizados y K10 vs K20), también lo fueron para DAP y a los mismos niveles de significancia (1 y 5% respectivamente).

4.2 ANÁLISIS POR LOCALIDAD

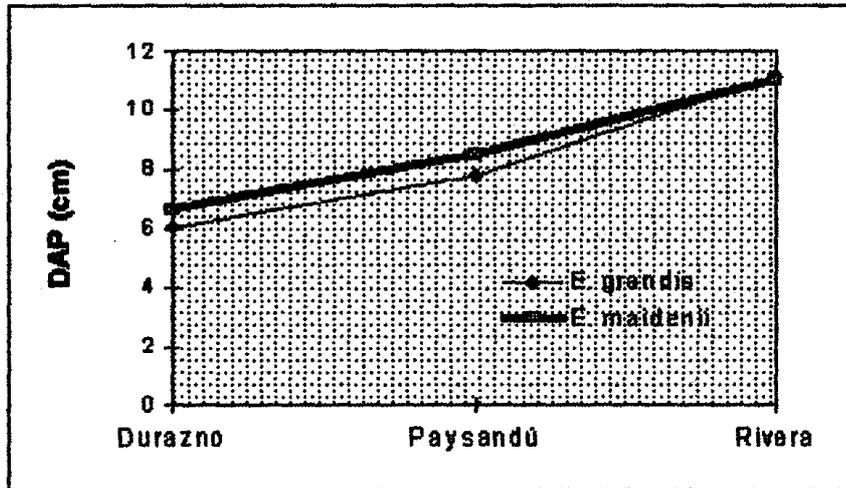
Antes de analizar los resultados desde el punto de vista estadístico, se estudia el comportamiento de los parámetros evaluados (altura y DAP) en cada especie y en los distintos ambientes (Figuras 1 y 2).

Figura 1: Comportamiento de la altura de ambas especies en los distintos ambientes



En la Figura 1 se observa la altura promedio de *E. globulus ssp. maidenii* en los tres ambientes y la de *E. grandis* en Durazno y Paysandú. Si bien falta el dato de altura de *E. grandis* en Rivera, como se dijo anteriormente, este no pudo ser recabado porque muchos de los árboles presentaban una altura mayor al alcance de la regla que se disponía (15 m.) por lo que puede asumirse que la altura promedio era notoriamente superior a la de *E. globulus ssp. maidenii*. Si tuviéramos el punto de *E. grandis* - Rivera en la gráfica ubicado por encima del de *E. globulus ssp. maidenii* para esa localidad, veríamos como se cruzan las líneas de las especies, indicando una gran interacción genotipo (especie) - ambiente (localidad).

Figura 2: Comportamiento del DAP de ambas especies en los distintos ambientes



En el caso del DAP, si bien las líneas no son totalmente paralelas, se observa una respuesta bastante similar de ambas especies al ambiente.

Para el análisis estadístico conjunto de ambas especies en cada localidad se incluyeron en el modelo, además de los términos "bloque" y "tratamiento", los de "especie" y "especie * tratamiento (interacción)".

4.2.1 Durazno

4.2.1.1 Altura total

El análisis de varianza de la altura del ensayo de Durazno se presenta a continuación:

Tabla 15: Resumen del análisis de varianza de la variable Altura en Durazno. *E. grandis* - *E. globulus ssp. maidenii*

Fuente de variación	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Bloque	0.318	0.64	0.5334
Especie	13.90	28.03	0.0001 ***
Tratamiento	0.945	1.91	0.1036
Especie * Tratamiento	0.307	0.62	0.7361
Error	0.496		

R²: 0.61 C.V.(%): 10.55 Desv. standard: 0.704 Altura media: 6.67

La única fuente de variación significativa ($p < 0.01$) es la especie siendo la altura promedio de *E. grandis* de 6.13 m mientras que la de *E. globulus ssp. maidenii* fue de 7.21m. El mayor crecimiento en altura de *E. globulus ssp. maidenii* respecto a *E. grandis* observado en esta localidad es contrastante con lo observado en Rivera en donde no fue posible medir esta última especie, la cuál presentaba un desarrollo en altura muy superior al de *E. globulus ssp. maidenii* (que promedió 12.68 m).

4.2.1.2 DAP

Tabla 16: Resumen del análisis de varianza de la variable DAP en Durazno. *E. grandis* - *E. globulus ssp. maidenii*

Fuente de variación	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Bloque	0.149	0.32	0.7266
Especie	4.054	8.80	0.0059 ***
Tratamiento	1.614	3.50	0.0073 ***
Especie * Tratamiento	0.268	0.58	0.7648
Error	0.461		

R²: 0.56 C.V.(%): 10.67 Desv. standard: 0.678 DAP medio: 6.36

El análisis de varianza nos indica que tanto el efecto especie como el efecto tratamiento fueron altamente significativos ($p < 0.01$). El DAP promedio de *E. globulus ssp maidenii* fue de 6.65 cm. mientras que el de *E. grandis* fue de 6.07 cm.

En esta sección no se realizan comparaciones de medias por el método de la DMS ya que no tendría sentido comparar DAP promediados de ambas especies. Sin embargo, es importante conocer la significancia de los distintos contrastes.

Tabla 17: Contrastes para DAP en el análisis conjunto de *E. globulus ssp maidenii* - *E. grandis* (Durazno)

Contraste	G.L	C.M	Valor F	Pr > F
Test. vs Fert NPK	1	6.700	14.55	0.0006 ***
N0 vs N10 (P120, K20)	1	0.279	0.61	0.4425
N10 vs N20 (P120, K20)	1	0.555	1.20	0.2812
P0 vs P60 (N20, K20)	1	1.274	2.77	0.1067
P60 vs P120 (N20, K20)	1	0.864	1.88	0.1810
K0 vs K10 (N20, P120)	1	0.007	0.02	0.9027
K10 vs K20 (N20, P120)	1	0.658	1.43	0.2414

De estos contrastes puede concluirse que el efecto del agregado de fertilizantes (con relativa independencia de su formulación) provoca un importante efecto sobre el desarrollo diamétrico de los árboles mientras que este no era tan evidente en el desarrollo en altura.

4.2.2 Paysandú

4.2.2.1 Altura total

Tabla 18: Resumen del análisis de varianza de la variable Altura en Paysandú. *E. grandis* - *E. globulus ssp maidenii*

Fuente de variación	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Bloque	1.108	1.6	0.2195
Especie	0.058	0.08	0.7744
Tratamiento	0.427	0.62	0.7389
Especie * Tratamiento	0.233	0.34	0.9310
Error	0.694		

R²: 0.249 C.V.(%): 9.56 Desv. standard: 0.833 Altura media: 8.72

A diferencia de lo observado en Durazno, la fuente de variación especie no fue significativa, presentando una altura *E. globulus ssp maidenii* de 8.75 m., muy similar a la de *E. grandis* (8.68 m.).

4.2.1.2 DAP

Tabla 19: Resumen del análisis de varianza de la variable DAP en Paysandú.
E. grandis - *E. globulus ssp maidenii*

Fuente de variación	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Bloque	0.167	0.25	0.7827
Especie	6.142	9.07	0.0052 ***
Tratamiento	0.426	0.63	0.7283
Especie * Tratamiento	0.301	0.44	0.8662
Error	0.677		

R²: 0.36 C.V.(%): 10.14 Desv. standard: 0.823 DAP medio: 8.11

En relación al DAP, si bien el efecto tratamiento continúa siendo no significativo en esta localidad, se observa sí un importante efecto especie. El DAP promedio de *E. globulus ssp maidenii* fue de 8.47 cm. mientras que el de *E. grandis* fue de 7.76 cm.

4.2.3 Rivera

En el ensayo de Rivera, al no disponerse de los datos de altura, el análisis conjunto de ambas especies se realiza solo para la variable DAP.

Tabla 20: Resumen del análisis de varianza de la variable DAP en Rivera.
E. grandis - *E. globulus ssp maidenii*

Fuente de variación	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Bloque	1.151	1.66	0.2073
Especie	0.139	0.20	0.6580
Tratamiento	0.617	0.89	0.5263
Especie * Tratamiento	0.580	0.84	0.5656
Error	0.693		

R²: 0.342 C.V.(%): 7.50 Desv. standard: 0.833 Altura media: 11.10

En esta localidad no se observa efecto significativo ni de la especie ni de los tratamientos.

5 CONCLUSIONES

Al tercer año de plantación se encuentran diferencias importantes en el comportamiento de los árboles entre localidades. Los valores medios para las variables analizadas (DAP y altura), para las dos especies en estudio fueron superiores en Rivera, seguidas por Paysandú mientras que en Durazno se registra siempre el peor comportamiento. Esto refleja principalmente una clara diferencia entre los sitios, aunque pueden haber también efectos del manejo. Cabe recordar que la altura de *E. grandis* en Rivera no fue posible ser medida pero se supone que es mayor que en el resto de las localidades.

En las localidades de Durazno y Paysandú al tercer año de plantación los parámetros altura y DAP son mayores para *E. maidenii* que para *E. grandis*, mientras que en Rivera los parámetros de *E. grandis* son superiores a los de *E. globulus ssp. maidenii*.

En Durazno (sitio de peor comportamiento) se observan los mayores efectos de fertilización. Los incrementos porcentuales de los tratamientos de mayor promedio respecto al testigo son siempre mayores para Durazno, siendo estos valores de DAP para *E. grandis* y *E. globulus ssp. maidenii* de 30.4 y 34.7% respectivamente y para altura de 24.4 y 22.3 % respectivamente. Los tratamientos para ambas especies tienen un mayor efecto en el DAP que en la altura (tabla 15 y 16)

Para *E. globulus ssp. maidenii* solo hubo efecto significativo de los tratamientos sobre la altura para la localidad de Durazno ($p < 0.05$). En este sitio se observa que la dosis máxima de fertilización (20-120-20) se corresponde con la mayor altura promedio, la cual fue un 22,3 % superior al testigo, donde se obtuvo la menor altura. El testigo sin fertilización fue notoriamente inferior ($p < 0.01$), lo que indica que el agregado de fertilizante provoca una respuesta importante en altura (que se mantiene a los 3 años) la cuál es relativamente independiente de la composición del fertilizante. El contraste entre el tratamiento con 10 gr. de K versus el de 20 gr. (a niveles constantes de N y P) resultó significativo al 5%, que estaría indicando el requerimiento de fertilización potásica de 20 o más gr. por planta para lograr mayores alturas.

Para *E. globulus ssp. maidenii* solo hubo efecto significativo de los tratamientos sobre el DAP para la localidad de Durazno ($p < 0.05$). Al igual que lo observado para la variable altura en esta misma especie y localidad, se observa que el tratamiento con la combinación máxima de nutrientes es el de mayor DAP mientras que el testigo el de menor DAP. Sin embargo, en términos

porcentuales, la respuesta en DAP es mayor que en altura (34,7% versus 22.3%, respectivamente).

Los mismos contrastes que resultaron significativos para altura (testigo vs. fertilizados y K10 vs K20), también lo fueron para DAP y a los mismos niveles de significancia (1 y 5% respectivamente), lo que indicaría nuevamente la necesidad de fertilización con énfasis en el potasio para lograr mayores diámetros al tercer año.

Solo hubo efecto significativo de los tratamientos sobre el DAP de los *E. grandis* para la localidad de Durazno. Los tratamientos con las dosis mas altas de fertilización nitrogenada y fosfatada (20 y 120 gr. respectivamente) fueron los que mostraron mayor crecimiento diamétrico. El testigo sin fertilización fue notoriamente inferior ($p < 0.05$), lo que indica que el agregado de fertilizante provoca una respuesta importante en diámetro (que se mantiene a los 3 años).

Para las localidades de Rivera y Paysandú no se observa estadísticamente efecto alguno de los tratamientos en los parámetros estudiados para las dos especies en estudio.

Para *E. grandis* no hubo efecto significativo de los tratamientos en la altura total en ninguna de las localidades. La mayor altura observada fue la de Rivera seguida de la de Paysandú y en último lugar Durazno.

El orden relativo de los DAP medio en las tres localidades es coincidente con el de la altura (Rivera > Paysandú > Durazno).

Respecto a los cambios ocurridos en los suelos en el tiempo bajo forestación, no surge una tendencia clara en la comparación de los valores de pH, materia orgánica y fósforo de los análisis del año 0 vs. el año 3. Probablemente esto se deba a errores de análisis o muestreo de las muestras de suelo analizadas.

Limitantes del trabajo

Distribución de los bloques

En la mayoría de los ensayos y mas notoriamente en Rivera se observa una distribución de los bloques en forma de una larga fila de una parcela de ancho por ocho de largo que corre paralela a un obvio gradiente de fertilidad, hacia arriba (o abajo) de la pendiente.

Para evitar esta excesiva variación intra-bloque, estos deberían ser mas compactos, menos largos o en su defecto dispuestos en forma perpendicular a la pendiente.

Desuniformidades dentro de los bloques

Se observan desuniformidades dentro de los bloques como parcelas ubicadas en bajos inundables y otras en sitios altos dentro del mismo bloque, esto induce a elevar el error experimental.

Para disminuir este error se deberían escoger suelos mas homogéneos y/o aumentar el número de repeticiones.

Control de malezas

El control de malezas postplantación fue mecánico, no se tiene certeza de la efectividad de este método ni como fue practicado, lo que puede llevar a enmascarar parte del efecto del fertilizante. Actualmente la practica mas difundida en la eliminación de malezas es el control químico por considerarse mas efectivo. Por tanto se debería haber controlado químicamente las malezas, de forma que el ensayo fuera representativo de la situación nacional y al mismo tiempo se concentrara el efecto del fertilizante sobre las plantas forestales mediante un efectivo control de malezas.

Representatividad de los sitios

Se desconocen detalles de usos anteriores de los suelos e historia de fertilización (Rivera y Paysandú), esto impide en cierta forma caracterizar correctamente los sitios para poder extrapolar los resultados obtenidos a plantaciones futuras.

La zona de Durazno donde se instaló uno de los ensayos (correspondiente a la clasificación C.O.N.E.A.T. 8.7), ocupa un área poco importante de los actuales emprendimientos forestales, sería mas útil haber incluido en este ensayo suelos más representativos de las actuales forestaciones.

Análisis de suelos de la consultora

Los análisis de suelo de la consultora presentan valores que llaman la atención como ser diferencias muy marcadas entre análisis de tomas compuestas y de tomas de la calicata de un mismo sitio.

6 RESUMEN

Se analizan los resultados obtenidos al tercer año en ensayos de fertilización a la plantación de *E. globulus ssp. maidenii* y *E. grandis*. Los ensayos fueron instalados en 3 tipos de suelo (Grupos CONEAT 9.3, 8.7 y 7.31), evaluándose la respuesta en crecimiento frente a 8 combinaciones de N, P y K.

En las localidades de Rivera y Paysandú (suelos 7.31 y 9.3 respectivamente) no se constataron respuestas significativas al agregado de nutrientes ni en el DAP ni en la altura total, en ambas especies.

En el ensayo de Durazno (suelos 8.7) se obtuvieron diferencias significativas en el DAP de las dos especies así como en la altura de *E. globulus ssp. maidenii*. En esta especie, la dosis máxima de fertilización (20-120-20) determino un altura 22.3% superior a la alcanzada en las parcelas testigo.

Los valores medios para el DAP y la altura en ambas especies fueron superiores en Rivera seguidos por Paysandú, mientras que en Durazno se registro el peor comportamiento.

En las localidades de Durazno y Paysandú, *E. globulus ssp. maidenii* presento un mayor crecimiento que *E. grandis* tanto en DAP como en altura, mientras que en Rivera, el desarrollo de *E. grandis* fue superior al de *E. globulus ssp. maidenii*.

7 SUMMARY

The results obtained, in the third year of fertilising at planting trials of *Eucalyptus globulus ssp. maidenii* and *Eucalyptus grandis*, are analysed. These trials were conducted on 3 types of soils (CONEAT Groups 9.3, 8.7 and 7.31) and the response on growth of 8 combinations of N, P and K. evaluated.

In the trials of Rivera and Paysandú (7.31 and 9.3 soils respectively) significant responses to the nutrients added were not registered neither on D.B.H. nor on total height, for both species.

At the Durazno trial (8.7 soils), significant differences on D.B.H. were achieved for both species and also on the height of *E. globulus ssp. maidenii*. In this species, the highest doses of fertilising (20-120-20) determined a total height 22.3% greater than those achieved in the control plots.

The mean values of the D.B.H. and the total height for both species were higher in Rivera, followed by those of Paysandú, while in Durazno the worst tree performance was registered.

In the locations of Durazno and Paysandú, *E. globulus ssp. maidenii* showed better growth than *E. grandis* in both D.B.H. and height, while in Rivera the performance of *E. grandis* was better than that of *E. maidenii*.

8 BIBLIOGRAFIA

- 1) COELHO, L.C., DAMIN DA SILVA, H., Y POGGIANI, F., 1983: Eficiencia de utilizacao de nutrientes em cinco especies de Eucalyptus. Boletim de pesquisas florestais 6/7 : 1-8**
- 2) COELHO, L.C., DAMIN DA SILVA, H., Y POGGIANI, F., 1983: Biomassa, concentracao e conteúdo de nutrientes em cinco especies de Eucalyptus plantadas em solos de baixa fertilidade. Boletim de pesquisas florestais 6/7 : 9-25**
- 3) DALLA TEA , F. Y MARCÓ, M.A. Respuesta del Eucalyptus grandis a la aplicación de fertilizantes en suelos arenosos del N.E. de Entre Ríos Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Concordia**
- 4) DONALD D.G.M. 1977: Silvicultural practices influencing harvesting. South African Forestry Journal nº101 : 13-19**
- 5) Donald D.G.M., Jacobs C. y Milani M.Y. Comparison between a commercial fertiliser prescription and soluble and granular forms of 2:3:2 and 3:2:1 with and without trace elements as applied to E. grandis seedlings. South African Forestry Journal nº 161 : 27-29.**
- 6) DONALD, D.G.M. y SCHUTZ, C.J. 1977: The response of Eucalyptus to fertilizer application at planting: The Louws Creek Trial. Suid Afrikaanse Bosboutydskrif nº 102 : 23-28**
- 7) FÉLIX DE BARROS N., FERREIRA R., LELIS P.G., LIMA J.C. y TEIXEIRA J. L 1988: Producao de biomassa e absorcao de nutrientes em Eucalyptus grandis influenciados pela aplicacao de fosfato natural em solos de cerrado. Revista Árvore 2 : 165-182**

- 8) HERBERT M.A. Y SCHONAU A.P.G. 1989: Fertilising commercial forest species in Southern Africa: Research progress and problems (part 2). South African Forestry Journal nº 151 : 58-70.
- 9) HERBERT, M.A. 1983: The response of Eucalyptus grandis to fertilising with Nitrogen, Phosphorus, Potassium and dolomitic lime on a Mispah soil series. South African Forestry Journal nº 124 : 4-12
- 10) HERBERT, M.A. 1990: Fertilizer/site interactions on the growth and foliar nutrient levels of Eucalyptus grandis. Forest Ecology and Management 30 : 247-257.
- 11) HERBERT, M.A., y SCHONAU, A.P.G., 1990: Fertilising commercial forest species in Southern Africa: Research progress and problems (part 2). South African Forestry Journal nº 152 : 34-42.
- 12) LOUZADA, P., 1992: Use of fertilizer in Eucalyptus plantations: Response to applications and consumption evolution. IPEF 2 : 25-30
- 13) NOBLE A.D. y HERBERT M. A 1991: Influence of soil organic matter content on the responsiveness of Eucalyptus grandis to nitrogen fertiliser. South African Forestry Journal nº 156 : 23-27
- 14) PRADO, J.A. y ROJAS, P. 1987: Preparación del sitio y fertilización en el establecimiento de plantaciones de Eucalyptus globulus en la zona semiárida de Chile. Infor Chile 1 : 18-27
- 15) PRICHET, W. 1991: Suelos forestales, propiedades, conservación y mejoramiento . México, Editorial Limusa, 634p.

- 16)SCHONAU A.P.G 1977: Initial responses to fertilizing *Eucalyptus grandis* at planting are sustained until harvesting Suid Afrikaanse Bosboutydskrif n° 100 : 72-80
- 17)SCHONAU A.P.G. y PENNENFATHER M. 1975: A first account of profits at harvesting as a result of fertilizing *Eucalyptus grandis* at time of planting in Southern African. South African Forestry Journal n° 94:29-35
- 18)SCHONAU A.P.G. Y HERBERT M.A. 1983: Relationship between growth rate, fertilizing and foliar nutrient concentrations for *Eucalyptus grandis*; preliminary investigations. Fertilizer research 4: 369-380.
- 19)SCHONAU, A.P.G., VERLOREN VAN THEMAAT, R. y BODEN D.I.. 1981: The importance of complete site preparation and fertillising in the establishment of *Eucalyptus grandis*. South African Forestry Journal n° 116:1-10.
- 20)SCHUTZ C.J. 1976: Fertilization of fast-growing pines and *Eucalyptus* in South Africa. South African Forestry Journal n° 98 : 44-47
- 21)VALERI S.V., AGUIAR L., CORRADINI L. y ALVARENGA S.F. 1993: The effects of phosphorus and dolomitic lime on the production and volumetrical conversion factors of *Eucalyptus grandis* wood. South African Forestry Journal n° 164 : 55-57.
- 22)VALERI, S. V., CORRALDINI, L. y AGUIAR, I. B., 1991:Efeitos de níveis de NPK e calcário dolomítico na producao volumétrica de madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Científica, Sao Paulo 19 n°1: 63-70
- 23)WALTERS GERALD A. Influence of fertilizer on early growth of saligna *Eucalyptus* in Hawaii Tree Planters Notes U.S. Departament of Agriculture.Forest service 33 N° 2

Cuadro 1

Ensayo	Cationes Intercambiables cmol / kg					P (mg/kg)	C.orgánico (%)	pH KCl	Textura (%)		
	Ca	Mg	K	Na	Al				Arcilla	Limo	Arena
C.10	4,8	3,03	0,88	0,01	0,89	37,05	2,3	4,21	38	11	51
C.13	2,24	3,6	0,03	0,05	0,63	5,28	4,5	4,5	60	23	17
C.17	1,36	0,96	0,08	0	2,63	4,52	5,6	4,24	47	16	37
C.29	0,82	0,45	0,11	nd*	nd	0,33	10,1	3,98	61	22	17

*nd = no determinado

Ensayo	Clasificación USDA
C.10	Litic Ustochrepts
C.13	Typic Haplustox
C.17	Typic Haplustox
C.29	Typic Haplohumox

Cuadro 2

Clima : Predominancia de lluvias en verano e invierno relativamente seco
Granulometría: Predominio de arena Quartzosa

Analisis quimico

pH	%C	K	P	Al ³⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
			ppm		meq / 100 ml de suelo	
5,6	0,6	16	11	0,8	0,17	0,44

Cuadro3

Datos analíticos								
Descripción		Canema				Uplands		
Horizonte		A1	B21	B22	B23	A1	B21	B22
Distribución del tamaño de partículas %	Arena	65,60	62,40	66,60	60,40	40,60	35,00	29,80
	Limo	13,40	15,00	9,40	7,20	16,80	14,80	13,20
	Arcilla	21,00	22,60	24,00	32,40	42,80	50,20	57,00
Cationes extractables meq/100 g suelo	Na	0,30	0,25	0,27	0,22	0,32	0,28	0,33
	K	0,06	0,04	0,03	0,03	0,11	0,10	0,05
	Ca	0,41	0,41	0,50	0,41	1,20	1,00	0,82
	Mg	0,14	0,12	0,09	0,15	0,75	1,67	3,04
	Valor S	0,91	0,82	0,89	0,81	2,38	3,05	4,24
C.I.C., meq/100 g suelo		6,72	5,84	5,07	5,17	23,41	14,97	13,95
% Saturación en bases		13,50	14,00	17,60	15,70	10,20	20,40	30,40
P Extractable, ppm		2,00	0,75	0,75	2,00	2,00	7,00	5,00
Al intercambiable en KCl, meq/100g		1,48	0,58	0,23	0,00	2,48	0,75	0,05
pH, KCl		4,30	4,50	4,70	5,30	4,00	4,30	4,50
pH, H2O		4,90	4,80	5,00	5,40	4,30	5,00	4,90
Series de suelos		Cleveland				Doveton		
Lluvias anuales		990 mm				970 mm		
Altitud		1050 mt.				850 mt.		
Temperatura						1° C menos		
Grado de erosión		Altamente erosionado				Medianamente erosionado		

Cuadro 4

Clasificación C.O.N.E.A.T. de los suelos del ensayo.

Grupo 7.31

Se localiza en los alrededores de la ciudad de Rivera, sobre las Rutas 5, 27 y 30 hasta Tranqueras.

El material geológico lo forman areniscas rojas, poco litificadas, apoyadas sobre areniscas de Tacuarembó.

El relieve está constituido por colinas sedimentarias no rocosas, con pendientes de 6-10%.

Los suelos dominantes son Acrisoles Ocrícos Típicos (Praderas Arenosas rojas) muy profundos, de color pardo rojizo, textura arenosa franca, bien drenados y fertilidad extremadamente baja.

Asociados, aparecen Acrisoles Ocrícos Albícos muy profundos de color pardo oscuro, textura franco arenosa, bien drenados y fertilidad extremadamente baja.

Se puede hacer agricultura con medidas muy intensivas de conservación, largas rotaciones con praderas y cuidando la toxicidad del aluminio. Actualmente se hacen cultivos especiales (tabaco y sandía) y de verano (maíz). Asimismo hay excelentes montes de eucalyptus.

Grupo 8.7

Se localiza en el Depto. de Durazno; áreas significativas de este grupo que se encuentran en el empalme de la Ruta 5 y el camino al poblado de Puglia.

Otras áreas se encuentran ocupando las lomas de los interfluvios desarrollados sobre sedimentos devonianos.

El relieve es de lomadas suaves y fuertes, con pendientes entre 3 y 6%.

El material madre consiste de areniscas y arcosas, a veces recubiertas por un débil manto de sedimentos limo arcillosos cuaternarios.

Los suelos son Brunosoles Subéutricos/Dístricos Lúvicos (Típicos) (Praderas pardas máximas), profundos, de color pardo y pardo oscuro, textura franca y franca arenosa, a veces ródicos bien drenados y de fertilidad media y algo baja.

La vegetación es algo superior a la normal de la zona 8, sobre todo en las partes con delgados recubrimientos cuaternarios. Se puede hacer agricultura con medidas de conservación en las laderas de mayor pendiente.

Grupo 9.3

Las áreas de mayor extensión se localizan en el departamento de Paysandú, siendo de destacar la gran región que se desarrolla al este de Porvenir, observable por ruta 90 y extendida hacia el sur (comprendiendo, en los alrededores de Piedras Coloradas, las plantaciones forestales de la Caja

Notarial), Algorta y la región localizada en los alrededores de Quebracho (Colonia Ross de Oger) y Palmar del Quebracho.

En el departamento de Río Negro se expresa significativamente en los alrededores de Greco y en el departamento de Soriano, en extensiones dispersas que comienzan al suroeste de la ruta 2, a la altura de Risso-Egaña hasta las proximidades de la ciudad de Mercedes.

En el departamento de Durazno es reconocida en pequeñas áreas en los alrededores del poblado Alvarez.

El material geológico corresponde a arenisvas con cemento arcilloso frecuentemente de tonos rosados, a veces de tonos rojizos o blancos grisáceos.

El relieve en general es suavemente ondulado con predominio de 1 a 3 % de pendiente. Es una combinación de laderas extendidas de 1-2 % de pendiente, predominando sobre laderas de disección de mayor convexidad y pendiente (3a 5%), que corresponden a las litologías más gruesas del sedimento.

Los suelos predominantes corresponden a Planosoles Districos Ocrícos, a veces Melánicos y Argisoles Districos Ocrícos Abrúpticos, a veces Típicos (Planosoles arenosos, Praderas Planosólicas y Praderas Pardas máximas arenosas).

El color de los horizontes superiores es pardo grisáceo oscuro, la textura es arenosa franca y son de fertilidad baja e imperfectamente drenados.

En las laderas de mayor convexidad y pendiente, los Planosoles Districos Ocrícos presentan mayor espesor de horizonte A, de color pardo grisáceo, textura arenosa y fertilidad muy baja.

Como asociados, en laderas medias y bajas de pendiente máxima de 1% existen Brunosoles Subeútricos, a veces Districos Típicos y Lúvicos (Praderas Pardas medias y máximas). Son de color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, fertilidad media y drenaje moderadamente bueno a imperfecto.

El uso predominante es pastoril y la vegetación es de praderas estival en general con baja densidad de malezas aunque casi siempre con la presencia de *Paspalum quadrifarium* en los bajos y concavidades húmedas y *Andropogon* y *Schizachyrium* en las laderas. Existen áreas bajo cultivo, fundamentalmente de verano, dependiendo la densidad de los mismos de la localización geográfica de la unidad.

Este grupo lo integra la unidad Algorta y la unidad Cuchilla del Corralito (dpto. de Soriano) en la carta a escala 1:1000.000 (D.S.F.).

Cuadro 5
Analisis de suelo al año 3
Durazno

Localidad	Especie	Bloque	Profundidad	P (ppm)	K (Meq/100grs)	Na(Meq/100grs)	Ca (Meq/100grs)	Mg (Meq/100grs)	pH (agua)	pH (KCl)	M.O.
Durazno	Grandis	1	0-20	9,3	0,3	0,38	4,31	2,01	5,6	4,15	3,00
Durazno	Grandis	2	0-20	7,6	0,38	0,23	3,28	1,63	5,19	3,9	3,17
Durazno	Grandis	3	0-20	11,2	0,56	0,23	5,36	2,06	5,48	4,14	4,08
Durazno	Grandis	1	20-40	3,8	0,25	0,74	7,11	2,31	6,02	4,29	1,92
Durazno	Grandis	2	20-40	3,3	0,35	0,26	3,86	1,43	5,25	4,03	1,89
Durazno	Grandis	3	20-40	4	0,43	0,3	5,63	1,72	5,31	4,08	2,19
Durazno	Maldenii	1	0-20	9,5	0,34	0,27	5,84	2,18	5,47	4,12	3,24
Durazno	Maldenii	2	0-20	6,6	0,19	0,26	4,08	1,81	5,15	3,92	3,12
Durazno	Maldenii	3	0-20	8,6	0,27	0,36	4,12	1,6	5,54	4,12	3,22
Durazno	Maldenii	1	20-40	4	0,25	0,43	9,03	2,63	5,73	4,34	2,31
Durazno	Maldenii	2	20-40	3	0,21	0,31	6,64	2,28	5,43	4,12	2,16
Durazno	Maldenii	3	20-40	2,6	0,18	0,7	5,04	1,53	6,07	4,25	1,62

Cuadro 5
Analisis de suelo al año 3
Paysandú

Localidad	Especie	Bloque	Profundidad	P (ppm)	K (Mec/100grs)	Na(Mec/100grs)	Ca (Mec/100grs)	Mg (Mec/100grs)	pH (agua)	pH (KCl)	M.O.
Paysandú	Grandis	1	0-20	8,9	0,41	0,20	2,04	0,73	5,49	4,43	1,65
Paysandú	Grandis	2	0-20	11,2	0,33	0,20	3,48	1,23	4,44	4,15	2,13
Paysandú	Grandis	3	0-20	7,4	0,32	0,19	1,93	0,7	5,44	4,42	1,50
Paysandú	Grandis	1 bajo	20-40	7,4	0,28	0,20	2,35	0,77	5,64	4,6	1,34
Paysandú	Grandis	1 alto	20-40	7,2	0,40	0,23	2,28	0,74	5,32	4,32	1,32
Paysandú	Grandis	2 bajo	20-40	5,1	0,22	0,19	3,75	1,11	5,25	4,3	1,87
Paysandú	Grandis	2 alto	20-40	4,0	0,19	0,23	4,98	1,12	5,21	4,24	1,77
Paysandú	Grandis	3 bajo	20-40	7,8	0,34	0,22	3	0,91	5,44	4,45	1,43
Paysandú	Grandis	3 alto	20-40	6,6	0,14	0,18	2,06	0,55	5,25	4,2	0,96
Paysandú	Maldenii	1	0-20	9,9	0,38	0,19	2,65	0,88	4,82	4,21	1,29
Paysandú	Maldenii	2	0-20	9,1	0,37	0,2	2,22	0,78	4,64	4,07	1,39
Paysandú	Maldenii	3	0-20	7,8	0,23	0,2	1,43	0,49	5,4	4,28	1,07
Paysandú	Maldenii	1 bajo	20-40	6,1	0,19	0,21	2,38	0,66	5,14	4,41	1,29
Paysandú	Maldenii	1 alto	20-40	4,4	0,21	0,22	2,63	0,79	5,13	4,28	1,26
Paysandú	Maldenii	2 bajo	20-40	4,8	0,26	0,17	2,34	0,66	5,03	4,33	1,37
Paysandú	Maldenii	2 alto	20-40	5,5	0,23	0,19	2,66	0,79	5,01	4,37	1,32
Paysandú	Maldenii	3 bajo	20-40	6,3	0,22	0,19	1,81	0,55	5,2	4,26	0,96
Paysandú	Maldenii	3 alto	20-40	6,6	0,22	0,2	1,88	0,58	5,28	4,25	0,92

Cuadro 5
Análisis de suelo al año 3
Rivera

Localidad	Especie	Bloque	Profundidad	P (ppm)	K (Meq/100grs)	Na (Meq/100grs)	Ca (Meq/100grs)	Mg (Meq/100grs)	pH (agua)	pH (KCl)	M.O.
Rivera	Maldenii	1	0-20	11,7	0,37	0,23	0,82	0,48	4,56	3,86	1,59
Rivera	Maldenii	2	0-20	10,3	0,28	0,19	0,83	0,39	4,40	3,83	1,43
Rivera	Maldenii	3	0-20	9,7	0,20	0,23	0,61	0,26	4,30	3,78	1,26
Rivera	Maldenii	1	20-40	6,8	0,50	0,27	0,5	0,29	5,16	4,01	1,05
Rivera	Maldenii	2 bajo	20-40	6,4	0,25	0,23	1,06	0,47	5,19	4,21	1,08
Rivera	Maldenii	2 alto	20-40	9,1	0,17	0,18	0,81	0,26	4,77	3,94	1,01
Rivera	Maldenii	3 bajo	20-40	6,4	0,27	0,22	0,6	0,22	5,25	4,04	0,95
Rivera	Maldenii	3 alto	20-40	7,8	0,13	0,23	0,56	0,26	5,05	3,99	1,07
Rivera	Grandis	1	0-20	7,8	0,27	0,26	0,62	0,37	5,08	3,96	1,35
Rivera	Grandis	2	0-20	9,5	0,23	0,21	0,87	0,39	4,62	3,94	1,34
Rivera	Grandis	3	0-20	9,9	0,29	0,21	0,99	0,47	5,00	3,99	1,61
Rivera	Grandis	1 bajo	20-40	8,6	0,20	0,19	0,95	0,52	5,23	4,18	1,49
Rivera	Grandis	1 alto	20-40	9,5	0,22	0,22	0,8	0,43	4,92	4,03	1,41
Rivera	Grandis	2 bajo	20-40	6,3	0,24	0,21	0,85	0,42	5,22	4,13	1,08
Rivera	Grandis	2 alto	20-40	7,4	0,21	0,21	0,71	0,37	5,22	4,26	0,93
Rivera	Grandis	3 bajo	20-40	7,0	0,12	0,20	0,7	0,39	5,08	4,02	1,28
Rivera	Grandis	3 alto	20-40	8,2	0,15	0,21	1,17	0,71	5,22	4,14	1,79

Cuadro 6

Distribución de las parcelas

PAYSANDÚ

Eucalyptus grandis

7	4	5	2	6	1	3	8
6	8	1	7	3	5	4	2
5	2	4	8	7	6	1	3

Bloque 1
Bloque 2
Bloque 3

Eucalyptus globulus ssp. maidenii

Bloque 3			
3	1	6	2
8	4	7	5

Bloque 2			
2	4	5	3
7	1	8	6

Bloque 1			
8	3	1	6
2	5	4	7

DURAZNO

Eucalyptus grandis y *Eucalyptus globulus ssp maidenii*

7	4	5	2	6	1	3	8
6	8	1	7	3	5	4	2
5	2	4	8	7	6	1	3

Bloque 1
Bloque 2
Bloque 3

RIVERA

Eucalyptus grandis

7	4	5	2	6	1	3	8
6	8	1	7	3	5	4	2
5	2	4	8	7	6	1	3

Bloque 1
Bloque 2
Bloque 3

Eucalyptus globulus ssp. maidenii

Bloque 1			
7	4	5	2
6	1	3	8

Bloque 2			
6	8	1	7
3	5	4	2

Bloque 3			
5	7	4	8
2	6	1	3

Cuadro 7

Descripción de los suelos del ensayo realizado por la consultora al año 3

Durazno

El suelo donde se encuentra el ensayo ocupa una posición de ladera. Su primer horizonte (A1) tiene 25 a 30 cm. de espesor, de color pardo rojizo oscuro (5YR2/2 a 10 YR 3/4) de textura franco arenosa con pocas gravillas.

Por debajo hay un cordón de cantos (stone line).

El horizonte siguiente (B21) presenta un espesor de 10 a 12 cm. de color pardo rojizo oscuro (5YR2.5/2). Su textura es franco arcillosa a arcillosa y presenta gravillas. Por debajo (B22) un horizonte de color pardo amarillento oscuro (10YR4/4) con presencia de moteados rojo amarillentos. Su textura es arcillosa y presenta guijas. Le sigue un horizonte (B3) de color pardo amarillento (10YR4/4) con abundante cantidad de moteados. Su textura es arcillosa. Por debajo un horizonte (C) de color gris pardusco (19YR5.5/2) con moteados rojizos y su textura es franco arcillosa arenosa.

Análisis químico Durazno (en la calicata)

	A1	B21	B22	B3	C
pH H ₂ O	5,6	5,6	5,7	6	6
pH KCL	4,5	4,4	4,3	4,6	4,9
M.O. %	1,83	1,74	1,16	0,89	0,42
K meq/100 gr	0,36	0,38	0,4	0,3	0,2
P ppm	1	1	1	1	1
Ca meq/100 gr	4	5,6	11	11,9	6,2
Mg meq/100 gr	2	2,3	5,4	5	3
B.T. meq/100 gr	6,77	8,9	17,4	17,91	10,1
C.I.C. meq/100 gr	9,8	13,7	25,4	23,5	11,6
% Sat.	69,08	64,96	68,5	76,21	87,06
Na meq/100gr	0,41	0,62	0,6	0,71	0,7

Análisis textural Durazno (en la calicata)

	% Arena	% Arcilla	% Limo	Clase textural
A11	57,2	13,7	29,1	FAr
B21	43,6	39,7	16,7	Ac-Fac
B22	44,3	51,7	4	Ac
B3	27,9	50,4	21,7	Ac
C	53,4	22,9	23,7	FAcAr

Cuadro 7

Descripción de los suelos del ensayo realizado por la consultora al año 3

Analisis químico Durazno

Analisis	E. maidenii Bloque1	E. maidenii Bloque2	E. maidenii Bloque 3	E. grandis Bloque 1	E. grandis Bloque 2	E. grandis Bloque 3
pH H2O	5,30	5,20	5,30	5,10	5,10	5,10
pH KCL	4,40	4,30	4,30	4,20	4,30	4,20
M.O. %	3,19	3,13	2,62	2,78	3,42	3,06
K meq/100 gr	0,23	0,32	0,20	0,30	0,45	0,26
P ppm	2,10	1,40	1,30	2,60	2,70	3,50
Ca meq/100 gr	2,10	1,60	1,60	1,50	2,00	1,80
Mg meq/100 gr	0,90	0,90	0,70	0,90	1,70	0,80
C.I.C. meq/100 gr	7,30	8,90	8,60	7,60	7,30	7,60
B.T. meq/100 gr	3,63	3,20	2,90	3,10	4,45	3,16
% Sat.	49,73	35,05	33,72	40,78	60,85	41,58
Na meq/100gr	0,40	0,30	0,40	0,40	0,30	0,30

Analisis textural Durazno

	% arcilla	% limo	% arena	Clase textural
E. maidenii Bloque1	11,75	25,64	62,61	FAr
E. maidenii Bloque2	11,39	21,64	66,97	FAr
E. maidenii Bloque 3	10,39	23,64	65,97	FAr
E. grandis Bloque 1	10,39	22,64	66,97	FAr
E. grandis Bloque 2	12,75	27,65	59,6	FAr
E. grandis Bloque 3	13,75	20,64	65,61	FAr

Cuadro 7

Descripción de los suelos del ensayo realizado por la consultora al año 3

Paysandú

El suelo ocupa una posición topográfica de ladera y presenta un primer horizonte (A11) de 15 a 20 cm. de espesor, de color pardo grisáceo oscuro (10 YR 3/2) de textura arenosa franco. Pasa a un horizonte (A12) de 20 a 25 cm. de espesor, de color oscuro (10 YR 3/2) arenoso franco. Le sigue un horizonte (B 21t) de 20 cm. de espesor de color pardo grisáceo oscuro (10 YR 3/2) con moteados, y su textura es franco arcillosa arenosa. Por debajo un horizonte (B22t) de color grisáceo (10 YR 5/2) con moteados, de textura franco arcillosa arenosa. Presenta concreciones de hierro y manganeso. El horizonte inferior es de textura franco arcillosa arenosa y su color es pardo (10 YR 5/4), presenta moteados rojizos.

Análisis químico Paysandú (en la calicata)

	A11	A12	B21t	B22t	C
pH H ₂ O	5,7	5,5	5,5	5,7	5,8
pH KCL	4,8	4,6	4,4	4,4	4,5
M.O. %	2,84	2,56	1,97	1,43	0,66
K meq/100 gr	0,5	0,24	0,44	0,26	0,3
P ppm	1	1	1	1	1
Ca meq/100 gr	6,8	8,4	17	17,5	16,4
Mg meq/100 gr	1,1	0,8	1,6	1,8	1,3
B.T. meq/100 gr	8,6	9,68	19,28	19,79	18,3
C.I.C. meq/100 gr	9,8	11,3	20,9	23,5	19,4
% Sat.	87,75	85,66	92,24	84,21	94,32
Na meq/100gr	0,2	0,24	0,24	0,23	0,3

Análisis textural Paysandú (en la calicata)

	% Arena	% Arcilla	% Limo	Clase textural
A11	78,4	12,1	9,5	Fer
A12	71,8	14,6	13,6	FAr
B21t	60,6	29,7	9,7	FacAr
B22t	62,4	28,4	9,2	FACAr
C	63,6	25,5	10,9	FACAr

Cuadro 7

Descripción de los suelos del ensayo realizado por la consultora al año 3

Analisis químico Paysandú

Analisis	E. maidenii Bloque1	E. maidenii Bloque2	E. maidenii Bloque 3	E. grandis Bloque 1	E. grandis Bloque 2	E. grandis Bloque 3
pH H2O	5,30	5,20	5,30	4,30	5,20	5,40
pH KCL	4,40	4,40	4,80	1,58	4,30	4,50
M.O. %	1,19	1,34	1,28	0,30	1,73	1,49
K meq/100 gr	0,11	0,40	0,27	4,70	0,39	0,35
P ppm	2,90	3,20	4,20	1,00	2,80	2,30
Ca meq/100 gr	0,90	0,60	0,80	0,50	0,80	0,90
Mg meq/100 gr	0,60	0,50	0,40	5,90	0,40	0,50
C.I.C. meq/100 gr	6,20	5,30	5,80	2,10	5,10	5,50
B.T. meq/100 gr	1,91	1,80	1,87	0,30	1,89	2,05
% Sat.	30,81	33,98	32,24	35,59	37,06	37,27
Na meq/100gr	0,30	0,30	0,40	0,30	0,30	0,30

Analisis textural Paysandú

	% arcilla	% limo	% arena	Clase textural
E. maidenii Bloque1	10,95	5	84,05	ArF
E. maidenii Bloque2	11,31	4,64	84,05	ArF
E. maidenii Bloque 3	12,95	4,38	82,69	FAr
E. grandis Bloque 1	13,31	7	79,69	FAr
E. grandis Bloque 2	12,95	11,38	75,69	FAr
E. grandis Bloque 3	12,95	5	82,05	ArF-FAr

Cuadro 7

Descripción de los suelos del ensayo realizado por la consultora al año 3

Rivera

El suelo presenta un primer horizonte (A11) de 20 a 22 cm. de espesor, de color pardo grisáceo (10YR3/2) de textura arenosa franca. Por debajo un horizonte (A12) de color pardo grisáceo oscuro (10YR3/2) franco arenoso. Le sigue un horizonte (B21) de color pardo grisáceo oscuro (19YR3.5/2) con moteados, de textura pesada y con presencia de arena. Por debajo un horizonte (B22) de color pardo, (10YR5/3) con moteados, de textura pesada y al igual que el horizonte anterior se observa arena gruesa. Por debajo un horizonte (C) de color pardo (10YR5/3) con moteados y de textura franco arcillo arenosa, presentando gravillas.

Analisis químico Rivera (en la calicata)

	A11	A12	B21	B22	C
pH H ₂ O	6,3	5,9	5,1	5,3	5,2
pH KCL	5,3	4,6	3,8	3,8	3,8
M.O. %	1,84	1,1	1,2	1	0,65
K meq/100 gr	0,5	0,5	0,7	0,6	0,6
P ppm	1	1	1	1	1
Ca meq/100 gr	2,9	3	18,3	15,9	14,3
Mg meq/100 gr	1,2	1,2	3,8	3,2	2,6
B.T. meq/100 gr	4,7	4,8	23,2	19,9	17,7
C.I.C. meq/100 gr	5,3	5,8	32,3	27,5	24,8
% Sat.	88,7	82,7	71,8	72,4	71,4
Na meq/100gr	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2

Analisis textural Rivera (en la calicata)

	% Arena	% Arcilla	% Limo	Clase textural
A11	82,8	8,4	9	ArF
A12	78,2	10,9	10,9	FAr
B21	38,7	53,8	7,5	Ac
B22	49,3	43,1	7,6	Ac Ar
C	62,2	32,2	5,6	FACAr

Cuadro 7

Descripción de los suelos del ensayo realizado por la consultora al año 3

Analisis químico Rivera

Analisis	E. grandis Bloque1	E. grandis Bloque2	E. grandis Bloque 3	E. maidenii Bloque 1	E. maidenii Bloque 2	E. maidenii Bloque 3
pH H2O	5,00	4,90	4,90	5,00	5,00	5,10
pH KCL	4,30	4,20	4,80	4,10	4,20	4,30
M.O. %	1,31	1,54	1,88	1,66	1,22	1,25
K meq/100 gr	0,18	0,35	0,33	0,29	0,34	0,34
P ppm	3,00	2,90	1,40	2,30	2,10	2,80
Ca meq/100 gr	0,80	0,50	0,60	0,60	0,60	0,60
Mg meq/100 gr	0,40	0,30	0,40	0,40	0,40	0,30
C.I.C. meq/100 gr	5,10	5,10	4,40	4,80	5,30	4,20
B.T. meq/100 gr	1,68	1,50	1,53	1,59	1,54	1,44
% Sat.	32,94	29,41	34,77	33,12	29,06	34,28
Na meq/100gr	0,30	0,20	0,20	0,30	0,20	0,20

Analisis textural Rivera

	% arcilla	% limo	% arena	Clase textural
E. grandis Bloque 1	10,95	7	82,05	ArF
E. grandis Bloque 2	10,95	7	82,05	ArF
E. grandis Bloque 3	11,59	12	76,41	FAr
E. maidenii Bloque1	8,59	12,64	78,77	ArF-FAr
E. maidenii Bloque2	10,29	11	79,41	FAr
E. maidenii Bloque 3	8,59	11	80,41	ArF

Cuadro 8

Porcentaje medio de supervivencia en *E. grandis* y *E. globulus* con tratamientos de fertilización obtenidos por la consultora al año de plantación

Tratamiento	<i>E. Globulus ssp maidenii</i>			<i>E. grandis</i>		
	Durazno	Paysandú	Rivera	Durazno	Paysandú	Rivera
1	93,3	83,3	91,7	85	75	83,3
2	93,3	86,7	93,3	71,7	93,3	91,7
3	91,7	80	83,3	71,7	71,7	86,7
4	91,7	80	90	91,7	88,3	93,3
5	95	85	71,7	96,7	93,3	93,3
6	90	81,7	83,3	88,3	78,3	83,3
7	93,3	76,7	78,3	100	95	91,7
8	91,7	73,3	88,3	85	90	90
Media	92,5	80,8	85	86,3	85,6	89,2

Análisis de varianza para supervivencia en *E. grandis* y *E. globulus ssp. maidenii* con tratamientos de fertilización obtenidos por la consultora al año de plantación

Nivel de significancia	Especie	<i>E. Globulus ssp maidenii</i>			<i>E. grandis</i>		
	Localidad	Durazno	Paysandú	Rivera	Durazno	Paysandú	Rivera
Fuente de variación	Bloque	0.5741	0.4704	0.2349	0.7046	0.9580	0.6662
	Tratamiento	0.9730	0.3787	0.4086	0.1711	0.5769	0.4775

Cuadro 9

Nivel de significancia para el analisis de varianza de ensayos de fertilización de *E. grandis* y *E. globulus* ssp. *maidenii* obtenidos por la consultora al año de plantación

Especie	Eucaliptus grandis									
	Variable	Diámetro (mm.)			Altura (cm.)			Índice de volumen (dm ³)		
		Durazno	Paysandú	Rivera	Durazno	Paysandú	Rivera	Durazno	Paysandú	Rivera
Fuente de variación	0,9077	0,6372	0,8800	0,7054	0,4490	0,9629	0,9349	0,3043	0,9078	
	0,0392	0,6780	0,3266	0,0171	0,4434	0,2440	0,0094	0,7708	0,3542	
C.V.	16,98	17,55	12,11	13,79	17,29	11,16	31,35	47,64	26,36	
Media	27,22	32,28	71,06	158,27	241,86	543,84	1,52	3,32	33,08	

Especie	Eucaliptus globulus ssp. maidenii									
	Variable	Diámetro (mm.)			Altura (cm.)			Índice de volumen (dm ³)		
		Durazno	Paysandú	Rivera	Durazno	Paysandú	Rivera	Durazno	Paysandú	Rivera
Fuente de variación	0,2445	0,2582	0,1172	0,0247	0,4137	0,9114	0,1226	0,3016	0,0944	
	0,0204	0,1581	0,6616	0,0055	0,0691	0,6357	0,0072	0,1560	0,7344	
C.V.	13,38	17,29	12,91	10,74	13,79	9,08	28,46	46,16	28,76	
Media	27,30	35,11	73,45	159,81	266,50	536,34	1,47	4,62	33,58	

Medias de tratamiento de fertilización en *E.grandis* y *E.globulus ssp. maidenii* obtenidas por la consultora al año de plantación

Tratamiento	<i>E.globulus ssp. maidenii</i>											
	Diámetro (mm.)				Altura (cm.)				Índice de volumen (dm3)			
	Durazno	Paysandú	Rivera		Durazno	Paysandú	Rivera		Durazno	Paysandú	Rivera	
1	19,48	26,94	67,52		115,20	205,00	525,70		0,53	2,13	30,23	
2	27,02	33,79	76,76		161,50	255,10	474,50		1,38	4,24	36,83	
3	26,12	30,41	71,36		156,60	243,40	524,80		1,44	2,83	33,58	
4	24,46	37,95	76,55		143,00	280,40	526,80		0,95	5,24	36,81	
5	29,97	40,35	72,21		176,30	302,30	563,20		1,85	7,04	29,53	
6	29,86	35,89	73,88		168,40	269,90	534,00		1,81	4,32	33,55	
7	29,54	40,67	81,19		174,60	310,50	567,70		1,71	6,55	40,55	
8	31,97	34,87	68,16		182,90	265,40	574,20		2,11	4,63	27,52	
Media fert.	28,42	36,28	74,30		166,19	275,28	537,89		1,61	4,98	34,05	
Fert-St	8,94	9,34	6,78		50,99	70,29	12,19		1,08	2,85	3,82	

Tratamiento	<i>Eucalyptus grandis</i>											
	Diámetro (mm.)				Altura (cm.)				Índice de volumen (dm3)			
	Durazno	Paysandú	Rivera		Durazno	Paysandú	Rivera		Durazno	Paysandú	Rivera	
1	18,87	30,84	64,67		111,50	222,30	498,10		0,62	2,74	26,48	
2	23,42	28,02	68,86		146,60	206,50	530,70		1,12	2,39	32,44	
3	26,12	34,81	62,67		161,10	254,70	473,00		1,23	3,95	25,14	
4	25,33	36,94	69,65		139,20	283,50	537,30		1,09	4,60	30,36	
5	30,34	30,97	73,92		167,90	226,60	560,00		1,86	3,03	33,71	
6	30,40	31,90	79,08		182,30	242,10	601,60		1,93	3,26	39,98	
7	31,40	33,30	76,01		170,20	263,70	580,70		2,04	3,34	38,83	
8	31,92	31,46	73,59		187,40	235,60	569,30		2,23	3,25	37,67	
Media fert.	28,42	32,49	71,97		164,96	244,67	550,37		1,64	3,40	34,02	
Fert-St	9,55	1,65	7,30		53,46	22,37	52,27		1,02	0,66	7,54	

Salida del S.A.S

Capítulo 1: Análisis de Ensayos Individuales - ALTURA

1.1 - E. grandis - Durazno

Class Levels Values

BLOQ 3 1 2 3

TRAT 8 000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 24

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	7.77012917	0.86334789	1.77	0.1637
Error	14	6.83906667	0.48850476		
Corrected Total	23	14.60919583			

R-Square 0.531866 C.V. 11.39329 Root MSE 0.69893116 ALT Mean 6.13458333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	3.32813333	1.66406667	3.41	0.0623
TRAT	7	4.44199583	0.63457083	1.30	0.3197

T tests (LSD) for variable: ALT

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 14 MSE= 0.488505

Critical Value of T= 2.14

Least Significant Difference= 1.224

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	TRAT
A	6.7700	3	2012010
B A	6.5000	3	2012020
B A	6.4700	3	201200
B A	6.2400	3	206020
B A	6.1100	3	1012020
B A	5.9667	3	012020
B A	5.5833	3	20020
B	5.4367	3	000

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK)	1	1.67001488	1.67001488	3.42	0.0857
N0 vs N10 (P120 K20)	1	0.03081667	0.03081667	0.06	0.8053
N10 vs N20 (P120 K20)	1	0.22815000	0.22815000	0.47	0.5055
P0 vs P60 (N20 K20)	1	0.64681667	0.64681667	1.32	0.2691
P60 vs P120 (N20 K20)	1	0.10140000	0.10140000	0.21	0.6557
K0 vs K10 (N20 P120)	1	0.13500000	0.13500000	0.28	0.6073
K10 vs K20 (N20 P120)	1	0.10935000	0.10935000	0.22	0.6434

1.2 - E. grandis - Paysandú

Class Levels Values
 BLOQ 3 1 2 3
 TRAT 8 000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 24

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	11.14143750	1.23793750	2.97	0.0331
Error	14	5.82805833	0.41614702		
Corrected Total	23	16.96749583			

R-Square 0.656634
 C.V. 7.429469
 Root MSE 0.64509459
 ALT Mean 8.68291667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	9.02860833	4.51430417	10.85	0.0014
TRAT	7	2.11282917	0.30183274	0.73	0.6538

T tests (LSD) for variable: ALT

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 14 MSE= 0.416147
 Critical Value of T= 2.14
 Least Significant Difference= 1.1297

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	TRAT
A	9.2433	3	2012010
A	9.0033	3	201200
A	8.7600	3	20020
A	8.6667	3	000
A	8.5567	3	1012020
A	8.5333	3	206020
A	8.4533	3	012020
A	8.2467	3	2012020

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK)	1	0.00090536	0.00090536	0.00	0.9835
N0 vsN10 (P120 K20)	1	0.01601667	0.01601667	0.04	0.8473
N10vsN20 (P120 K20)	1	0.14415000	0.14415000	0.35	0.5655
P0 vsP60 (N20 K20)	1	0.07708667	0.07708667	0.19	0.6735
P60vsP120(N20 K20)	1	0.12326667	0.12326667	0.30	0.5948
K0 vsK10 (N20 P120)	1	0.08840000	0.08840000	0.21	0.6558
K10vsK20 (N20 P120)	1	1.49001667	1.49001667	3.58	0.0783

1.3 - E. maidenii - Durazno

Class	Levels	Values
BLOQ	3	1 2 3
TRAT	8	000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 208020

Number of observations in by group = 24

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	7.11009167	0.79001019	4.32	0.0074
Error	14	2.56109167	0.18293512		
Corrected Total	23	9.67118333			

R-Square	C.V.	Root MSE	ALT Mean
0.735183	5.931480	0.42770815	7.21083333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	2.78650833	1.39325417	7.82	0.0058
TRAT	7	4.32358333	0.61765476	3.38	0.0251

T tests (LSD) for variable: ALT

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 14 MSE= 0.182935
 Critical Value of T= 2.14
 Least Significant Difference= 0.749

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	TRAT
A	7.8667	3	2012020
B A	7.6000	3	1012020
B A	7.5667	3	206020
B A	7.2033	3	012020
B C	7.0667	3	201200
B C	6.9767	3	2012010
B C	6.9700	3	20020
C	6.4367	3	000

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK) 1		2.05485952	2.05485952	11.23	0.0047
N0 vsN10 (P120 K20)	1	0.23601667	0.23601667	1.29	0.2751
N10vsN20 (P120 K20)	1	0.10666667	0.10666667	0.58	0.4578
P0 vsP60 (N20 K20)	1	0.53401667	0.53401667	2.92	0.1096
P60vsP120(N20 K20)	1	0.13500000	0.13500000	0.74	0.4048
K0 vsK10 (N20 P120)	1	0.01215000	0.01215000	0.07	0.8004
K10vsK20 (N20 P120)	1	1.18815000	1.18815000	6.49	0.0232

1.4 - E. maidenii - Paysandú

Class Levels Values
 BLOQ 3 1 2 3
 TRAT 8 000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 24

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	4.22975000	0.46997222	1.02	0.4727
Error	14	6.48190000	0.46299286		
Corrected Total	23	10.71165000			

R-Square 0.394874
 C.V. 7.774188
 Root MSE 0.68043578
 ALT Mean 8.75250000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	1.71750000	0.85875000	1.85	0.1929
TRAT	7	2.51225000	0.35889286	0.78	0.6179

T tests (LSD) for variable: ALT

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 14 MSE= 0.462993
 Critical Value of T= 2.14
 Least Significant Difference= 1.1916

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	TRAT
A	9.1967	3	206020
A	9.0067	3	2012010
A	8.9200	3	012020
A	8.8900	3	20020
A	8.8100	3	201200
A	8.6500	3	1012020
A	8.4400	3	2012020
A	8.1067	3	000

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK) 1		1.43005952	1.43005952	3.09	0.1007
N0 vsN10 (P120 K20) 1		0.10935000	0.10935000	0.24	0.6345
N10vsN20 (P120 K20) 1		0.06615000	0.06615000	0.14	0.7111
P0 vsP60 (N20 K20) 1		0.14106667	0.14106667	0.30	0.5897
P60vsP120(N20 K20) 1		0.85881667	0.85881667	1.85	0.1947
K0 vsK10 (N20 P120) 1		0.05801667	0.05801667	0.13	0.7288
K10vsK20 (N20 P120) 1		0.			

1.5 - E. maidenii - Rivera

Class Levels Values
 BLOQ 3 1 2 3
 TRAT 8 000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 24

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	13.77572500	1.53063611	2.05	0.1108
Error	14	10.46865833	0.74776131		
Corrected Total	23	24.24438333			

R-Square 0.568203
 C.V. 6.819204
 Root MSE 0.86473193
 ALT Mean 12.68083333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	10.79560833	5.39780417	7.22	0.0070
TRAT	7	2.98011667	0.42573095	0.57	0.7692

T tests (LSD) for variable: ALT

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 14 MSE= 0.747761

Critical Value of T= 2.14

Least Significant Difference= 1.5143

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	TRAT
A	13.3467	3	012020
A	13.0900	3	2012010
A	12.7900	3	000
A	12.6633	3	201200
A	12.4533	3	2012020
A	12.4400	3	1012020
A	12.4233	3	20020
A	12.2400	3	206020

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK)	1	0.04085952	0.04085952	0.05	0.8186
N0 vsN10 (P120 K20)	1	1.23306667	1.23306667	1.65	0.2199
N10vsN20 (P120 K20)	1	0.00026667	0.00026667	0.00	0.9852
P0 vsP60 (N20 K20)	1	0.05041667	0.05041667	0.07	0.7989
P60vsP120(N20 K20)	1	0.06826667	0.06826667	0.09	0.7670
K0 vsK10 (N20 P120)	1	0.27306667	0.27306667	0.37	0.5553
K10vsK20 (N20 P120)	1	0.60801667	0.60801667	0.81	0.3825

Capítulo 2: Análisis de Ensayos Individuales - DAP

2.1 - E. grandis - Durazno

Class Levels Values
 BLOQ 3 1 2 3
 TRAT 8 000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 24

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	8.20723750	0.91191528	2.37	0.0720
Error	14	5.39535833	0.38538274		
Corrected Total	23	13.60259583			

R-Square	C.V.	Root MSE	DAP Mean
0.603358	10.23073	0.62079202	6.06791667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	1.89330833	0.94665417	2.46	0.1218
TRAT	7	6.31392917	0.90198988	2.34	0.0832

T tests (LSD) for variable: DAP

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 14 MSE= 0.385383
 Critical Value of T= 2.14
 Least Significant Difference= 1.0871

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	TRAT
A	6.7233	3	2012010
A	6.5867	3	2012020
B A	6.3467	3	201200
B A	6.3000	3	1012020
B A C	6.0267	3	012020
B A C	5.9967	3	206020
B C	5.4067	3	20020
C	5.1567	3	000

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK)	1	2.84700536	2.84700536	7.39	0.0167
N0 vsN10 (P120 K20)	1	0.11206667	0.11206667	0.29	0.5982
N10vsN20 (P120 K20)	1	0.12326667	0.12326667	0.32	0.5806
P0 vsP60 (N20 K20)	1	0.52215000	0.52215000	1.35	0.2639
P60vsP120(N20 K20)	1	0.52215000	0.52215000	1.35	0.2639
K0 vsK10 (N20 P120)	1	0.21281667	0.21281667	0.55	0.4697
K10vsK20 (N20 P120)	1	0.02801667	0.02801667	0.07	0.7914

2.2 - E. grandis - Paysandú

Class Levels Values
 BLOQ 3 1 2 3
 TRAT 8 000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 24

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	4.07555417	0.45283935	0.60	0.7801
Error	14	10.62564167	0.75897440		
Corrected Total	23	14.70119583			

R-Square	C.V.	Root MSE	DAP Mean
0.277226	11.23333	0.87119137	7.75541667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	2.40715833	1.20357917	1.59	0.2395
TRAT	7	1.66839583	0.23834226	0.31	0.9355

T tests (LSD) for variable: DAP

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 14 MSE= 0.758974

Critical Value of T= 2.14

Least Significant Difference= 1.5256

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N TRAT
A	8.2533	3 20020
A	7.9533	3 1012020
A	7.8733	3 2012010
A	7.8233	3 000
A	7.6600	3 206020
A	7.6433	3 2012020
A	7.4467	3 012020
A	7.3900	3 201200

Dependent Variable: DAP

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK)	1	0.01581488	0.01581488	0.02	0.8873
N0 vsN10 (P120 K20)	1	0.38506667	0.38506667	0.51	0.4880
N10vsN20 (P120 K20)	1	0.14415000	0.14415000	0.19	0.6696
P0 vsP60 (N20 K20)	1	0.52806667	0.52806667	0.70	0.4182
P60vsP120(N20 K20)	1	0.00041667	0.00041667	0.00	0.9816
K0 vsK10 (N20 P120)	1	0.35041667	0.35041667	0.46	0.5079
K10vsK20 (N20 P120)	1	0.07935000	0.07935000	0.10	0.7512

2.3 - E. grandis - Rivera

General Linear Models Procedure Class Level Information

Class	Levels	Values
BLOQ	3	1 2 3
TRAT	8	000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 24

Análisis de varianaza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	5.80514167	0.64501574	1.18	0.3794
Error	14	7.68424167	0.54887440		
Corrected Total	23	13.48938333			

R-Square	C.V.	Root MSE	DAP Mean
0.430349	6.641015	0.74086058	11.15583333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	0.56755833	0.28377917	0.52	0.6072
TRAT	7	5.23758333	0.74822619	1.36	0.2938

T tests (LSD) for variable: DAP

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 14 MSE= 0.548874
Critical Value of T= 2.14
Least Significant Difference= 1.2974

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	TRAT
A	11.8967	3	201200
B A	11.6367	3	2012020
B A	11.3600	3	2012010
B A	11.2600	3	206020
B A	11.2233	3	012020
B A	10.7267	3	20020
B A	10.7167	3	000
B	10.4267	3	1012020

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK)	1	0.66125952	0.66125952	1.20	0.2909
N0 vsN10 (P120 K20)	1	0.95201667	0.95201667	1.73	0.2090
N10vsN20 (P120 K20)	1	2.19615000	2.19615000	4.00	0.0653
P0 vsP60 (N20 K20)	1	0.42666667	0.42666667	0.78	0.3928
P60vsP120(N20 K20)	1	0.21281667	0.21281667	0.39	0.5435
K0 vsK10 (N20 P120)	1	0.43201667	0.43201667	0.79	0.3900
K10vsK20 (N20 P120)	1	0.11481667	0.11481667	0.21	0.6544

2.4 - E. maidenii - Durazno

Class Levels Values
 BLOQ 3 1 2 3
 TRAT 8 000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 208020

Number of observations in by group = 24

Analisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	9.72081667	1.08009074	3.81	0.0127
Error	14	3.97036667	0.28359762		
Corrected Total	23	13.69118333			

R-Square 0.710006
 C.V. 8.009107
 Root MSE 0.53253884
 DAP Mean 6.64916667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	2.85763333	1.42881667	5.04	0.0225
TRAT	7	6.86318333	0.98045476	3.46	0.0230

T tests (LSD) for variable: DAP

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 14 MSE= 0.283598
 Critical Value of T= 2.14
 Least Significant Difference= 0.9326

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N TRAT
A	7.5200	3 2012020
B A	7.0367	3 206020
B A	6.9467	3 1012020
B A	6.7267	3 201200
B A	6.6100	3 012020
B C	6.4467	3 2012010
B C	6.3233	3 20020
C	5.5833	3 000

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK)	1	3.89485952	3.89485952	13.73	0.0023
N0 vsN10 (P120 K20)	1	0.17001667	0.17001667	0.60	0.4516
N10vsN20 (P120 K20)	1	0.49306667	0.49306667	1.74	0.2085
P0 vsP60 (N20 K20)	1	0.76326667	0.76326667	2.69	0.1232
P60vsP120(N20 K20)	1	0.35041667	0.35041667	1.24	0.2850
K0 vsK10 (N20 P120)	1	0.11760000	0.11760000	0.41	0.5300
K10vsK20 (N20 P120)	1	1.72806667	1.72806667	6.09	0.0271

2.5 - E. maidenii - Paysandú

Class	Levels	Values
BLOQ	3	1 2 3
TRAT	8	000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 24

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	5.51262500	0.61251389	1.55	0.2225
Error	14	5.52775833	0.39483988		
Corrected Total	23	11.04038333			

R-Square	C.V.	Root MSE	DAP Mean
0.499315	7.417958	0.62836286	8.47083333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	2.09410833	1.04705417	2.65	0.1055
TRAT	7	3.41851667	0.48835952	1.24	0.3468

T tests (LSD) for variable: DAP

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 14 MSE= 0.39484
 Critical Value of T= 2.14
 Least Significant Difference= 1.1004

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	TRAT
A	9.1267	3	2012010
B A	8.6900	3	20020
B A	8.5433	3	206020
B A	8.5000	3	201200
B A	8.4400	3	1012020
B A	8.4333	3	2012020
B A	8.3633	3	012020
B	7.6700	3	000

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK)	1	2.19885952	2.19885952	5.57	0.0333
N0 vsN10 (P120 K20)	1	0.00881667	0.00881667	0.02	0.8833
N10vsN20 (P120 K20)	1	0.00006667	0.00006667	0.00	0.9898
P0 vsP60 (N20 K20)	1	0.03226667	0.03226667	0.08	0.7792
P60vsP120(N20 K20)	1	0.01815000	0.01815000	0.05	0.8333
K0 vsK10 (N20 P120)	1	0.58906667	0.58906667	1.48	0.2421
K10vsK20 (N20 P120)	1	0.72106667	0.72106667	1.83	0.1980

2.6 - E. maidenii - Rivera

Class	Levels	Values
BLOQ	3	1 2 3
TRAT	8	000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 24

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	5.08823333	0.58535926	0.81	0.7675
Error	14	12.91130000	0.92223571		
Corrected Total	23	17.99953333			

R-Square	C.V.	Root MSE	DAP Mean
0.282687	8.692090	0.96033104	11.04833333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	1.94163333	0.97081667	1.05	0.3751
TRAT	7	3.14660000	0.44951429	0.49	0.8284

T tests (LSD) for variable: DAP

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate not the experimentwise error rate.

Alpha= 0.05 df= 14 MSE= 0.922236
 Critical Value of T= 2.14
 Least Significant Difference= 1.6817

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N TRAT
A	11.8067	3 2012010
A	11.3967	3 012020
A	11.0967	3 20020
A	10.9700	3 000
A	10.9000	3 201200
A	10.8500	3 206020
A	10.7733	3 1012020
A	10.5933	3 2012020

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK)	1	0.02103810	0.02103810	0.02	0.8821
N0 vsN10 (P120 K20)	1	0.58281667	0.58281667	0.63	0.4399
N10vsN20 (P120 K20)	1	0.04860000	0.04860000	0.05	0.8218
P0 vsP60 (N20 K20)	1	0.09126667	0.09126667	0.10	0.7577
P60vsP120(N20 K20)	1	0.09881667	0.09881667	0.11	0.7483
K0 vsK10 (N20 P120)	1	1.23306667	1.23306667	1.34	0.2669
K10vsK20 (N20 P120)	1	2.20826667	2.20826667	2.39	0.1441

Capítulo 3: Análisis conjunto de ambas especies por sitio - ALTURA

3.1 - DURAZNO

Class	Levels	Values
BLOQ	3	1 2 3
ESP	2	gra mai
TRAT	8	000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 48

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	23.30190208	1.37070012	2.76	0.0073
Error	30	14.87824583	0.49594153		
Corrected Total	47	38.18014792			

R-Square	C.V.	Root MSE	ALT Mean
0.610315	10.55390	0.70423118	6.67270833

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	0.63655417	0.31827708	0.64	0.5334
ESP	1	13.89976875	13.89976875	28.03	0.0001
TRAT	7	6.81709792	0.94529970	1.91	0.1036
ESP*TRAT	7	2.14848125	0.30692589	0.62	0.7361

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK)	1	3.71490744	3.71490744	7.49	0.0103
N0 vsN10 (P120 K20)	1	0.21870000	0.21870000	0.44	0.5117
N10vsN20 (P120 K20)	1	0.32340833	0.32340833	0.65	0.4257
P0 vsP60 (N20 K20)	1	1.17813333	1.17813333	2.38	0.1337
P60vsP120(N20 K20)	1	0.23520000	0.23520000	0.47	0.4963
K0 vsK10 (N20 P120)	1	0.03307500	0.03307500	0.07	0.7980
K10vsK20 (N20 P120)	1	0.28830000	0.28830000	0.58	0.4517

3.2 - PAYSANDU

Class	Levels	Values
BLOQ	3	1 2 3
ESP	2	gra mai
TRAT	8	000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 48

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	6.89998542	0.40588150	0.58	0.8774
Error	30	20.83726250	0.69457542		
Corrected Total	47	27.73724792			

R-Square	C.V.	Root MSE	ALT Mean
0.248782	9.559988	0.83341191	8.71770833

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	2.21680417	1.10840208	1.60	0.2195
ESP	1	0.05810208	0.05810208	0.08	0.7744
TRAT	7	2.99153125	0.42738161	0.62	0.7389
ESP*TRAT	7	1.63354792	0.23336399	0.34	0.9310

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK) 1	1	0.75146458	0.75146458	1.08	0.3066
N0 vsN10 (P120 K20) 1	1	0.02083333	0.02083333	0.03	0.8637
N10vsN20 (P120 K20) 1	1	0.20280000	0.20280000	0.29	0.5929
P0 vsP60 (N20 K20) 1	1	0.00480000	0.00480000	0.01	0.9343
P60vsP120(N20 K20) 1	1	0.81640833	0.81640833	1.18	0.2869
K0 vsK10 (N20 P120) 1	1	0.14300833	0.14300833	0.21	0.6533
K10vsK20 (N20 P120) 1	1	1.83300833	1.83300833	2.64	0.1147

Capítulo 4: Análisis conjunto de ambas especies por sitio - DAP

4.1 - DURAZNO

Class Levels Values
 BLOQ 3 1 2 3
 ESP 2 gra mai
 TRAT 8 000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 48

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	17.52876042	1.03110355	2.24	0.0261
Error	30	13.81923750	0.46064125		
Corrected Total	47	31.34799792			

R-Square 0.559167
 C.V. 10.67392
 Root MSE 0.67870557
 DAP Mean 6.35854167

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	0.29742917	0.14871458	0.32	0.7266
ESP	1	4.05421875	4.05421875	8.80	0.0059
TRAT	7	11.29968125	1.61424018	3.50	0.0073
ESP*TRAT	7	1.87743125	0.26820446	0.58	0.7648

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK) 1	1	6.70090030	6.70090030	14.55	0.0006
N0 vsN10 (P120 K20)	1	0.27907500	0.27907500	0.61	0.4425
N10vsN20 (P120 K20)	1	0.55470000	0.55470000	1.20	0.2812
P0 vsP60 (N20 K20)	1	1.27400833	1.27400833	2.77	0.1067
P60vsP120(N20 K20)	1	0.86403333	0.86403333	1.88	0.1810
K0 vsK10 (N20 P120)	1	0.00700833	0.00700833	0.02	0.9027
K10vsK20 (N20 P120)	1	0.65800833	0.65800833	1.43	0.2414

4.2 - PAYSANDU

Class Levels Values
 BLOQ 3 1 2 3
 ESP 2 gra mai
 TRAT 8 000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 48

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	11.56331458	0.68019498	1.00	0.4802
Error	30	20.32011667	0.67733722		
Corrected Total	47	31.88343125			

R-Square 0.362675
 C.V. 10.14412
 Root MSE 0.82300500
 DAP Mean 8.11312500

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	0.33455000	0.16727500	0.25	0.7827
ESP	1	6.14185208	6.14185208	9.07	0.0052
TRAT	7	2.98081458	0.42583065	0.63	0.7283
ESP*TRAT	7	2.10609792	0.30087113	0.44	0.8882

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK)	1	0.92085744	0.92085744	1.36	0.2528
N0 vsN10 (P120 K20)	1	0.25520833	0.25520833	0.38	0.5440
N10vsN20 (P120 K20)	1	0.07520833	0.07520833	0.11	0.7413
P0 vsP60 (N20 K20)	1	0.41070000	0.41070000	0.61	0.4423
P60vsP120(N20 K20)	1	0.01203333	0.01203333	0.02	0.8949
K0 vsK10 (N20 P120)	1	0.92407500	0.92407500	1.36	0.2520
K10vsK20 (N20 P120)	1	0.63940833	0.63940833	0.94	0.3390

4.3 - RIVERA

Class	Levels	Values
BLOQ	3	1 2 3
ESP	2	gra mai
TRAT	8	000 - 012020 - 1012020 - 20020 - 201200 - 2012010 - 2012020 - 206020

Number of observations in by group = 48

Análisis de varianza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	10.82406250	0.63670956	0.92	0.5620
Error	30	20.80352917	0.69345097		
Corrected Total	47	31.62759167			

R-Square	C.V.	Root MSE	DAP Mean
0.342235	7.500728	0.83273704	11.10208333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	2.30120417	1.15060208	1.66	0.2073
ESP	1	0.13867500	0.13867500	0.20	0.6580
TRAT	7	4.32165833	0.61737976	0.89	0.5263
ESP*TRAT	7	4.06252500	0.58036071	0.84	0.5656

Contrastes

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEST VS FERT NPK)	1	0.45909643	0.45909643	0.66	0.4222
N0 vsN10 (P120 K20)	1	1.51230000	1.51230000	2.18	0.1502
N10vsN20 (P120 K20)	1	0.79567500	0.79567500	1.15	0.2926
P0 vsP60 (N20 K20)	1	0.06163333	0.06163333	0.09	0.7677
P60vsP120(N20 K20)	1	0.01080000	0.01080000	0.02	0.9015
K0 vsK10 (N20 P120)	1	0.10267500	0.10267500	0.15	0.7031
K10vsK20 (N20 P120)	1	0.65800833	0.65800833	0.95	0.3378