

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO Y
FERTILIZANTE EN PLANTACIÓN DE EUCALYPTUS GRANDIS**

por

**Andrés NORMEY
Santiago PLATERO**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2009**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Silvia Ross

Ing. Agr. Graciela Romero

M.Sc. Ing. Agr. Luis Gallo

Fecha: -----

Autor: -----

Santiago Platero López

Andrés María Normey García Pintos

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias y amigos que nos han apoyado incondicionalmente a lo largo de toda la carrera.

A la empresa Forestal Atlántico Sur S.A. (FAS), por brindarnos la posibilidad de realizar la tesis dentro de su empresa, y en especial a los Ing. Agr. Carlos Álvarez, Nelson Ledesma, Gonzalo Orcasberro y Alejandro Venturino, por el apoyo que nos brindaron durante todo el proceso.

A las Ing. Agr. Graciela Romero y Silvia Ross, por acompañarnos y brindarnos ayuda durante la realización del trabajo.

A la profesora Margaret Sedgley, por ayudarnos a recopilar información desde Australia.

A los Ing. Agr. Uruguay Elola, Pablo Kopelman, Daniel Lembo e Ismael Tuduri, por brindarnos información actual de diferentes partes del país.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	Página II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 CONCEPTOS GENERALES	1
1.1.1 <u>Historia del género <i>Eucalyptus</i> en Uruguay</u>	1
1.1.2 <u>Antecedentes</u>	2
1.1.3 <u>Implantación</u>	3
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 <u>Objetivos generales</u>	3
1.2.2 <u>Objetivos específicos</u>	3
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	5
2.1 FERTILIZACIÓN	5
2.1.1 <u>Nutrientes utilizados en Uruguay</u>	5
2.1.2 <u>Función de los nutrientes</u>	6
2.1.2.1 Macronutrientes primarios	6
2.1.2.2 Macronutrientes secundarios y micronutrientes	7
2.1.3 <u>Niveles críticos</u>	8
2.1.4 <u>Evolución del precio de fertilizantes</u>	10
2.2 GIBERELINAS	11
2.2.1 <u>Generalidades</u>	11
2.2.2 <u>Dosis</u>	13
2.2.3 <u>Productos comerciales</u>	14
2.3 ANTECEDENTES DE USOS DE GIBERELINAS EN <u><i>EUCALYPTUS</i></u>	14
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	16
3.1 LUGAR, ÉPOCA Y DURACIÓN DEL ENSAYO	16
3.2 DESCRIPCIÓN DEL POTRERO	17
3.2.1 <u>Descripción del grupo de suelos 2.11 a</u>	17
3.3 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE PLANTACIÓN	17
3.3.1 <u>Preparación del terreno</u>	17
3.3.2 <u>Plantación</u>	18
3.3.3 <u>Cuidados post-plantación</u>	18
3.4 TRATAMIENTOS	18
3.5 DISEÑO ESTADÍSTICO	20

3.5.1 <u>Muestreo</u>	20
3.6 MEDIDAS REALIZADAS	20
3.6.1 <u>Altura</u>	20
3.6.2 <u>Diámetro a la altura del cuello</u>	21
3.6.3 <u>Materia fresca</u>	22
3.6.4 <u>Análisis foliar</u>	23
3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24
3.7.1 <u>Altura y diámetro</u>	24
3.7.2 <u>Materia fresca y nutrientes</u>	25
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	27
4.1 ALTURA	27
4.1.1 <u>Semilla FOSA</u>	27
4.1.2 <u>Semilla INIA</u>	28
4.1.3 <u>Análisis conjunto</u>	28
4.2 DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO	30
4.2.1 <u>Semilla FOSA</u>	30
4.2.2 <u>Semilla INIA</u>	31
4.2.3 <u>Análisis conjunto</u>	32
4.3 MATERIA FRESCA	33
4.3.1 <u>Semilla FOSA</u>	33
4.3.2 <u>Semilla INIA</u>	34
4.3.3 <u>Análisis conjunto</u>	35
4.4 ANÁLISIS DE NUTRIENTES	36
4.4.1 <u>Nitrógeno</u>	36
4.4.2 <u>Fósforo</u>	38
4.4.3 <u>Potasio</u>	39
4.4.4 <u>Calcio</u>	40
4.4.5 <u>Magnesio</u>	41
4.4.6 <u>Hierro</u>	41
4.4.7 <u>Manganeso</u>	42
4.4.8 <u>Zinc</u>	42
4.4.9 <u>Cobre</u>	44
4.4.10 <u>Boro</u>	45
5. <u>CONCLUSIONES</u>	47
5.1 PLANTEO A FUTURO	49
6. <u>RESUMEN</u>	50
7. <u>SUMMARY</u>	51

8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	52
9. <u>ANEXOS</u>	54

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Formulaciones más utilizadas en Uruguay	5
2. Niveles críticos para el establecimiento y mantenimiento de P, K, Ca, y Mg, en el suelo para el crecimiento de Eucalyptus	9
3. Recomendaciones de N según el contenido de materia orgánica	9
4. Rangos de concentraciones de nutrientes observados en hojas de Eucalyptus, de 1 a 2 años de edad	10
5. Evolución de precios de algunas formulas usadas en plantación	11
6. Dosis de Giberelan 36 en diferentes cultivos	13
7. Ácido Giberélico comercial en el Uruguay	14
8. Tratamientos planteados en el ensayo	18
9. Efecto día para variable altura	27
10. Efecto día para variable altura	28
11. Test de Tukey para efecto semilla-día para variable altura	29
12. Test de Tukey para efecto tratamiento-día para variable altura	29
13. Efecto día para diámetro al cuello	30
14. Test de Tukey para efecto tratamiento-día en el día 73	30
15. Contrastes para diámetro a la altura del cuello de semilla INIA	31
16. Efecto tratamiento-día para el análisis conjunto	33
17. Test de Tukey para efecto tratamiento-día, semilla FOSA	34
18. Test de Tukey para efecto tratamiento-día, semilla INIA	35
19. Test de Tukey, efecto tratamiento-día análisis conjunto	36
20. Efecto tratamiento para nitrógeno	37
21. Efecto tratamiento en fósforo	39
22. Test de Tukey, efecto día	42
23. Test de Tukey, efecto tratamiento-día	43
24. Test de Tukey, efecto tratamiento	45

Figura No.

1. Ubicación del predio	16
2. Aplicación con tractor	19
3. Medición de altura	21
4. Calibre utilizado para la medición del diámetro a la altura del cuello	22
5. Árbol trozado para la medición de la materia fresca	23

Gráfica No.

1. Nivel foliar máximo, mínimo y encontrado de Nitrógeno	37
2. Nivel foliar máximo, mínimo y encontrado de Fósforo	38
3. Nivel foliar máximo, mínimo y encontrado de Potasio	40
4. Nivel foliar máximo, mínimo y encontrado de Calcio	41
5. Nivel foliar máximo, mínimo y encontrado de Zinc	44
6. Nivel foliar máximo, mínimo y encontrado de Boro	45

1. INTRODUCCIÓN

1.1 CONCEPTOS GENERALES

1.1.1 Historia del género *Eucalyptus* en Uruguay

La inserción del género *Eucalyptus* en Uruguay fue un hecho casual. Corría el año 1850 cuando una fragata en viaje de Australia a Inglaterra debió arribar al puerto de Montevideo por una avería. La mayor parte del cargamento eran vigas de *Eucalyptus*, las cuales llamaron la atención de Tomás Tomkinson quien encargó la importación de semillas inmediatamente. Las mismas jamás llegaron a destino.

Por ese entonces surge la figura de Jorge Hodgskin a quien se le encomendó la obtención de un lote de semillas de *Eucalyptus*. Las semillas que trajo Hodgskin no provenían de Australia sino del Cabo de Buena Esperanza (Sudáfrica). De su siembra se obtuvieron las primeras plantas en almácigos en el año 1853.

Las primeras especies introducidas fueron *E. globulus ssp. globulus*, *E. globulus ssp. pseudoglobulus*, *E. elata*, *E. melanophloia*, *E. glaucina*, *E. diversifolia*, *E. sideroxylon*, *E. tereticornis*, *E. viminalis*, y un pariente cercano a estos, arribado probablemente en forma simultánea, *Angophora costata* (Brussa, 1994).

La producción forestal tuvo un despegue a partir de la creación de la segunda ley forestal (No. 15.939) del año 1989, la cual promovió el cultivo de diversas especies teniendo gran importancia el género *Eucalyptus*.

Actualmente la superficie total de bosques es de 1.524.897 hás, de las cuales 810.816 pertenecen a bosques naturales y 714.081 fueron implantadas. El género *Eucalyptus* abarca una superficie forestada bajo proyecto de 474.076 hás, de las cuales 158.871 hás corresponden a la especie *Eucalyptus grandis* (URUGUAY. MGAP. PRENADER, 2004).

El área de dispersión natural del género *Eucalyptus* se encuentra entre los 7° N y 43° S de latitud. La gran mayoría de las especies se encuentran confinadas en el territorio australiano, centro de origen del género; unas pocas se reportan para Papua, una sola para Nueva Guinea, Sulawesi y Mindanao, dos para Timor, Flores, Sunda, Alor y Wetar (Pryor, citado por Brussa, 1994).

La gran extensión del territorio australiano, que abarca regiones tropicales hasta templado-frías, la situación insular y la presencia de una zona desértica central determina que las zonas de igual temperatura, precipitación, humedad y evaporación, presenten una distribución regularmente concéntrica. Las diferentes regiones climáticas están determinadas por la distribución estacional de las precipitaciones, abundancia y

variación anual. Estas zonas definen la localización de las especies de *Eucalyptus* y los diferentes tipos de vegetación.

Este trabajo fue realizado en un campo perteneciente a la empresa Forestal Atlántico Sur (FAS), en el departamento de Cerro Largo. La especie a evaluar es el *Eucalyptus grandis*. Este es un gran árbol de tronco recto y muy buen desrame natural, corteza caduca en largas fajas, ritidoma gris verdoso a gris blanquecina presentando en la porción basal una corteza persistente escamosa de 1 a 3 metros de altura.

Florece a fin de verano, principios del otoño existiendo una segunda floración de menor magnitud a comienzos de primavera.

Naturalmente se localiza en el este del continente australiano con diferentes registros de altitudes (0- 600 m entre 25° y 33° sur, 500 m a los 21 ° S y alrededor de 1100 m entre 16 y 19° S); clima templado (sur) hasta tropical (norte) con un promedio de temperaturas máximas de 24- 30 °C (sur) y 29-32°C (norte), mínimas de 3-8 °C (sur) a 10-17°C (norte), con heladas escasas en localizaciones alejadas de la costa; húmedo, con precipitaciones estivales con una media anual de 1000 a 3500 mm (Brussa, 1994).

Prefiere suelos con buena capacidad de retención de agua, profundos, de texturas limosas y bien drenados.

1.1.2 Antecedentes

Su cultivo en Uruguay se difunde en la década de 1960 luego de que se introdujera en 1963 de huertos semilleros de Sudáfrica, no obstante ello ya existían algunas plantaciones escasas con esta especie en los departamentos de San José y Rivera.

Actualmente se trata de uno de los cultivos más empleados en forestaciones comerciales por su conformación y velocidad de crecimiento, las que pueden verse sensiblemente disminuidas en los suelos poco desarrollados y en aquellos con drenaje imperfecto. Las plántulas y plantas jóvenes no toleran excesivas heladas (Brussa, 1994).

Esta especie ha sido muy plantada en nuestro país debido a que es un árbol muy versátil. En la realidad del mercado uruguayo en la actualidad, el *E. grandis* tiene aptitudes que lo diferencian del resto de las especies forestales comerciales en lo que respecta a la variedad de mercados a los que puede acceder su producto; siendo un árbol con buenas aptitudes para la industria del aserrado, pulpa de celulosa, debobinado, así como combustible.

Debido al desarrollo en la industria forestal y a las expectativas generadas por esta especie debido a la versatilidad antes mencionada, es que las diferentes empresas han

comenzado un proceso de intensificación con el objetivo de aumentar entre otras cosas la tasa de crecimiento como fin común sea cual fuere el destino comercial del producto.

1.1.3 Implantación

El *E. grandis* ha demostrado ser una especie muy sensible a las condiciones ambientales durante la etapa de implantación, respondiendo fuertemente a las practicas de manejo relativas a la preparación del suelo, control de plantas competidoras y fertilización.

La aplicación de fertilizantes al momento de la plantación es una práctica habitual en muchos países, mediante la cual puede incrementarse significativamente el crecimiento inicial. Dicha aplicación tiene como objetivo el lograr mayor desarrollo y homogeneidad inicial de las plantas para que estas cubran más rápidamente el suelo y mejorar la capacidad del sitio, lo que se traduce en un aumento de la producción de madera al final de la rotación y/o en un acortamiento del ciclo (Dalla Tea et al., 2004).

Debido al gran aumento en los precios de los fertilizantes en el último período de tiempo es que las diferentes empresas se encuentran interesadas en encontrar alternativas para sustituir o disminuir la aplicación de los mismos. Una de las alternativas a evaluar es la posible sustitución de los fertilizantes por la aplicación de una hormona de crecimiento; la giberelina GA3.

Para efectuar dicha sustitución, es que se plantea la hipótesis de este trabajo de que la aplicación de dicha hormona induce una respuesta positiva en alguno de los parámetros de crecimiento como diámetro a la altura del cuello, altura y materia fresca.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos generales

El objetivo general es evaluar si existen diferencias de crecimiento en diámetro a la altura del cuello, altura y kilogramos de materia fresca, en plantas de *Eucalyptus grandis* plantadas en la primavera del 2007, una vez aplicado el ácido giberélico a nivel de campo en febrero del 2008, durante un periodo de 4 meses.

1.2.2 Objetivos específicos

➤ Cuantificar si existe respuesta en lo que respecta al aumento en altura y diámetro al cuello, frente al agregado de giberelinas en plantas de diferentes procedencias de *E. grandis*.

➤ Determinar mediante análisis foliar el comportamiento de los macro y micronutrientes.

➤ Medir la evolución de la materia fresca.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 FERTILIZACIÓN

2.1.1 Nutrientes utilizados en Uruguay

Para la realización del presente capítulo se recopiló información a través de conversaciones personales con los Ing. Agr. Mullin, Lorenzo, Elola, y Venturino, quienes se encuentran trabajando en plantaciones en diferentes partes de Uruguay. Los ingenieros consultados trabajan en las siguientes empresas: Forestal Tekohayu y Colonvade, Pinalook S.A., Agroforestal S.A., y Forestal Atlántico Sur, respectivamente.

Todos concordaron en que el nutriente más importante en plantaciones de *Eucalyptus* en Uruguay es el fósforo, seguido por el nitrógeno.

Otro macronutriente muy utilizado es el potasio, y en algunas formulaciones aparecieron el azufre, magnesio y el calcio.

El micronutriente más utilizado es el boro, el cual está presente en casi todas las formulaciones, y ocasionalmente se utilizó el zinc.

Cuadro No. 1. Formulaciones más utilizadas en Uruguay

Cuadro PB-1. Formulaciones más utilizadas en Uruguay									
	% de Nutriente cada 100 Kg. de fertilizante								
Nitrogenados fosfatados potásicos con micronutrientes	N	P ₂ O ₅		K	S	Ca	B	Zn	Mg
		Soluble	Soluble + insoluble						
	14	40	40	5	3	0	0,1	0,1	0
	10	35	35	7	0	0	0,4	0,3	0
	2,1	27,2	27,2	0,7	3	22,1	0,01	0,01	0
	10	35	35	7	0	0	0,8	0	0
	6	16	16	13	0	0	0,6	0	0
Nitrogenados fosfatados con micronutrientes	7	40	40	0	0	0	0,5	0	0
	5	30	30	0	0	0	3,4	0	0
	12	38	38	0	0	0	1	0	0
	7	40	40	0	0	0	0,1	0	0
	5,2	20	20	0	4,3	22,4	0,06	0	0,4
Nitrogenados fosfatados	7	40	40	0	0	0	0	0	0
	10	50	50	0	0	0	0	0	0
Con fósforo insolubles	0	11	24	0	0	0	0	0	0
	0	11	24	0	0	0	1,5	0	0
	0	13	27	0	0	0	0	0	0

2.1.2 Función de los nutrientes

2.1.2.1 Macronutrientes primarios

El nitrógeno es utilizado principalmente con el fin de desarrollar la parte aérea de la planta. Produciendo lo que se denomina efecto "starter", es decir el primer empuje de la planta en los primeros meses, con lo cual se logra mejorar la implantación.

El principal síntoma de deficiencia de nitrógeno son las dificultades asociadas a las síntesis de proteínas y crecimiento de la planta (Marius y Romero, 2005).

Según Herbert, citado por Dabove y Balbuena (1998), la necesidad de fertilización con nitrógeno es inversamente proporcional al contenido de nitrógeno orgánico mineralizable en los horizontes superficiales.

Al fertilizar se agrega nitrógeno exógenamente. Esta práctica se realiza cuando este elemento se encuentra en el suelo en una dosis más baja a la requerida. De esta forma se logra subir el nivel del mismo disponible para la planta. Los requerimientos de nitrógeno exógeno disminuyen cuanto más alto sean los contenidos de materia orgánica en el suelo.

El fósforo se utiliza principalmente con el fin de desarrollar la parte radicular de la planta. Es sabido que los suelos de Uruguay son pobres en este nutriente.

Según Valeri et al., citados por Dabove y Balbuena (1998), que concluye basado en ensayos realizados en suelos que llegan a un 97% de arena (en el estado de San Pablo, Brasil), el crecimiento de los árboles se ve favorecido por la aplicación de fósforo en la plantación en el primer año-año y medio de edad.

Esto sugiere que la aplicación de fósforo tiene respuesta cuando la planta carece de buen desarrollo radicular. Luego que la raíz ha alcanzado una expansión suficiente para abastecerse no es necesaria la aplicación de este nutriente.

Valeri et al., citados por Dabove y Balbuena (1998), explica que la ausencia del efecto de fósforo aplicado a partir de cierta edad de los árboles, es una consecuencia del crecimiento del sistema radicular, que pasa a absorber el fósforo disponible en horizontes más profundos.

Según Herbert et al., citados por Dabove y Balbuena (1998), la fertilización tiene su principal efecto en el desarrollo y estructura de las raíces. Un agregado satisfactorio de principalmente fósforo y calcio tiene un efecto en el desarrollo radicular. Entonces la fertilización permite al árbol desarrollar un vigoroso sistema radicular capaz de aprovechar por completo el potencial del sitio.

El potasio (K) se utiliza como estimulante del desarrollo del sistema radicular. Interviene en producción de carbohidratos estructurales favoreciendo la lignificación de la planta. A su vez el K tiene efectos en el eje de crecimiento y en el control de la apertura estomática. En general los suelos del Uruguay tienen buen aporte natural de este nutriente.¹

Barros et al., citados por Dabove y Balbuena (1998), en suelos ricos en Potasio (0,13 meq cada 100gr.) no obtienen diferencias significativas entre fertilizar 32gr. de K₂O por planta y no fertilizar. Consideran que existe la necesidad de fertilizar cuando el suelo dispone de menos de 0,1 meq cada 100gr. de potasio intercambiable en el suelo.

Herbert, citado por Dabove y Balbuena (1998), analizando respuestas de *E. grandis* a la fertilización, 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 éste en las mezclas de fertilizante pues el espesor de corteza está altamente correlacionado con el volumen y el factor de forma. El autor considera que la importancia del potasio se debe a su rol en la apertura estomática y translocación de fotosintatos desde las hojas.

Dabove y Balbuena (1998), en un trabajo realizado como tesis para Facultad de Agronomía sobre respuesta de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus globulus ssp. maidenii* a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio (1998), concluyeron que para suelos de Rivera (Acrisoles correspondientes a la unidad Rivera clasificados por C.O.N.E.A.T. como suelos correspondientes a la zona 7.31) y Paysandú (Argisoles correspondientes a la unidad Algorta clasificados por C.O.N.E.A.T. como suelos correspondientes a la zona 9.3) no se observó efecto alguno a la fertilización para los parámetros en estudio (Diámetro a la altura del pecho y altura).

En contraposición, en el ensayo realizado en Durazno (Argisoles correspondientes a la unidad Yi clasificados por C.O.N.E.A.T. como suelos correspondientes a la zona 8.7) se observaron incrementos significativos para *E. globulus ssp. maidenii* tanto en altura como en diámetro a la altura del pecho (Dap), mientras que para *E. grandis* hubo incremento en Dap pero no en altura.

2.1.2.2 Macronutrientes secundarios y micronutrientes

Los macronutrientes utilizados en algunas de las formulaciones antes mencionadas son el magnesio, el azufre y el calcio.

La principal función del magnesio es la coordinación del metal en la clorofila, interviniendo en la fotosíntesis. El síntoma de deficiencia solo ocurre cuando el déficit

¹ Elola, U. 2008. Com. personal

es severo, y se manifiesta en las hojas viejas por una clorosis internerval, extendiéndose al follaje joven cuando el déficit es muy severo.

El azufre es un elemento esencial para la síntesis de proteínas. Es un nutriente pobremente móvil en la planta, por ende la deficiencia del mismo se visualiza primero en hojas jóvenes. El síntoma claro de deficiencia es la aparición de hojas jóvenes uniformemente amarillas o verde pálidas.

El calcio es requerido para mantener estabilidad de la membrana y además es importante en la división celular. El crecimiento de ápices radiculares y brotes con hojas en expansión son lugares donde se manifiesta la deficiencia de calcio.

Los micronutrientes que se mencionan en las formulaciones son el boro y el zinc.

Si bien el boro es el micronutriente que más aparece en las formulaciones antes mencionadas, su función como elemento en la fisiología vegetal y metabolismo celular aún no están del todo claras. Se puede afirmar que este nutriente es utilizado por las células en la división celular, crecimiento de las mismas y funciones de las membranas en ápices.

Inicialmente las deficiencias de este nutriente se expresan como una acumulación de pigmentos púrpuras alrededor de los márgenes de hojas jóvenes, provocando posteriormente una clorosis, seguido de la aparición de hojas secas en los bordes, que luego se enroscan y se secan totalmente. Cuando el déficit es muy severo ocurre la muerte de yemas terminales, lo que lleva a la pérdida de dominancia apical.

Por otro lado este nutriente es importante para la cicatrización de heridas lo que influye directamente en la incidencia de ataque de patógenos.

En lo que respecta al zinc, es un nutriente requerido para la actividad de muchas enzimas y fotosíntesis. También es requerido para la síntesis de auxinas, hormonas de crecimiento que facilitan la expansión celular. Las deficiencias se manifiestan en la reducción del tamaño de hojas y entrenudos más cortos, relacionado probablemente con la síntesis de hormonas. Los síntomas aparecen en hojas jóvenes o en expansión (Marius y Romero, 2005).

Es necesario aclarar la falta de información que hay a nivel nacional sobre los macronutrientes secundarios así como de los micronutrientes.

2.1.3 Niveles críticos

Para mantener la productividad en suelos de baja fertilidad, con una extracción intensiva de madera en turnos cortos, es necesario intensificar el manejo nutricional de

las plantaciones. Para producir en forma sustentable en sistemas intensivos de extracción de madera, es esencial mantener o mejorar los niveles nutricionales de los suelos.

Durante la cosecha, parte de los nutrientes quedan en el ecosistema acumulados en las hojas, ramas y el mantillo. Sin embargo, el 30% del nitrógeno (N), del fósforo (P) y del calcio (Ca), y el 43% del potasio (K) se van en la madera. Las pérdidas de N, P, K y Ca aumentan al 40%, 60%, 65% y 48% respectivamente, cuando se extrae la corteza junto con la madera (Aparicio, 2005).

La fertilización mineral es la práctica más usada para aumentar la productividad, corregir deficiencias y reponer la extracción de nutrientes del sistema. En forma simplificada, para una fertilización adecuada se requiere conocer la demanda de nutrientes de la plantación durante el ciclo y la cantidad de nutrientes que puede aportar el suelo. No obstante otras características del suelo como profundidad efectiva, contenido de agua, textura y reservas minerales, son de importancia en un programa de nutrición.

Cuadro No. 2. Niveles críticos para el establecimiento y mantenimiento de P, K, Ca, y Mg, en el suelo para el crecimiento de *Eucalyptus*

Elemento (1)	Suelo	Nivel crítico para establecimiento	Nivel crítico para mantenimiento					
			IMA(2) (m3 ha-1 año-1)					
			10	20	30	40	50	60
P (mg kg-1)	Arcilloso	60	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6
	Arenoso	80	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6
K (mg kg-1)		10	30	45	60	75	90	105
Ca (cmolc kg-1)		0,2	0,3	0,45	0,6	0,7	0,8	0,9
Mg (cmolc kg-1)		0,05	0,07	0,1	0,13	0,18	0,19	0,22

Fuente: Gonçalves et al., citados por Aparicio (1996).

Cuadro No. 3. Recomendaciones de N según el contenido de materia orgánica

	Materia Orgánica (%)		
	0-1,5	1,6-4,0	>4,0
	N (kg ha-1)		
Eucalyptus	60	40	20
Pinus	30	20	0

Fuente: Gonçalves et al., citados por Aparicio (1996).

Una herramienta importante para evaluar la respuesta a los fertilizantes y detectar deficiencias o desbalances de nutrientes es el análisis foliar.

Cuadro No. 4. Rangos de concentraciones de nutrientes observados en hojas de *Eucalyptus*, de 1 a 2 años de edad

	E. globulus		E. grandis		E. urophylla	
	Deficiencia	Adecuado	Deficiencia	Adecuado	Deficiencia	Adecuado
	Macronutrientes (mg g ⁻¹)					
N	10,0-17,0	19,0-27,0	5,0-15,0	18,0-34,0	<11	5,0-30,0
P	0,7-1,1	1,3-2,7	0,2-0,9	1,0-3,0	0,5-0,9	1,2-3,1
K	3,0-7,0	8,0-15,0	3,0-5,0	6,0-18,0	2,0-5,0	6,0-16,0
Ca	<1	3,0-17,0	<1	3,0-8,0	<1	3,0-15,0
Mg	<0,8	1,0-7,0	0,3-0,7	1,0-3,0	<0,8	1,7-6,4
S	<1,2	1,3-2,2	<1	1,5-3,0	<1	1,0-3,0
	Micronutrientes (mg kg ⁻¹)					
Fe	8,0-10,0*	25,0-700	10,0-14,0	25,0-130	<20	25,0-100
Zn	8,0-11,0	15,0-50,0	5,0-9,0	15,0-50,0	9,0-12,0	16,0-47,0
Mn	12,0-19,0	40,0-2000	<15	60,0-2300	<15	130-4000
Cu	0,5-2,0	3,0-24,0	0,4-1,5	2,0-11,0	0,8-1,5	13,0-19,0
B	4,0-10,0	14,0-38,0	5,0-8,0	15,0-27,0	4,0-12,0	6,0-69,0

* < 20 en suelos calcáreos

Los datos del cuadro anterior fueron obtenidos a partir de experimentos realizados en Australia, China, Indonesia y Filipinas.

2.1.4 Evolución del precio de fertilizantes

Como ya se mencionó, este trabajo tiene por objetivo determinar si existe respuesta a la aplicación del ácido giberélico en *Eucalyptus grandis* sobre el crecimiento vegetativo. Este objetivo tiene detrás el fin de encontrar un producto que tenga el potencial como para sustituir total o parcialmente las fertilizaciones.

Esto se debe a que se busca disminuir los costos de plantación que han aumentado considerablemente en los últimos años, principalmente debido al aumento constante del precio del fertilizante.

Por lo tanto se consideró pertinente presentar en este capítulo la evolución de los precios del período 2005-2008 de algunas formulaciones usadas en plantaciones de *Eucalyptus*, a modo de demostrar la evolución de dichos precios.

Cuadro No. 5. Evolución de precios de algunas formulas usadas en plantación (U\$S/Ton)

	ago-05	jun-06	ago-07	nov-07	abr-08	jul-08
DAP (18-46-0)	335	370	649	733	1250	1684
MAP (12-52-0)	338	374	653	742	1280	1712
10-50-0	325	359	s/d	s/d	s/d	s/d
2-25-25	294	325	s/d	s/d	s/d	s/d
Supertriple 0-46-0	299	340	556	s/d	1010	1370
Fosforita Natural (0-10-28-0)	s/d	s/d	203	232	s/d	488
Boromac (19-38-0) +1b	s/d	s/d	618	680	s/d	1546

2.2 GIBERELINAS

2.2.1 Generalidades

Las giberelinas (GAs) son compuestos naturales que actúan como reguladores endógenos del crecimiento y desarrollo de los vegetales superiores. Este grupo de hormonas fue descubierto al azar por fitopatólogos japoneses que estudiaban en el arroz una enfermedad conocida como *bakanae* (planta loca), causada por el hongo *Gibberella fujikuroi* (forma perfecta del genero *Fusarium*). El ataque del hongo produce en esta especie un crecimiento excesivo de tallos y brotes.

A partir de dicho descubrimiento fue que se aisló el compuesto inductor del crecimiento del tallo, que se denominó ácido giberélico (GA3).

Unos pocos años después, se comprobó que las plantas también poseen compuestos con estructuras semejantes al ácido giberélico. Desde entonces se han aislado y caracterizado hasta 121 GAs.

Los estudios de aplicaciones exógenas a las plantas y las investigaciones con plantas mutantes deficientes en GAs, nos indican que las giberelinas son reguladores esenciales del desarrollo. Las GAs son, por tanto, fitohormonas u hormonas nativas en las plantas que afectan, regulan o modulan un amplio abanico de respuestas de crecimiento (Azcon-Bieto y Talón, 2000).

Las giberelinas están formadas por 20 carbonos derivados de la unión de cuatro isoterpenos. Estos están formados por 5 carbonos. Su estructura se forma por ciclación de estas unidades formando kaureno. Es sintetizada en el camino metabólico del ácido mevalónico, siendo el primer componente para la síntesis de los terpenos. Su síntesis se produce en todos los tejidos de los diferentes órganos y puede estar afectada por procesos internos de retroalimentación negativa o positiva, así como por factores

externos como la luz, que según su duración lleva a la producción de giberelinas o inhibidores del crecimiento (Taiz y Zeiger, 2006).

El traslado de las giberelinas se realiza a través de floema y xilema. El modo de acción de las mismas es provocar la división celular al acortar la interfase del ciclo celular e inducir las células en fase G1 a sintetizar ADN. También promueven la elongación celular al incrementar la plasticidad de la pared y aumentar el contenido de glucosa y fructosa, provocando la disminución del potencial agua, lo que lleva al ingreso de agua en la célula y produce su expansión. A su vez inducen la deposición transversal de microtúbulos y participan en el transporte de calcio (Marassi, 2005).

Según Srivastava (2002), el modo de acción de las giberelinas en la expansión celular no está muy claro aún. Pero se sugiere que esta, al igual que otras hormonas de crecimiento, produce un aflojamiento de la pared celular lo que permite un mayor ingreso de agua al interior de la célula. Para mantener el incremento en tamaño debe mantenerse la turgencia y la provisión del material para la producción de pared celular.

Además controla la regulación de la orientación de los microtúbulos, lo que hace que disminuya la resistencia a la expansión ante el ingreso de agua. O sea, disminuye la presión que ejerce la pared celular, y por lo tanto al ingresar agua esa turgencia permite que la célula se expanda.

Por otro lado sugiere que la GA no solo produce un aumento en la tasa de elongación si no que también aumenta la zona de elongación.

Las giberelinas son esencialmente hormonas estimulantes del crecimiento al igual que las auxinas, coincidiendo con éstas en algunos de sus efectos biológicos:

- Estimulan la elongación de los tallos (el efecto más notable). Debido al alargamiento de las células más que a un incremento de la división celular, es decir que incrementan la extensibilidad de la pared. Este efecto lo consiguen con un mecanismo diferente al de las auxinas, pero es aditivo con el de éstas
- Estimulan germinación de semillas en numerosas especies. A nivel de las células de la aleurona, en semillas de cereales estimulan la síntesis y secreción de α -amilasas, y la síntesis de otras enzimas hidrolíticas con el objetivo de hidrolizar las sustancias de reserva.
- Inducen la partenocarpia. Proceso por el cual se forma fruto sin semilla. Las auxinas también producen partenocarpia, pero las giberelinas son más activas.
- Reemplazan la necesidad de horas frío (vernalización) para inducir la floración en algunas especies (hortícolas en general).
- Induce la floración en plantas de día largo cultivadas en época no apropiada.

➤ Retardan el envejecimiento (senescencia) en hojas y frutos de cítricos (Quiroga et al., 2005).

2.2.2 Dosis

Las aplicaciones de ácido giberélico para aumentar el crecimiento de plantas de diversas especies es una técnica difundida a nivel de productores en varias especies.²

Mediante una conversación personal con el Ingeniero Agrónomo Carlos Álvarez, (técnico asesor de la empresa Forestal Atlántico Sur, en lo que respecta a la aplicación de hormonas) explica que mediante su experiencia personal en aplicaciones de hormonas giberélicas a parras de producción de uvas sin semilla, observó un gran crecimiento y vigor de los brotes producidos luego de la aplicación.

La dosis de giberélico a aplicar se basa en las recomendaciones de la etiqueta del producto comercial utilizado (Giberelan 36) en donde se presentan rangos de dosis según la especie. Al ser la aplicación de hormonas giberélicas en plantaciones de *Eucalyptus* una técnica nueva en el país, se extrapolaron datos de las especies nombradas en la etiqueta, las cuales en todos los casos rondaban en torno de los 30 a 50 cc de producto en cien litros de agua, en especies cuyo tratamiento más utilizado es aplicar 100 litros de agua por hectárea, lo que significa de 30 a 50 cc de producto por hectárea aproximadamente.

Cuadro No. 6. Dosis de Giberelan 36 en diferentes cultivos

Cultivo	Dosis (cm ³ /100 lts)
Limón	25-40
Naranja	25-40
Mandarinas	25-40
Pomelo	40-55
Peral	25-50
Uvas	15-30
Frutilla	30-50
Alcauciles	30-50
Berro	25-50
Lechuga	25-50

² Álvarez, C. 2008. Com. personal

2.2.3 Productos comerciales

La giberelina disponible comercialmente es el ácido giberélico (GA₃), que se obtiene por fermentación del hongo *Gibberella sp.*

A continuación se presenta un cuadro con los productos comerciales que se encuentran disponibles en nuestro país, distribuidos en diferentes empresas de agroquímicos.

Cuadro No. 7. Ácido Giberélico comercial en el Uruguay.

Producto comercial	Estado	Precio
Giberelan 36	Líquido	40U\$\$/ltr
Saugib	Polvo	6,8U\$\$/100 gr
Acigib	Pastillas	1,1U\$\$/gr. ppio activo

2.3 ANTECEDENTES DE USOS DE GIBERELINAS EN *EUCALYPTUS*

Debido a la falta de información nacional sobre la respuesta a la aplicación de ácido giberélico en *Eucalyptus* se debió buscar información en otros países.

Garça et al. (1986), realizaron una investigación sobre la Influencia de reguladores de crecimiento y fertilización, sobre florecimiento y crecimiento de *Eucalyptus dunnii*. Concluyeron a los 2 años de la aplicación que las giberelinas (GA₃) en forma solitaria no tuvieron diferencias significativas en el crecimiento en altura, mientras que el diámetro fue algo mayor.

Por otro lado la fertilización no tuvo diferencias significativas en cuanto a diámetro y altura. Los menores incrementos fueron obtenidos con la cinetina en forma solitaria. El tratamiento que tuvo los mayores incrementos tanto en diámetro como en altura fue la combinación de giberelina y cinetina.

La acción conjunta de estos reguladores de crecimiento puede ser atribuida al hecho de que la cinetina moviliza los nutrientes que son translocados para el crecimiento, acción que es inducida por la giberelina.

Según Bachelard (1969), quien realizó un trabajo acerca del efecto del ácido giberélico en el crecimiento del entrenudo y el contenido de almidón en plantines de *Eucalyptus camaldulensis*, la giberelina tiene un efecto significativo en el crecimiento de los entrenudos.

El bajo efecto de la giberelina a mayores concentraciones que 1 µg/plantín sugiere que esta es la concentración a la cual el sistema se satura.

Además en todos los casos la giberelina no tuvo efecto en la elongación del segundo entrenudo, mientras que en el tercero incrementó el largo 1,6 veces. El cuarto entrenudo incrementó 3 veces, mientras que aumento 13 veces el largo del sexto entrenudo.

Por otro lado las plantas tratadas con giberelina tuvieron un largo de células 1,6 veces mayor con respecto a las no tratadas. En plantas a las que se les realizó una remoción del meristema apical también sufrieron un incremento en el largo de las células debido al efecto de la giberelina, este fue de 1,5 a 2 veces.

Por último afirma que el contenido de almidón fue significativamente reducido en aplicaciones con 10 μg de GA/planta, no así para concentraciones de 1 μg GA/planta. Debido a que esta concentración fue tan efectiva como la anterior, no se pudo afirmar que el crecimiento de la planta dependa de la disminución de reservas de almidón.

Collins et al. (2005b), quien realizó un trabajo acerca de la micropropagación del tejido juvenil en *Eucalyptus erythronema* x *Eucalyptus stricklandii* cv. *Urrbrae Gem*, en 5 diferentes grupos de plantas, afirma que el número de brotes axilares desarrollados por las plántulas no es significativamente diferente con o sin GA3. En contraposición el promedio del largo del tallo sin GA3 fue de 3.3 mm, mientras que con GA3 tuvo un crecimiento significativamente superior de 6.5 mm.

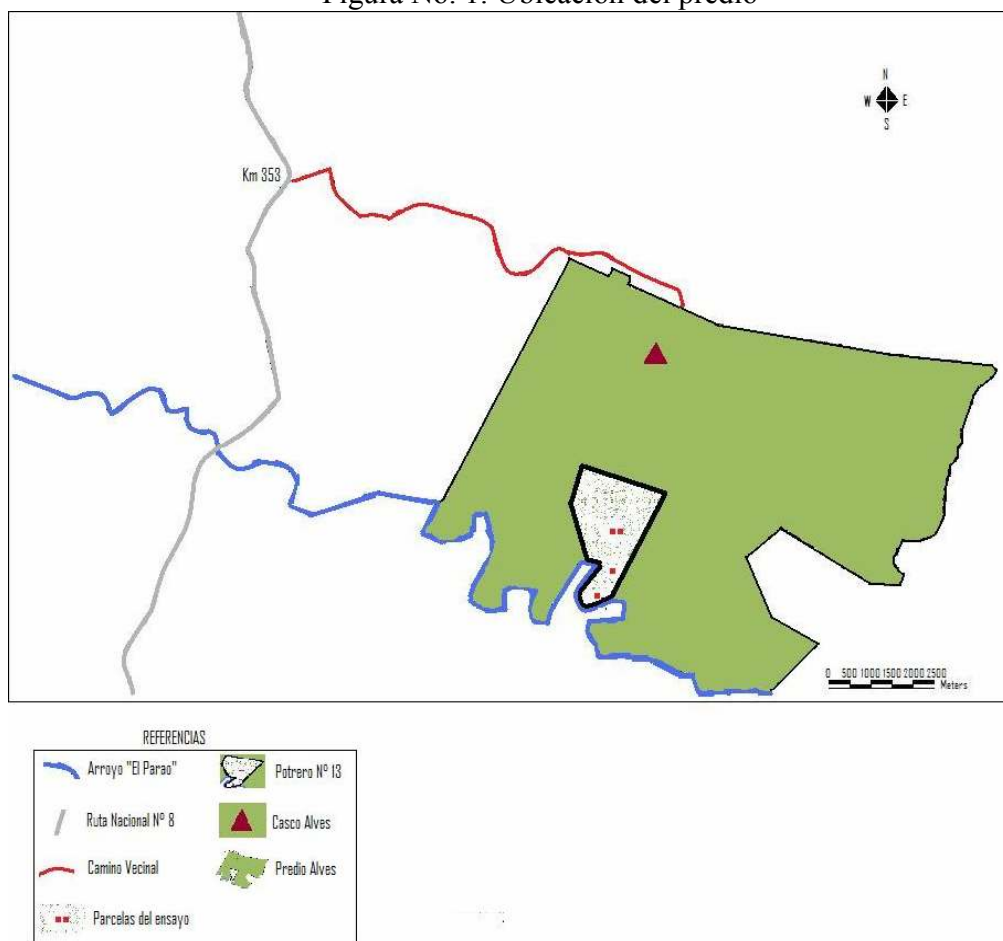
Por otra parte se vio que las plántulas a las que se le aplicó GA3 presentaban hojas más descoloridas, a excepción de dos grupos de plantas cuyo color era similar. También se observó en un grupo hojas amarillentas con puntas marrones y formación de callos en el envés de las hojas. En tres grupos se vieron brotes descoloridos mientras que hubo dos grupos que el color fue normal (verde). Se pudo apreciar una aparición de manchas marrones en las plantas con el agregado de GA3.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR, ÉPOCA Y DURACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo se realizó en el establecimiento “Alves” perteneciente a la empresa Forestal Atlántico Sur S.A. en el departamento de Cerro Largo, ubicado específicamente sobre un camino vecinal que sale del kilómetro 353 de la ruta 8, hacia el este a unos 10 Km. aproximadamente.

Figura No. 1: Ubicación del predio



El período de evaluación comenzó el 21 de febrero del 2008 y culminó el 15 de julio del 2008.

El establecimiento consta de 4802 hectáreas efectivas de *E. grandis*, en las cuales se puede encontrar dos procedencias de semilla: semilla INIA (2816 hás efectivas) y semilla FOSA (1895 hás efectivas). A su vez se pueden encontrar 91 hectáreas efectivas plantadas con mezcla de ambos tipos de semilla.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL POTRERO

El potrero en el cual se realizó el ensayo es el número 13, el cual consta de 114 hás efectivas implantadas de semilla INIA, 100 hás de semilla FOSA, y 20 hás de la mezcla (Ver Anexo A: Mapa No. 1).

El mismo se encuentra dentro del Padrón 892, el cual concentra 2 grupos de suelo según CONEAT, el 2.11 a y el 2.12. El potrero 13 está constituido en su totalidad por el grupo de suelo 2.11 a (URUGUAY. MGAP. PRENADER, 2004).

3.2.1 Descripción del grupo de suelos 2.11 a

Son sierras rocosas con paisaje ondulado fuerte y pendientes entre 5 y 20 %. La rocosidad puede alcanzar niveles de hasta 10%.

En la región norte, correspondiente al departamento de Cerro Largo y el norte de Treinta y Tres, los suelos dominantes son inceptisoles úmbricos, franco arenosos, gravillosos, a veces pedregosos, superficiales y moderadamente profundos, ácidos con tenores variables de aluminio.

Asociados a estos, existen litosoles dístricos, úmbricos, franco arenosos, gravillosos y ácidos.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE PLANTACIÓN

3.3.1 Preparación del terreno

Los laboreos realizados para la preparación del terreno consistieron en dos pasadas de excéntrica, con el fin de airear el suelo (aumentar la porosidad), mineralizar nutrientes, disminuir el tapiz herbáceo y afinar la tierra.

Luego se realizó una pasada con un subsolador a una profundidad promedio de 65,6 cm, con el fin de aumentar la capacidad exploratoria de las raíces de los plantines en el suelo, una vez realizado el transplante.

Por último se realizó una pasada de disquera para formar el camellón.

Por otro lado se realizó un control del tapiz herbáceo con productos químicos, el cual consistió en una única aplicación de glifosato y preemergente (Goal) a una dosis de 4,5 y 2,5 litros por hectárea respectivamente, 10 días antes del transplante.

A su vez se realizó un control de hormigas mediante la utilización de cebo tóxico. El procedimiento realizado fue el de ubicar los hormigueros y aplicar el producto en la cercanía de los mismos.

3.3.2 Plantación

La plantación del potrero 13 comenzó el 18 de octubre y finalizó el 28 de octubre del año 2007. El marco de plantación fue de 3,7 metros entre filas y 2,5 metros entre plantas.

Se realizó una plantación manual mediante la utilización de cuadrillas. El personal utilizaba una lanza de 2,5m, con la cual se medía el espacio entre plantas y se generaba el espacio para introducir el plantín. A su vez se iba realizando la fertilización, que consistió en la aplicación de fosfato mono-amónico (10-50-0) a una dosis de 80 gramos por planta, distribuidos a cada lado de las mismas (40 gr. en cada lado) a una distancia de 25 cm de los plantines.

3.3.3 Cuidados post-plantación

Una vez finalizada la plantación en el potrero 13, se siguió únicamente con el control de hormigas, el cual persistirá hasta los 2 años de realizado el transplante.

3.4 TRATAMIENTOS

En el siguiente cuadro se presentan los tratamientos planteados en el ensayo, en el cual se prueban dos dosis diferentes de ácido giberélico, una fertilización, una combinación de ambos tratamientos y un testigo.

Es necesario aclarar que todos los tratamientos recibieron la fertilización “starter” antes mencionada.

Cuadro No. 8. Tratamientos planteados en el ensayo

No.	Tratamientos
T0	Testigo
T1	Fertilización foliar
T2	Dosis 1 de ácido giberélico
T3	Dosis 2 de ácido giberélico
T4	Dosis 1 de ácido giberélico + Fertilización foliar

Se realizaron dos bloques para semilla INIA y dos para semilla FOSA. En los cuatro bloques se aplicaron los 4 tratamientos más el testigo.

El T1 (Fertilización foliar) contaba con la aplicación de 0,5 Kg/há de fosfato mono amónico, 0,5 Kg/há de sulfato de Zinc, 0,5 Kg/há de ácido bórico y 0,3 gramos de molibdeno.

El T2 contaba con la aplicación foliar de 50 cc/há de Giberelan 36, y el T3 contaba con la aplicación de 100 cc/há del mismo producto comercial. Dicho producto consta de 36 gramos por litro del producto activo, es decir de ácido giberélico.

El T4 era una combinación del T1 y el T2, en las mismas concentraciones antes mencionadas.

Se realizaron dos aplicaciones debido a un error en la calibración de las máquinas. La primera aplicación se realizó el 22 de febrero del 2008, mediante la utilización de un tractor y una pulverizadora. La segunda aplicación (con la cual se completo la dosis faltante) se realizó el 14 de marzo del 2008, mediante la utilización de una cuadrilla de cuatro integrantes equipados con una mochila de 15 litros cada uno.

Figura No. 2: Aplicación con tractor



3.5 DISEÑO ESTADÍSTICO

Se realizaron dos experimentos por separado; uno con semilla INIA y el otro con semilla FOSA. El diseño estadístico utilizado fue de bloques completos al azar, en donde se hicieron dos bloques para cada experimento (bloque 1 y 2 semilla INIA y bloque 3 y 4 semilla FOSA). En cada bloque se realizaron los cinco tratamientos antes descritos. La unidad experimental es la parcela, la cual contaba con 50 plantas cada una (Ver Anexo A: Mapa No. 2).

3.5.1 Muestreo

Se realizaron mediciones de altura y diámetro a la altura del cuello a 24 árboles dentro de cada parcela, los cuales se eligieron en forma aleatoria y fueron identificados para las sucesivas mediciones. A cada uno de esos árboles se les extraían hojas para la realización del análisis foliar.

En el caso de la materia fresca, al ser un método destructivo, se eligieron árboles de forma aleatoria exceptuando los 24 árboles seleccionados para las mediciones antes descriptas.

Cada uno de los parámetros fueron medidos en el tiempo. La primera medición fue realizada los días 20 y 21 de febrero, la segunda el 1 de mayo y el 6 de mayo y la última los días 14 y 15 de julio del 2008.

Es necesario aclarar que la primera medición fue previa a la aplicación de los diferentes productos, de forma tal de ver si se encontraba una variación inicial del material bajo estudio que no fuese explicada por los tratamientos.

3.6 MEDIDAS REALIZADAS

3.6.1 Altura

Para la medición de la altura se utilizaron dos varas graduadas. La primera tenía un largo de 2,5 metros, la cual fue utilizada en la primera medición debido al tamaño de las plantas y a su practicidad. La segunda vara graduada tenía un largo de 5 metros debido al largo de los árboles. Las varas estaban graduadas cada 5 centímetros. Las diferentes alturas fueron medidas en metros.

El método de medición fue el apoyar la vara contra el cuello del árbol y medir la altura. Para la última medición, debido al tamaño de los árboles fue necesario que se apoyase la vara y que el otro integrante del grupo midiese utilizando un largavista con el fin de aumentar la exactitud.

Figura No. 3: Medición de altura



3.6.2 Diámetro a la altura del cuello

La medición del diámetro se realizó mediante la utilización de un cartabón (calibre), el cual estaba graduado cada un milímetro. Los diámetros fueron medidos en centímetros.

El procedimiento era el acercarse al árbol con el cartabón abierto, colocarlo sobre el cuello del mismo, y cerrarlo hasta hacer contacto con el árbol siempre teniendo cuidado de mantener el cartabón lo más horizontal y cercano a la tierra posible.

Figura No. 4: Calibre utilizado para la medición del diámetro a la altura del cuello



3.6.3 Materia fresca

En el caso de la materia fresca el procedimiento consistía en seleccionar en forma aleatoria 3 árboles por parcela, en cada período de medición. Luego se procedía a la corta de los mismos utilizando un machete, se trozaban y se depositaban en un cesto (previamente pesado). Por último se pesaba en una balanza que estaba calibrada cada 100 gramos. El peso del material fue medido en kilogramos.

Los cuidados para realizar un trabajo similar en todas las mediciones consistían en cortar el árbol lo más al ras posible y trozarlo sin perder material vegetativo. A su vez el cesto se pesaba antes de introducir el material, dejando la balanza calibrada en cero con el cesto sobre ella.

Figura No. 5: Árbol trozado para la medición de la materia fresca



3.6.4 Análisis foliar

La recopilación del material para la realización del análisis foliar consistía en extraer 4 hojas por árbol a los 24 árboles evaluados para los parámetros altura y diámetro al cuello, con el fin de recolectar 40 gramos de material foliar por parcela como mínimo.

El procedimiento de corta de las hojas consistía en sacar una hoja de cada uno de los puntos cardinales, a una altura prefijada que era la mitad de la altura de cada árbol. Para ello se utilizó una tijera podadora.

Una vez recolectado el material se introducía en una bolsa de plástico dentro de una heladera la cual refrigeraba en base a hielo, con el objetivo de mantener el material en condiciones en el campo, previo a que fuese llevado al laboratorio.

Por último se entregaba el material al Laboratorio del Sur SRL. para que se realizara un análisis de los principales macro y micro nutrientes.

El método de muestreo para la recopilación del material fue sugerido por la Ing. Agr. María R Jauregui, encargada del laboratorio.

Los macronutrientes analizados fueron nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Mientras que los micronutrientes fueron hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. Los primeros fueron medidos como porcentaje de materia seca y los segundos fueron medidos como partes por millón en la materia seca.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Como ya se mencionó en capítulos anteriores, se realizaron dos experimentos, uno con semilla INIA y el otro con semilla FOSA. A los efectos del análisis estadístico, se evaluaron cada una de las variables por experimento, y luego se integraron ambos experimentos y se analizaron las mismas variables, realizando un análisis conjunto.

Las variables analizadas fueron: altura, diámetro a la altura del cuello, peso de la materia fresca de la parte aérea y comportamiento nutricional.

Para todas las variables analizadas se ajustaron modelos lineales generales de medidas repetidas en el tiempo en los que se usó como covariable la medición de la misma variable al inicio del experimento.

La autocorrelación de las medidas repetidas se modeló con estructura autorregresiva de orden 1. Se usó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS versión 9.1.3.

Las medias de los efectos que resultaron significativos, fueron comparados usando el test de Tukey, tomando como significativo una probabilidad de error menor a 0,05.

A su vez se realizaron contrastes ortogonales a priori, de forma tal de que los mismos pudiesen ser utilizados de forma independiente del análisis de varianza. Los contrastes realizados fueron:

- Testigo-Resto
- Fertilizante y Giberelinas-Mezcla
- Fertilizante-Giberelinas puras
- Giberelina 50-Giberelina 100

3.7.1 Altura y diámetro

Para el análisis de los datos para cada experimento por separado, se ajustó un modelo lineal de medidas repetidas en el tiempo con la forma general:

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + \alpha_i + \gamma_j + D_k + (\alpha D)_{ik} + E_{(a)} + \beta_1 X_{ijl} + E(b)$$

Donde:

- Y_{ijkl} es la variable de respuesta (altura y diámetro)
- β_0 es el intercepto
- α_i es el efecto del i-ésimo grupo de tratamientos
- γ_j es el efecto aleatorio del j-ésimo bloque.

- D_k es el efecto del k-ésimo día.
- $(\alpha D)_{ik}$ es la interacción entre tratamiento y el día.
- $E_{(a)}$ es el error experimental (entre parcelas)
- β_1 es el coeficiente de regresión asociado a la covariable X_{ijl} con la cuál se ajustaron cada una de las variables en estudio.
- $E(b)$ es el error de muestreo (entre plantas) y de las medidas repetidas.

Para el análisis combinado de ambos experimentos, se ajustó un modelo lineal alternativo, también de medidas repetidas en el tiempo, cuya forma general fue la siguiente:

$$Y_{ijklm} = \beta_0 + \eta_i + E_{(a)} + \alpha_j + \gamma_k(\eta_i) + (\alpha\eta)_{ij} + D_l + (\eta D)_{il} + (\alpha D)_{jl} + (\eta\alpha D)_{ijl} + E_{(b)} + \beta_1 X_{ijkm} + E(c)$$

Donde:

- Y_{ijklm} es la variable de respuesta (altura y diámetro)
- β_0 es el intercepto
- η_i es el efecto del i-ésimo experimento
- $E_{(a)}$ es el error entre experimentos
- α_j es el efecto del j-ésimo grupo de tratamientos
- $\gamma_k(\eta_i)$ es el efecto aleatorio del k-ésimo bloque dentro del i-ésimo experimento
- $(\alpha\eta)_{ij}$ es la interacción entre tratamiento y experimento
- D_l es el efecto día.
- $(\eta D)_{il}$ es la interacción entre experimento y día
- $(\alpha D)_{jl}$ es la interacción entre tratamiento y día.
- $(\eta\alpha D)_{ijl}$ es la interacción entre experimento, tratamiento y día
- $E_{(b)}$ es el error experimental (entre parcelas)
- β_1 es el coeficiente de regresión asociado a la covariable X_{ijkm} con la cuál se ajustaron cada una de las variables en estudio.
- $E(c)$ es el error de muestreo (entre plantas) y de las medidas repetidas.

3.7.2 Materia fresca y nutrientes

Para el análisis de los datos a nivel de cada experimento, se ajustó un modelo lineal de medidas repetidas en el tiempo con la forma general:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \alpha_i + \gamma_j + D_k + (\alpha D)_{ik} + E_{(a)} + \beta_1 X_{ij} + E(b)$$

Donde:

- Y_{ijk} es la variable de respuesta (materia fresca y contenido de nutrientes)
- β_0 es el intercepto
- α_i es el efecto del i-ésimo grupo de tratamientos
- γ_j es el efecto aleatorio del j-ésimo bloque.
- D_k es el efecto del k-ésimo día.
- $(\alpha D)_{ik}$ es la interacción entre tratamiento y el día.
- $E_{(a)}$ es el error experimental (entre parcelas)
- β_1 es el coeficiente de regresión asociado a la covariable X_{ij} con la cuál se ajustaron cada una de las variables en estudio.
- $E(b)$ es el error de las medida repetida (dentro de plantas).

Para el análisis combinado de ambos experimentos, se ajustó un modelo lineal alternativo, también de medidas repetidas en el tiempo, cuya forma general fue la siguiente:

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + \eta_i + E_{(a)} + \alpha_j + \gamma_k(\eta_i) + (\alpha\eta)_{ij} + D_l + (\eta D)_{il} + (\alpha D)_{jl} + (\eta\alpha D)_{ijl} + E_{(b)} + \beta_1 X_{ijk} + E(c)$$

Donde:

- Y_{ijkl} es la variable de respuesta (materia fresca y contenido de nutrientes)
- β_0 es el intercepto
- η_i es el efecto del i-ésimo experimento
- $E_{(a)}$ es el error entre experimentos
- α_j es el efecto del j-ésimo grupo de tratamientos
- $\gamma_k(\eta_i)$ es el efecto aleatorio del k-ésimo bloque dentro del i-ésimo experimento
- $(\alpha\eta)_{ij}$ es el la interacción entre tratamiento y experimento
- D_l es el efecto día.
- $(\eta D)_{il}$ es la interacción entre experimento y día
- $(\alpha D)_{jl}$ es la interacción entre tratamiento y día.
- $(\eta\alpha D)_{ijl}$ es la interacción entre experimento, tratamiento y día
- $E_{(b)}$ es el error experimental (entre parcelas)
- β_1 es el coeficiente de regresión asociado a la covariable X_{ijk} con la cuál se ajustaron cada una de las variables en estudio.
- $E(c)$ es el error de la medida repetida (dentro de plantas).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de cada una de las variables fueron obtenidos a partir del análisis de cada uno de los experimentos (INIA-FOSA) y de un análisis conjunto entre ambos experimentos.

4.1 ALTURA

4.1.1 Semilla FOSA

En el análisis de varianza realizado por el paquete estadístico SAS se observaron diferencias significativas en el efecto día ($P < 0.0001$). No se encontraron diferencias en el efecto tratamiento ni la interacción tratamiento por día. Por lo tanto, la variable altura no fue afectada ni por los diferentes tratamientos ni por la interacción tratamiento-día. La altura inicial como covariable también dio significativa ($P < 0.0001$) (Ver Anexo B, Cuadro No. 1).

A pesar de que en el cuadro de análisis de varianza no existen diferencias significativas entre tratamientos, se encontraron algunas diferencias en los contrastes.

La diferencia encontrada se da en la medición del día 146 entre el tratamiento con fertilizante en comparación con ambas dosis de giberelinas puras ($P = 0.0421$), siendo mejor el primer tratamiento mencionado (Ver Anexo B, Cuadro No. 2).

Esto sugiere una supremacía del fertilizante con respecto a las giberelinas, pudiendo estar explicado por el bajo efecto de las giberelinas sobre la variable altura.

A continuación se presenta un cuadro donde se puede apreciar el efecto día.

Cuadro No. 9. Efecto día para variable altura.

Semilla	Tratamiento	Día	Estimación	Error Estándar	Grupo de letra
FOSA	-	145	3.2850	0.05818	A
FOSA	-	73	2.9342	0.05818	B
FOSA	-	0	1.5980	0.05818	C

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0.05$)

En este cuadro se puede apreciar claramente como a medida que pasa el tiempo las plantas siguen un patrón de crecimiento. Este fue independiente a los tratamientos, como se puede apreciar en el anexo B, Cuadro No.3.

4.1.2 Semilla INIA

En el experimento con semilla INIA se encontraron resultados similares al experimento antes descripto (con semilla FOSA). Nuevamente se observaron diferencias significativas en el efecto día ($P<.0001$) y en la altura inicial como covariable ($P<.0001$), no habiendo diferencias en el efecto tratamiento ni la interacción tratamiento-día (Ver Anexo B, Cuadro No. 4).

A su vez en el análisis de los contrastes se encontraron diferencias significativas en la medición del día 146 entre el tratamiento con fertilizante en comparación con ambas dosis de giberelinas puras ($P=0.0318$), siendo la fertilización superior a las giberelinas (Ver Anexo B, Cuadro No. 5).

Nuevamente se puede apreciar la supremacía de la fertilización sobre las giberelinas al igual que ocurre con semilla FOSA.

En el siguiente cuadro se puede observar el efecto día.

Cuadro No. 10. Efecto día para variable altura.

Semilla	Tratamiento	Día	Estimación	Error Estándar	Grupo de letra
INIA	-	145	3.1680	0.08630	A
INIA	-	73	2.8408	0.08631	B
INIA	-	0	1.6174	0.08632	C

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P<0.05$)

Se puede apreciar como las plantas crecen a medida que pasa el tiempo. En el Anexo B, Cuadro No. 6 se puede ver como este crecimiento es independiente de los tratamientos.

4.1.3 Análisis conjunto

Para la realización del análisis conjunto se tomaron en cuenta los datos de ambos tipos de semilla.

En el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas en el efecto día ($P<.0001$), en el efecto semilla-día ($P<.0001$) y en la altura inicial como covariable ($P<.0001$). En el caso del efecto tratamiento-día hay diferencias con una probabilidad de 0,053. No se encontraron diferencias en el efecto tratamiento, efecto semilla, ni en la interacción semilla-tratamiento-día (Ver Anexo B, Cuadro No. 7).

A continuación se presenta un cuadro donde se puede apreciar el efecto semilla-día. En el mismo se puede observar como no se encuentran diferencias significativas entre semilla FOSA a los 73 días, y semilla INIA a los 146 días.

Cuadro No. 11. Test de Tukey para efecto semilla-día para variable altura.

Semilla	Día	Estimación	Error Standard	Grupo de letra
FOSA	146	3,2968	0.07425	A
INIA	146	3,1562	0.07425	AB
FOSA	73	2,9460	0.07425	BC
INIA	73	2,8289	0.07426	C
FOSA	0	1,6099	0.07427	D
INIA	0	1,6056	0.07428	D

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0.05$)

En el caso del efecto tratamiento-día, se encontraron diferencias solamente en la última medición (día 146) entre la aplicación de fertilizante puro y la aplicación de giberelina 50, una vez realizado el test de tukey.

Cuadro No. 12. Test de Tukey para efecto tratamiento-día para variable altura

Tratamiento	Día	Estimación	Error Estándar	Grupo de letra
Fertilizante	146	3,2830	0,05959	A
Fertilizante y GA3	146	3,2599	0.05962	AB
Testigo	146	3,2553	0,05956	AB
GA3 100	146	3,2038	0.05957	AB
GA3 50	146	3,1305	0.05955	B

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0.05$)

Analizando los contrastes, se puede ver que el único que dio diferencias significativas fue el de fertilizante puro vs giberelinas puras, al igual que en cada uno de los experimentos por separado, siendo el fertilizante superior a las giberelinas (Ver Anexo B, Cuadro No. 8).

Se puede decir que la fertilización fue sin duda superior a la aplicación de giberelinas puras, y a su vez si se integran los datos del análisis de los contrastes con el test de tukey, se podría sugerir que el tratamiento con menor crecimiento para la variable altura es el aplicar giberelina a una dosis de $50 \text{ cm}^3/\text{há}$.

4.2 DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO

4.2.1 Semilla FOSA

En el caso del análisis de varianza realizado para la variable diámetro a la altura del cuello para el experimento realizado con semilla de procedencia FOSA, se pudo apreciar diferencias significativas en lo que respecta al efecto día ($P < .0001$), tratamiento-día ($P = 0.0016$) y el diámetro inicial como covariable ($P < .0001$), sin encontrarse diferencias significativas en lo que respecta al efecto tratamiento (Ver Anexo B, Cuadro No. 9).

En lo que respecta al efecto día, las plantas se comportaron de la misma forma que con la altura, es decir, en las sucesivas mediciones aumentaba el diámetro significativamente.

Cuadro No. 13. Efecto día para diámetro al cuello

Semilla	Tratamiento	Día	Estimación	Error Standard	Grupo de letra
FOSA	-	146	5,8488	0.07231	A
FOSA	-	73	4,8742	0.07232	B
FOSA	-	0	2,6771	0.07233	C

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0.05$)

En el caso del efecto de la interacción tratamiento-día, se puede observar diferencias estadísticas únicamente entre ambas dosis de giberelinas en la segunda medición, siendo GA3 100 superior a GA3 50.

Cuadro No. 14. Test de Tukey para efecto tratamiento-día en el día 73

Semilla	Tratamiento	Día	Estimación	Error Standard	Grupo de letra
FOSA	GA3 100	73	4,9912	0.08352	A
FOSA	Fertilizante y GA3	73	4,9214	0.08354	AB
FOSA	Testigo	73	4,8595	0.08352	AB
FOSA	Fertilizante solo	73	4,8384	0.08372	AB
FOSA	GA3 50	73	4,7603	0.08368	B

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0.05$)

Analizando los contrastes se puede apreciar la diferencia antes mencionada entre ambas dosis de giberelinas a los 73 días, y a su vez se observaron diferencias significativas entre ambas dosis de GA3 a los 146 días, dato que no se puede apreciar con el test de tukey (Ver Anexo B, Cuadro No. 10).

Estos datos muestran una superioridad de la dosis de 100 cm³/ha sobre la dosis de 50 cm³/ha en lo que respecta a la variable diámetro para la semilla de procedencia de FOSA.

4.2.2 Semilla INIA

En el caso del análisis de varianza realizado para la variable diámetro a la altura del cuello para el experimento realizado con semilla de procedencia INIA, se pudo apreciar diferencias significativas en lo que respecta al efecto día ($P < .0001$) y el diámetro inicial como covariable ($P < .0001$), sin encontrarse diferencias significativas en lo que respecta al efecto tratamiento y tratamiento-día (Ver Anexo B, Cuadro No. 11).

Analizando los contrastes se encontraron diferencias significativas entre fertilizante y giberelinas puras en comparación con la mezcla tanto para el día 73 como para el día 146, siendo en ambos casos superior la mezcla. También se encontraron diferencias entre giberelina 50 en comparación con giberelina 100 en el día 146, siendo esta última superior.

Cuadro No. 15. Contrastes para diámetro a la altura del cuello de semilla INIA

Contrastes	Estimación	Error Estándar	Pr > t
D alt cuello ini	1,15430	0.03979	<.0001
TEST - RESTO	-0,00478	0.05464	0.9345
F o G-mezcla	-0,1222	0.05816	0.1036
F – G puros	0.01500	0.05981	0.1160
G 50 - G 100	-0.1382	0.06905	0.1160
TEST - RESTO DIA 0	0.009804	0.06736	0.8843
F o G-mezcla DIA 0	-0.05550	0.07097	0.4345
F - G puros DIA 0	0.005626	0.07375	0.9392
G 50 – G 100 DIA 0	0.004179	0.08515	0.9609
TEST - RESTO DIA 73	-0.04697	0.06736	0.4859
F o G-mezcla DIA 73	-0.1576	0.07097	0.0267
F - G puros DIA 73	0.01500	0.07375	0.8389
G 50 – G 100 DIA 73	-0.1396	0.08515	0.1016
TEST - RESTO DIA 146	0.02283	0.06736	0.7348
F o G-mezcla DIA 146	-0.1534	0.07097	0.0310
F - G puros DIA 146	0.02438	0.07375	0.7411
G 50 – G 100 DIA 146	-0.2792	0.08515	0.0011

La diferencia encontrada en el contraste que compara la fertilización y las giberelinas puras con la mezcla, sugieren la existencia de una interacción positiva al aplicar giberelinas y fertilizantes juntos frente a la aplicación de cada producto por separado para la variable diámetro a la altura del cuello.

También es necesario mencionar que nuevamente aparece una superioridad de la giberelina 100 sobre la 50.

4.2.3 Análisis conjunto

Para la realización del análisis conjunto se tomaron en cuenta los datos de ambos tipos de semilla, al igual que para la variable altura.

Observando el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas en el efecto día ($P < .0001$), en el efecto tratamiento ($P = 0.0333$), en el efecto semilla-día ($P < .0001$), en el efecto tratamiento-día ($P = 0.0003$) y en el diámetro a la altura del cuello inicial como covariable ($P < .0001$). No se encontraron diferencias en el efecto semilla-tratamiento ni en semilla-tratamiento-día (Ver Anexo B, Cuadro No. 12).

Para el caso del efecto día no se encontraron diferencias con lo visto en ambos experimentos por separado, es decir que en cada medición las plantas crecían significativamente. A su vez analizando el efecto semilla-día se observó que ambos tipos de semilla se comportaron de forma similar, sin haber diferencias significativas entre ambos tipos de semilla dentro de una misma medición, y mostrando un crecimiento continuo en el tiempo (Ver Anexo B, Cuadro No. 13).

En lo que respecta al efecto tratamiento, se encontró diferencias significativas entre la mezcla (fertilizante y giberelina 50) y la giberelina 50 aplicada sola, siendo esta última la peor. El resto de los tratamientos no difieren estadísticamente entre sí (Ver Anexo B, Cuadro No. 14).

Analizando los contrastes se puede ver diferencias significativas tanto en la comparación de fertilizante y giberelinas puras con la mezcla ($P = 0.0364$) siendo esta última superior, así como entre las diferentes dosis de giberelinas ($P = 0.0096$) comprobando nuevamente la superioridad de GA3 100. Estas diferencias comienzan a aparecer a partir de la segunda medición y se mantienen en la última medición. Esto nos indica que antes de la aplicación de los tratamientos, las plantas no diferían entre sí, o sea que la diferencia podría estar explicada por los diferentes productos aplicados (Ver Anexo B, Cuadro No. 15).

Estos datos confirman la superioridad de la aplicación de las hormonas y el fertilizante juntos sobre la aplicación de cada uno por separado. Este resultado podría estar explicado debido a que la hormona de crecimiento teóricamente aumenta la fuerza de fosa de los órganos en donde fue aplicado, atrayendo más nutrientes generando así un mayor crecimiento.³

A su vez se reafirma la superioridad de GA3 100 sobre GA3 50.

³Ross, S. 2009. Com. personal

Por otro lado, analizando el efecto tratamiento-día, se pueden apreciar diferencias significativas entre el tratamiento con GA3 50 y el resto de los tratamientos a los 146 días, siendo este tratamiento inferior al resto. Además este ya difería significativamente con el tratamiento GA3 100 y la mezcla (fertilizante y GA3 50) a los 73 días, también siendo inferior a estos últimos.

Cuadro No. 16. Efecto tratamiento-día para el análisis conjunto

Tratamiento	Día	Estimación	Error Estándar	Grupo de letra
Fertilizante y GA3	146	58.861	0.07898	A
GA3 100	146	58.786	0.07888	A
Testigo	146	58.298	0.07886	A
Fertilizante	146	58.209	0.07892	A
GA3 50	146	56.303	0.07886	B
Fertilizante y GA3	73	47.778	0.07898	C
GA3 100	73	47.630	0.07888	C
Testigo	73	46.631	0.07886	CD
Fertilizante	73	46.616	0.07892	CD
GA3 50	73	45.762	0.07886	D
Fertilizante y GA3	0	26.997	0.07898	E
GA3 100	0	26.751	0.07886	E
Testigo	0	26.746	0.07886	E
Fertilizante	0	26.599	0.07888	E
GA3 50	0	26.522	0.07892	E

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0.05$)

Este dato termina de confirmar la inferioridad que tiene el tratamiento GA3 50 sobre los restantes en lo que respecta a la variable en estudio.

4.3 MATERIA FRESCA

4.3.1 Semilla FOSA

En el caso del análisis de varianza realizado para la variable peso de la materia fresca de la parte aérea, se observó que hay diferencias significativas en el efecto día ($P < 0.0001$) así como también para materia fresca inicial como covariable ($P = 0.0057$). No se encontraron diferencias en el efecto tratamiento ni la interacción tratamiento-día (Ver Anexo B, Cuadro No. 16).

Analizando por medio del test de Tukey la interacción tratamiento-día, se pudo observar como el tratamiento GA3 100 a los 73 días no difiere significativamente con ninguno de los tratamientos a los 146 días.

A su vez el testigo a los 73 días solamente difiere significativamente con GA3 100 y con la fertilización a los 146 días, no habiendo diferencias significativas con los restantes tratamientos.

Por último los tratamientos GA3 50 y fertilizante con GA3 50 a los 146 días no difieren estadísticamente con ninguno de los tratamientos a los 73 días.

Cuadro No. 17. Test de Tukey para efecto tratamiento-día, semilla FOSA

Tratamiento	Día	Estimación	Error Estándar	Grupo de letra
GA3 100	146	7,9256	0.3391	A
Fertilizante	146	7,7885	0.3330	A
Testigo	146	7,4244	0.3332	AB
GA3 50	146	6,5141	0.3330	ABC
Fertilinte y GA3	146	6,2475	0.3364	ABC
GA3 100	73	5,8923	0.3391	ABC
Testigo	73	5,5577	0.3332	BC
Fertilinte y GA3	73	5,3141	0.3364	C
GA3 50	73	5,2974	0.3330	C
Fertilizante	73	4,9051	0.3330	C
Fertilinte y GA3	0	1,5975	0.3364	D
Testigo	0	1,5744	0.3332	D
Fertilizante	0	1,5718	0.3330	D
GA3 50	0	1,5641	0.3330	D
GA3 100	0	1,5256	0.3391	D

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0.05$)

Observando el cuadro número 17, se puede apreciar un crecimiento mayor en el período entre las primeras dos mediciones (día 0 a día 73) con respecto al periodo entre la segunda y tercera medición (Día 73 a día 146).

En el análisis de los contrastes se encontraron diferencias significativas entre las dosis de GA3 a los 146 días ($P = 0.0140$), siendo la dosis de 100 cm^3 superior a la de 50 cm^3 . También se pudieron apreciar diferencias entre fertilizante y giberelinas puras en comparación con la mezcla a los 146 días ($P = 0.0139$), siendo los primeros superiores.

4.3.2 Semilla INIA

En al análisis de varianza de la semilla INIA se encontraron diferencias significativas únicamente en el efecto día ($P < .0001$). No se encontraron diferencias en el peso de materia fresca inicial ($P = 0.2352$), siendo la única variable en estudio en la cual no había diferencias iniciales significativas. En el resto de los efectos no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) (Ver Anexo B, Cuadro No. 17).

Observando el test de Tukey no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos a los 73 y 146 días.

Cuadro No. 18. Test de Tukey para efecto tratamiento-día, semilla INIA

Tratamiento	Día	Estimación	Error Estándar	Grupo de letra
Testigo	146	7,0663	0.5277	A
Fertilizante	146	6,8006	0.5470	A
Fertilizante y GA3	146	6,4523	0.5400	A
GA3 100	146	6,3889	0.5196	A
GA3 50	146	6,3253	0.5246	A
GA3 100	73	5,9722	0.5196	A
Fertilizante	73	5,8506	0.5470	A
GA3 50	73	4,8919	0.5246	A
Testigo	73	4,6997	0.5277	AB
Fertilizante y GA3	73	4,2189	0.5400	ABC
Fertilizante	0	1,3339	0.5470	BC
GA3 50	0	1,3086	0.5246	C
GA3 100	0	1,2889	0.5196	C
Testigo	0	1,2663	0.5277	C
Fertilizante y GA3	0	1,2523	0.5400	C

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0.05$)

En este cuadro se puede apreciar de forma más clara la diferencia entre el crecimiento en la primer etapa con respecto a la segunda.

4.3.3 Análisis conjunto

En el caso del análisis de varianza realizado para la variable peso de la materia fresca de la parte aérea se observó que hay diferencias significativas en el efecto día ($P = < .0001$) y para el análisis de la variable materia fresca inicial como covariable ($P = 0.0039$).

No se encontraron diferencias en el efecto tratamiento, la interacción tratamiento-día ni la interacción tratamiento-semilla.

Tampoco se encontraron diferencias significativas en el efecto semilla, semilla-día ni la triple interacción semilla-tratamiento-día (Ver Anexo B, Cuadro No. 18).

Observando el efecto tratamiento por día en el test de Tukey se puede afirmar que la diferencia en el crecimiento de la segunda etapa (73-146) fue menor a la primera (0-73), encontrando tratamientos que no muestran diferencias significativas a los 73 días con respecto a los 146.

Cuadro No. 19. Test de Tukey, efecto tratamiento-día análisis conjunto

Tratamiento	Día	Estimación	Error Estándar	Grupo de letra
Fertilizante	146	7,2923	0.3063	A
Testigo	146	7,2465	0.3042	A
GA3 100	146	7,1576	0.3060	A
GA3 50	146	6,3516	0.3042	AB
Fertilizante y GA3	146	6,3516	0.3040	AB
GA3 100	73	6,3516	0.3060	AB
Fertilizante	73	5,3756	0.3063	B
Testigo	73	5,1298	0.3042	B
GA3 50	73	5,0938	0.3040	B
Fertilizante y GA3	73	4,7682	0.3042	B
Fertilizante	0	1,4506	0.3063	C
GA3 50	0	1,4354	0.3042	C
Fertilizante y GA3	0	1,4266	0.3040	C
Testigo	0	1,4215	0.3042	C
GA3 100	0	1,4076	0.3060	C

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0.05$)

Analizando los contrastes realizados, solo se pueden apreciar diferencias significativas entre el promedio de fertilizante solo y giberelina sola con respecto a la mezcla, siendo el promedio de ambos mejor que la mezcla (Ver Anexo B, Cuadro No. 19).

4.4 ANÁLISIS DE NUTRIENTES

4.4.1 Nitrógeno

En el análisis de varianza realizado para el nitrógeno se observaron diferencias significativas en el efecto día ($P < 0.0001$), semilla-día ($P = 0.0004$) y nitrógeno inicial como covariable ($P = 0.0114$).

No se encontraron diferencias en el efecto tratamiento, en el efecto semilla, en la interacción tratamiento-día, en la interacción tratamiento-semilla, ni la triple interacción tratamiento-semilla-día (Ver Anexo B, Cuadro No. 20).

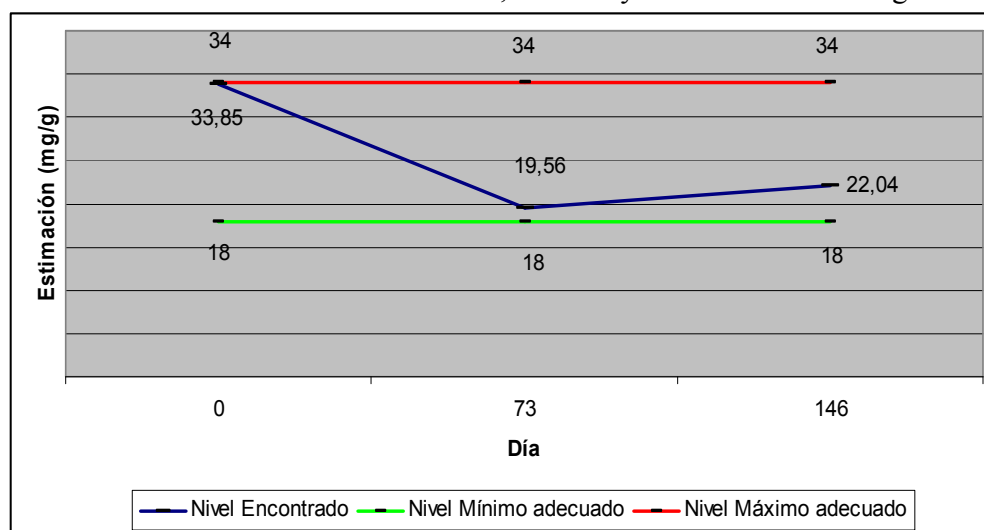
Se puede apreciar como el nitrógeno alcanza su máximo nivel foliar en la primera fecha de medición, luego desciende en la segunda y por último se puede apreciar un leve ascenso de la concentración de dicho nutriente.

Esto podría estar explicado por la alta nitrificación que ocurre cuando se laborea campo natural y a su vez el efecto de la fertilización starter, por lo que la disponibilidad de nitrógeno previa a la aplicación de los productos era alta.

Luego ocurre un descenso en la segunda medición (día 73), lo cual coincide con la etapa de mayor acumulación de materia fresca de la parte aérea, la cual está muy influenciada con el aporte de este nutriente.

Por último, el aumento en la concentración de nutrientes en la última etapa podría estar relacionado a condiciones ambientales que predominaron en ese período.

Gráfico No. 1: Nivel foliar máximo, mínimo y encontrado de Nitrógeno



Es importante apreciar como en las 3 mediciones se encuentran dentro del rango adecuado para este nutriente (18-34 mg/g).

En lo que respecta a los diferentes tratamientos, no se encontraron diferencias significativas entre ellos, por lo que el aporte de este nutriente en las fertilizaciones no se ve reflejado.

Cuadro No. 20. Efecto tratamiento para nitrógeno

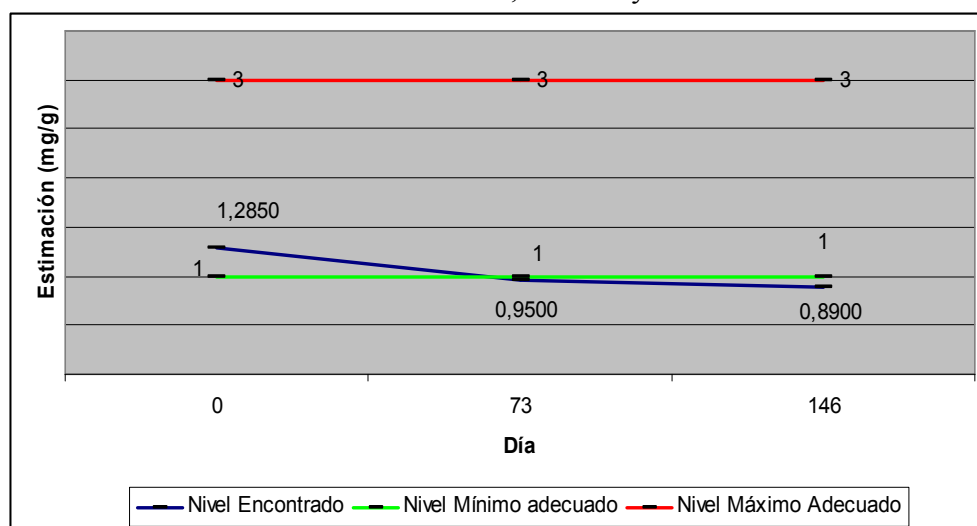
Tratamiento	Estimación	Error Estándar	Grupo de letra
2:FERT_S	25.792	0.04092	A
4:GA3_50	25.653	0.04121	A
5:GA3_100	24.989	0.04162	A
1:TESTIG	24.676	0.04127	A
3:FERT_G	24.641	0.04170	A

4.4.2 Fósforo

En el análisis de varianza realizado para el fósforo se observaron diferencias significativas en el efecto día ($P<.0001$), tratamiento ($P=0.0330$), tratamiento-día ($P=0.0197$) y fósforo inicial como covariable ($P<.0001$).

No se encontraron diferencias en el efecto semilla, en la interacción tratamiento-semilla, en la interacción semilla-día, ni la triple interacción tratamiento-semilla-día (Ver Anexo B, Cuadro No. 21).

Gráfico No. 2: Nivel foliar máximo, mínimo y encontrado de Fósforo



En la primera medición se pudo observar como todos los tratamientos se encontraban dentro del rango de suficiencia, pasando a ser insuficiente en la segunda medición para todos los tratamientos de semilla FOSA y para GA3 100 y el testigo en INIA.

En la última medición siguieron disminuyendo las concentraciones, quedando dentro del rango adecuado únicamente las dos fertilizaciones (fertilizante solo y fertilizante con GA3 50) y la GA3 50 de semilla INIA (Ver Anexo B, Cuadro No. 22).

En lo que respecta al efecto tratamiento se encontraron diferencias significativas solamente entre la fertilización y el testigo, demostrándose una superioridad al aplicar la fertilización con respecto a no aplicar ningún producto.

Cuadro No. 21. Efecto tratamiento en fósforo.

Tratamiento	Estimación	Error Estándar	Grupo de letra
Fertilizante	1,098	0.002278	A
GA3 50	1,070	0.002397	AB
Fertilizante y GA3	1,033	0.002182	AB
GA3 100	1,020	0.002213	AB
Testigo	0,9880	0.002186	B

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0.05$)

Analizando los resultados obtenidos, y dado que a campo se comenzó a apreciar leves deficiencias de fósforo (pequeñas manchas de color púrpura en la zona internervial de hojas maduras) se podría decir que al momento de la aplicación de los productos no se encontraban déficit, comenzando a aparecer las deficiencias en la segunda medición y acentuándose en la última.

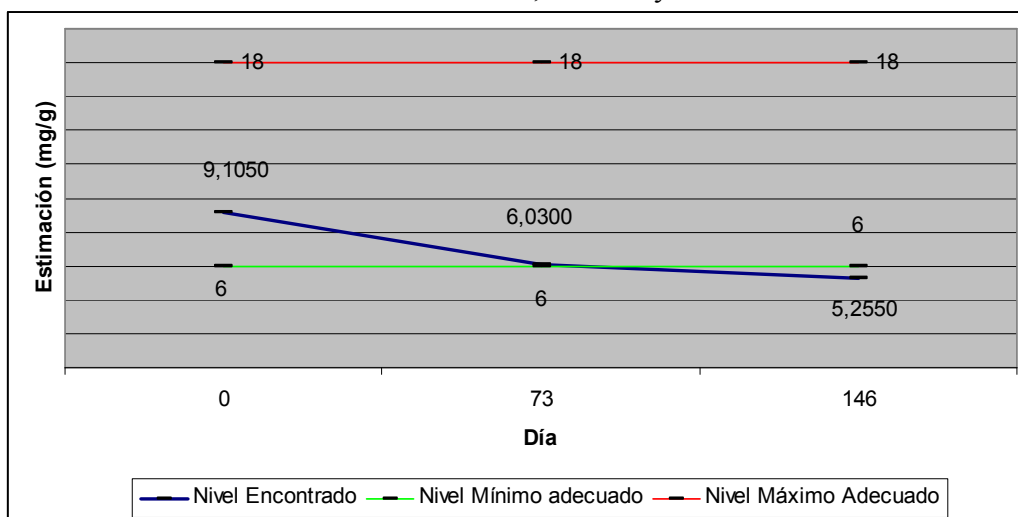
Es por eso que se podría decir que el momento de aplicación de los fertilizantes no fue el óptimo en lo que respecta a este nutriente, esperándose una mejor respuesta si se aplicase en momentos de déficit.

4.4.3 Potasio

El análisis de varianza del potasio dio diferencias significativas en el efecto día ($P < .0001$) y en el potasio inicial como covariable ($P < .0001$).

No se encontraron diferencias en el efecto semilla, en el efecto tratamiento, en la interacción tratamiento-semilla, en la interacción tratamiento-día, en la interacción semilla-día, ni la triple interacción tratamiento-semilla-día (Ver Anexo B, Cuadro No. 23).

Gráfico No. 3: Nivel foliar máximo, mínimo y encontrado de Potasio



En el gráfico número 3 se puede ver como en la primera medición el nutriente se encontró dentro del rango adecuado. Luego comienza a descender su concentración foliar pasando a ser deficiente en la última fecha de medición.

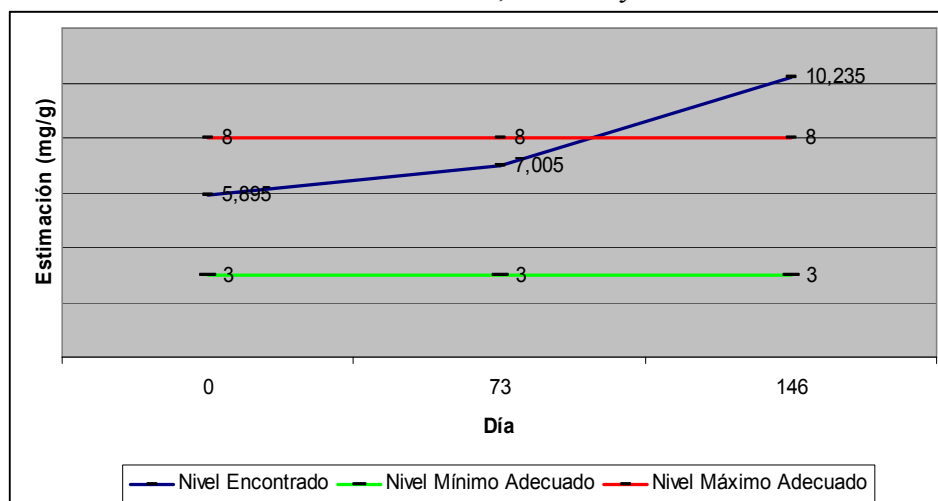
Si bien el nutriente no se encontró dentro del fertilizante empleado, su uso podría haber sido útil después de la segunda medición, ya que este se requiere en la síntesis de proteínas, carbohidratos y lípidos, entre otras funciones (Ver Anexo B, Cuadro No. 22).

4.4.4 Calcio

En el análisis de varianza realizado para el calcio se encontraron diferencias significativas en el efecto día ($P < 0.0001$), y calcio inicial como covariable ($P = 0.0003$).

No se encontraron diferencias en el efecto tratamiento, en el efecto semilla, en la interacción tratamiento-día, semilla-día, en la interacción tratamiento-semilla, ni la triple interacción tratamiento-semilla-día (Ver Anexo B, Cuadro No. 24).

Gráfico No. 4: Nivel foliar máximo, mínimo y encontrado de Calcio



En el gráfico se puede apreciar como a medida que van transcurriendo los días hay más calcio en las hojas.

Hay que analizar el exceso del nutriente, ya que de seguir en aumento puede generar perjuicios a la plantación.

4.4.5 Magnesio

En el análisis de varianza realizado para este nutriente, solo se pueden apreciar diferencias significativas para el efecto día ($P=0.0024$). Esto implica que no existen diferencias entre los tratamientos a nivel foliar de este nutriente (Ver Anexo B, Cuadro No. 25).

Además, al observar los diferentes niveles en hoja para las diferentes mediciones, se puede apreciar que nunca hay déficit y que en algunos casos hay algo de exceso. Esto se debe al nivel natural del nutriente en suelo, ya que no hubo fertilización con magnesio en ningún momento (Ver Anexo B, Cuadro No. 22).

4.4.6 Hierro

En el análisis de varianza realizado para este nutriente, se pueden apreciar diferencias significativas en el efecto día ($P>0,0001$) y efecto hierro inicial como covariable ($P=0.0829$).

No se encontraron diferencias en el efecto tratamiento, en el efecto semilla, tratamiento-semilla, tratamiento-día, semilla-día, ni semilla-tratamiento-día (Ver Anexo B, Cuadro No. 26).

Observando el nivel del nutriente a lo largo del periodo de medición, se puede ver como disminuye su concentración en forma significativa de la primera medición a la segunda. Luego se mantiene en la tercera medición.

Cuadro No. 22. Test de Tukey, efecto día

Día	Estimación	Error Estándar	Grupo de letra
0	63,500	1,6184	A
73	47,200	1,6184	B
146	42,200	1,6184	B

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0.05$)

Este nutriente se mantuvo dentro del rango adecuado para todos los tratamientos y para todas las mediciones (Ver Anexo B, Cuadro No. 22).

4.4.7 Manganeso

Analizando el comportamiento de este nutriente, solo se pueden encontrar diferencias significativas en lo que respecta al efecto día ($P = < 0.0001$) y semilla-día ($P = 0.0281$).

La concentración del nutriente a nivel foliar aumentó de la primer fecha de medición (día 0) a la segunda (día 73). Luego ocurre un descenso en la última fecha de medición (día 146).

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

Por otro lado el nutriente se mantuvo dentro del rango adecuado para todos los tratamientos en las tres fechas de evaluación.

4.4.8 Zinc

En el caso del zinc se encontraron diferencias significativas para las concentraciones del nutriente en el efecto tratamiento ($P = 0.0026$), en el efecto día ($P = < 0.0001$), tratamiento-día ($P = 0.0257$) y semilla-día ($P = 0.0298$).

Por otro lado no hubo diferencias significativas respecto a las concentraciones del nutriente a nivel foliar en lo que respecta al efecto semilla, tratamiento-semilla, semilla-tratamiento-día y contenido inicial de zinc (Ver Anexo B, Cuadro No. 27).

Al observar el cuadro de Tukey para el efecto tratamiento-día, se puede apreciar como a los 73 días el tratamiento fertilizante tenía diferencias significativas con los restantes tratamientos a excepción del tratamiento mezcla (con fertilizante y GA3), siendo la fertilización la que se encontraba con mayor concentración de este nutriente a nivel foliar.

Sin embargo a los 146 días, solo se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento fertilizante y el testigo. Estas diferencias encontradas podrían estar asociadas a la fertilización foliar realizada.

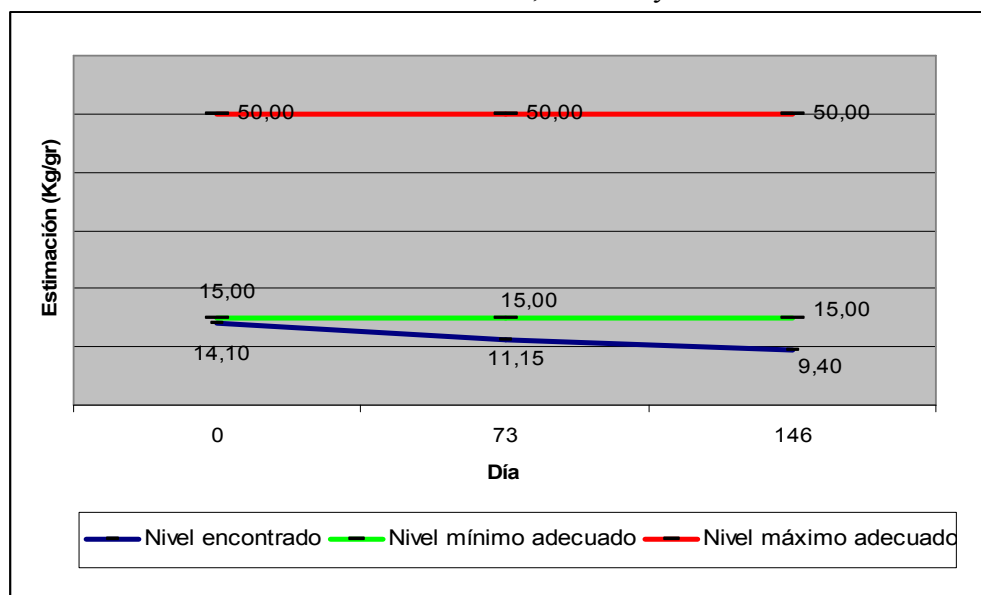
Cuadro No. 23. Test de Tukey, efecto tratamiento-día

Tratamiento	Día	Estimación	Error Estándar	Grupo de letra
Fertilizante y GA3	0	148.714	0.7278	A
Fertilizante	73	145.329	0.7024	A
GA3 50	0	143.683	0.7053	A
Fertilizante	0	140.329	0.7024	A
Testigo	0	138.652	0.7046	A
GA3 100	0	133.622	0.7257	AB
Fertilizante y GA3	73	118.714	0.7278	ABC
Fertilizante	146	117.829	0.7024	ABC
GA3 50	73	101.183	0.7053	BCD
Testigo	73	96.152	0.7046	CD
GA3 100	73	96.122	0.7257	CD
Fertilizante y GA3	146	93.714	0.7278	CD
GA3 100	146	88.622	0.7257	CD
GA3 50	146	86.183	0.7053	CD
Testigo	146	83.652	0.7046	D

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P < 0.05$)

Por otro lado, analizando la evolución del contenido del nutriente en las hojas se puede decir que su concentración fue disminuyendo con el tiempo.

Gráfico No. 5: Nivel foliar máximo, mínimo y encontrado de Zinc



A pesar de las diferencias encontradas entre los tratamientos y debido a la disminución en la concentración del nutriente con el paso del tiempo es que el nivel de zinc en la última medición fue insuficiente (por debajo del rango adecuado) para todos los tratamientos.

Además en la segunda medición ya se puede apreciar la insuficiencia para todos los tratamientos excepto para fertilizante solo, en procedencia de semilla INIA (Ver Anexo B, Cuadro No. 22).

4.4.9 Cobre

Analizando el comportamiento de este nutriente en el análisis de varianza, solo se pueden encontrar diferencias significativas en lo que respecta al efecto día ($P=0.0001$).

La concentración del nutriente aumentó desde la primer a la segunda medición, descendiendo luego en la tercer medición (Ver Anexo B, Cuadro No. 28)

En la segunda medición (día 73) se puede apreciar un exceso de cobre en la mayoría de los tratamientos. Esto se genera de forma natural ya que no hubo fertilización exógena con este nutriente (Ver Anexo B, Cuadro No. 22).

4.4.10 Boro

En el análisis de varianza realizado para el boro se encontraron diferencias significativas únicamente en el efecto tratamiento ($P=0.0093$) y en el efecto día ($P=<.0001$) (Ver Anexo B, Cuadro No. 29).

En el test de Tukey para el efecto tratamiento se puede apreciar como la mezcla (fertilizante y GA3 50) fue superior al resto de los tratamientos menos al fertilizante. Por otro lado este último fue superior al tratamiento con GA3 50.

Este comportamiento podría estar asociado a la fertilización foliar realizada.

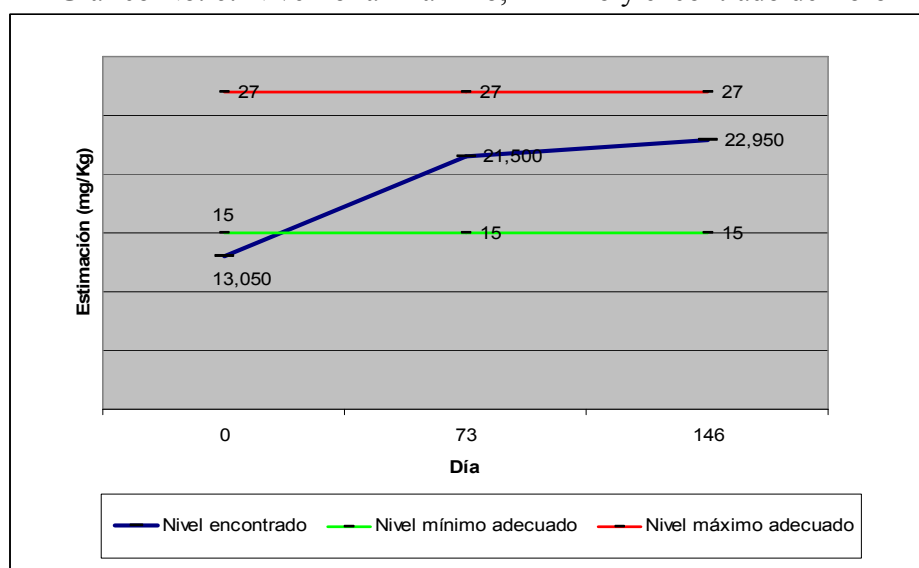
Cuadro No. 24. Test de Tukey, efecto tratamiento

Tratamiento	Estimación	Error Estándar	Grupo de letra
Fertilizante y GA3	21,9929	0.8267	A
Fertilizante	21,1298	0.8071	AB
GA3 100	18,2905	0.7745	BC
Testigo	18,2548	0.7973	BC
GA3 50	16,1655	0.8608	C

Nota: medias con igual letra, no difieren significativamente según el test de Tukey ($P<0.05$)

Analizando la evolución del nutriente a nivel foliar se puede ver que al comienzo se encontraron deficiencias, las cuales se corrigen naturalmente con el correr del tiempo independientemente de los tratamientos.

Gráfico No. 6: Nivel foliar máximo, mínimo y encontrado de Boro



Por último analizando los resultados de los contrastes ortogonales realizados se puede apreciar que existe diferencia significativa entre el tratamiento con fertilizante y el promedio de las giberelinas tanto para la segunda medición ($P=0.0024$) como para la tercera ($P=0.0196$) (Ver Anexo B, Cuadro No. 30)

Esta diferencia sugiere la existencia de un efecto de la fertilización foliar sobre el nivel de boro en hoja.

Sin embargo exceptuando la primera medición en la cual el nutriente se encontraba en forma deficitaria para prácticamente todos los tratamientos, a partir de la segunda fecha de medición el nutriente se encuentra dentro del rango adecuado, manteniéndose en la última medición (Ver Anexo B, Cuadro No. 22).

5. CONCLUSIONES

En lo que respecta a la variable altura para este ensayo, se puede decir que el aplicar fertilizante tiene mejor resultado que el aplicar giberelinas, es decir que se aprecia un mayor crecimiento para esta variable con el agregado del fertilizante en comparación al agregado de la hormona.

En la variable diámetro a la altura del cuello, se puede decir que el aplicar el fertilizante y giberelinas de manera conjunta genera un mejor resultado que el aplicar cada uno de los productos por separado, para las condiciones del presente ensayo.

La aplicación de Giberelan 36 a una dosis de 50 cm³ por hectárea es el tratamiento con menor crecimiento tanto para la variable diámetro a la altura del cuello, así como para la variable altura.

También se puede decir que el tratamiento de 100 cm³ por hectárea de Giberelan 36 tuvo un crecimiento significativamente superiores al tratamiento de 50 cm³ por hectárea, en lo que respecta a las dos variables antes mencionadas.

No se encuentran diferencias significativas con el testigo en estas condiciones para estas variables, por lo que se recomienda no aplicar ninguno de los productos.

En lo que respecta a la variable materia fresca de la parte aérea, se puede decir que hay una mayor acumulación de materia fresca en el primer período de evaluación (20 de febrero al 1 de mayo) con respecto al segundo período (1 de mayo al 14 de julio). Es necesario mencionar la menor exactitud de la información que ofrece el estudio de esta variable, ya que al ser árboles medidos de forma totalmente aleatoria y sin la posibilidad de medirlos en el tiempo (por ser un método destructivo) no puede brindar una información tan confiable como las variables anteriores.

En lo que respecta al análisis de nutrientes a nivel foliar, se puede decir que los mismos se comportaron de forma diferente según el nutriente analizado.

En lo que respecta al nitrógeno, no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, por lo que el aporte de este nutriente en las fertilizaciones no se ve reflejado a nivel foliar. Este nutriente se encuentra dentro del rango adecuado en las tres fechas de evaluación, ocurriendo un descenso en la segunda medición (día 73), que coincide con la etapa de mayor acumulación de materia fresca de la parte aérea, que está muy influenciada con el aporte de este nutriente.

En el caso del fósforo, analizando los resultados obtenidos y dado que a campo se comenzó a apreciar leves deficiencias de este nutriente, se podría decir que al momento de la aplicación de los productos no se encontraba déficit, comenzando a aparecer las

deficiencias en la segunda medición y acentuándose en la última. Es por eso que se puede decir que el momento de aplicación de los fertilizantes no fue el óptimo en lo que respecta a este nutriente, esperándose una mejor respuesta si se aplicase previo al momento de déficit.

Para el potasio, se sugiere la inclusión del nutriente en una fertilización foliar más tardía (fines de abril a principios de mayo) debido a que es un período de gran crecimiento de los árboles y a su vez es el período a partir del cual comienzan a aparecer deficiencias.

Los resultados obtenidos en el análisis del zinc, indican que la aplicación de dicho nutriente mejora su concentración a nivel foliar. Sin embargo en la última fecha de medición su concentración en hoja fue insuficiente incluso para el tratamiento con fertilizante, por lo que se debería aumentar la dosis de este nutriente en la fertilización empleada.

En el caso del boro, se encontró un efecto de la fertilización foliar sobre el nivel de este nutriente en hoja. Sin embargo, el nutriente a partir de la segunda fecha de medición se encuentra dentro del rango adecuado para todos los tratamientos, incluyendo al testigo. Esto sugiere que no sería necesaria la inclusión del nutriente en la fertilización en las condiciones en las cuales se realizó el ensayo.

El resto de los nutrientes evaluados no fueron incluidos en la fertilización empleada y se encontraron dentro del nivel adecuado, a excepción del calcio donde se encontraron excesos en la última fecha de evaluación. Dichos excesos no se pudieron explicar con el análisis de suelo, dado que los árboles se plantaron en suelos ácidos ($\text{Ph} = 5,2$), por lo que este nutriente no debería encontrarse en grandes cantidades.

Por último, la poca respuesta a la aplicación de fertilizante en las variables en estudio, podría estar explicada por el momento de aplicación, los nutrientes aplicados y sus concentraciones. En las condiciones del ensayo, se debería haber aplicado la fertilización a partir de mayo, donde se encontraron mayores deficiencias de fósforo, potasio y zinc, y a su vez se debería haber realizado un análisis foliar previo para poder evaluar los nutrientes que se encuentran en forma deficiente y de esta forma poder fertilizar de manera tal de corregir el desorden nutricional de los árboles. A su vez, para obtener una mejor respuesta a la aplicación de fertilizante, más allá de las condiciones del ensayo, se podría fertilizar en agosto-setiembre, donde las condiciones ambientales harían que el estado fonológico de los árboles fuera más adecuado para responder al agregado de nutrientes.

5.1 PLANTEO A FUTURO

El planteo a futuro se realizó con el objetivo de seguir evaluando el comportamiento del ácido giberélico y la fertilización, tomando en cuenta factores que se podrían mejorar a partir de la experiencia realizada.

En primer lugar, se plantea la realización de un nuevo experimento, en el cual se elimine la variable semilla, se aumente el número de bloques y el tamaño de los mismos.

Luego se eliminaría la fertilización starter, la cual podría estar enmascarando la información recopilada.

Se sugiere realizar 4 tratamientos y un testigo. Los tratamientos constarían de una fertilización básica (N, P, y B) y tres dosis de ácido giberélico, con el fin de ampliar el espectro dada la poca información que hay en el tema.

Los tratamientos serían aplicados al momento de plantación y se evaluarían durante un período de 8 meses (octubre a mayo), pudiéndose obtener información en los períodos de mayor crecimiento.

Se evaluarían las variables altura, diámetro a la altura del cuello y peso de la materia fresca de la parte aérea. Esta última variable se realizaría conjunta a una medición de la altura y diámetro al cuello del árbol a ser cortado, de forma tal de poder evaluar una posible correlación.

Por último se aumentaría el número de muestreo para todas las variables en estudio.

6. RESUMEN

Este ensayo fue llevado a cabo con el fin de evaluar una posible respuesta a la aplicación de ácido giberélico sobre una plantación de *Eucalyptus grandis*. También se evaluó la respuesta de esta aplicación hormonal con respecto a la aplicación de fertilizantes. Los tratamientos que se plantearon fueron los siguientes: T0 como testigo, T1 fertilización foliar, T2 dosis 1 de ácido giberélico, T3 dosis 2 de ácido giberélico, T4 dosis 1 de ácido giberélico y fertilización foliar. Se realizaron mediciones de altura, diámetro a la altura del cuello y materia fresca de la parte aérea. Además se realizaron análisis foliares con el fin de observar la evolución de los nutrientes. No se encontraron respuestas a la aplicación hormonal ni a la fertilización, para las variables medidas en estas condiciones. Por otro lado se encontró un menor crecimiento para el tratamiento con dosis 1 de ácido giberélico. Se puede decir que a pesar de que no se llegó a encontrar respuesta al aplicar la hormona, este ensayo genera antecedentes adaptados a las condiciones locales de producción de *Eucalyptus*, siendo la primer fuente de información a nivel nacional. Además es útil como base para el planteo de investigaciones en un futuro.

Palabras clave: *Eucalyptus grandis*; Ácido giberélico; Fertilización; Plantación.

7. SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the increase in growth of a plantation of *Eucalyptus grandis* after an application of gibberellic acid. Additionally, the growth of the trees with the application of this hormone against the growth of the trees with fertilizer was evaluated. Five treatments were proposed: T0 without applications, T1 foliar application of fertilizer, T2 first dosage of gibberellic acid, T3 second dosage of gibberellic acid, T4 first dose of gibberellic acid with foliar application of fertilizer. The measures made were; height (from collar to apex), diameter at neck height and fresh matter of aerial portion. Also leaf analyses were made in order to observe the nutrient evolution. There were no responses to hormonal application or fertilizer application for the variables measured in these conditions. Furthermore, a negative effect of the treatment with the first dosage of gibberellic acid could be observed. Although no response could be found from the hormone application, this is the first research that generates background adapted to local conditions of *Eucalyptus* production. Finally, it is useful as a basis for future research.

Keywords: *Eucalyptus grandis*; Gibberellic acid; Fertilizer; Plantation.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. APARICIO, J. 2005. Experiencias en Brasil sobre nutrición forestal y preparación mínima del terreno. SAGPyA Forestal. no. 34: 8-13.
2. AZCON-BIETO, J; TALÓN, M. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Madrid, McGraw-Hill. 651 p.
3. BACHELARD, E.D. 1969. Effects of gibberellic acid on internode growth and starch contents of *Eucalyptus camaldulensis* seedlings. New Phytologist. 68: 1017-1022.
4. BALBUENA, L.; DABOVE, P. 1998. Respuesta de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en suelos de Durazno, Paysandú y Rivera. Tesis Ing. Arg. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 3-11.
5. BRUSSA, C. 1994. Eucalyptus. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 328 p.
6. COLLINS, G.; GLOCKE, P.; SEDGLEY, M. 2005a. In vitro organogenesis from seedling explants of the ornamentals *Eucalyptus erythronema*, *E. stricklandii* and the interspecific hybrid *E. erythronema* x *E. stricklandii* cv. Urrbrae Gem. Journal of Horticultural Science and Biothechnology. 80 (1): 97-104.
7. _____.; DELAPORTE, K; GLOCKE, P; SEDGLEY, M. 2005b. Micropropagation of juvenile tissue of *Eucalyptus erythronema* x *Eucalyptus stricklandii* cv. Urrbrae Gem. In vitro cell. dev. biol. 42: 139-143.
8. DALLA TEA, F.; GAITÁN, J.J.; LAROCCA, F. 2004. Fertilización de *Eucalyptus grandis*; dinámica de la respuesta durante la rotación comercial. (en línea). Paraná, s.e. p. irr. Consultado 7 jun. 2008. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/2004/posters04/238%20Fertiliz%20euca%20grandis%20-%20Gaitan%20.pdf>
9. DELL, B.; MALAJCZUK, D.; GROVE. T.S. 2001. Nutrient disorders in plantation eucalypts. Canberra, Australia, Australian Center for International Agricultural Research. 110 p.
10. GARÇA, M.E.; ZANON, A.; VALIO, I.F.; COOPER, M.A. 1986. Influência de reguladores de crescimento e da adubação no florescimento e crescimento de *Eucalyptus dunnii* maid. Boletim de Pesquisa Florestal. 13: 47-56.

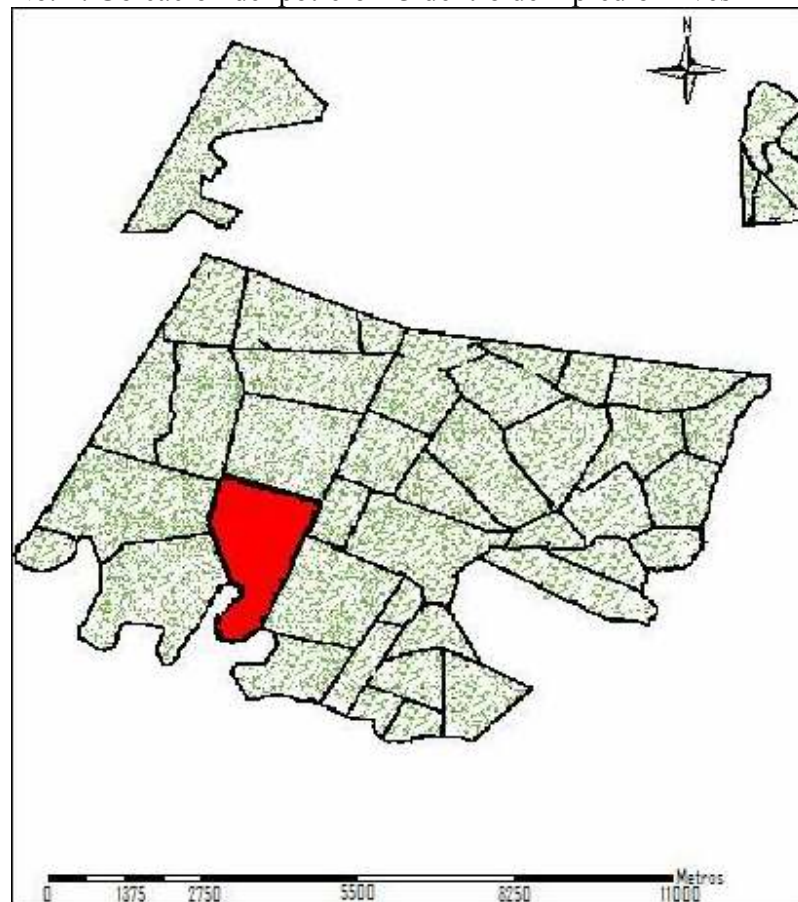
Consultado 10 may. 2008. Disponible en
<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/boletim/boletarqv/boletim13/graca1.pdf>

11. MARASSI, M.A. 2005. Hormonas vegetales. (en línea). Saenz Peña, Chaco, Argentina, UNNU. s.p. Consultado 30 jun. 2008. Disponible en <http://fai.unne.edu.ar/biologia/plantas/hormona.htm#Giberellins>
12. MARIUS, N.; ROMERO, G. 2005. Deficiencias de nutrientes en *Eucalyptus*. Montevideo, Facultad de Agronomía. 2 p.
13. QUIROGA, E.N.; SABERÓN, J.R.; SAMPIETRO, A.R.; VATTUONE, M.A. 2005. Giberelinas. (en línea). San Miguel de Tucumán, Argentina, Universidad Nacional de Tucumán. Consultado 30 jun. 2008. Disponible en http://fai.unne.edu.ar/biologia/plantas/reguladores_vegetales_2005/giberelinas.htm
14. SRIVASTAVA, L. 2002. Plant growth and development. s.l., Academic Press. pp. 353-375.
15. TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2006. Plant physiology. Redwood City, Sinauer Associates. 764 p.
16. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA AGRICULTURA Y PESCA. PRENADER. 2004. Coneat digital. (en línea). Montevideo. Consultado 17 jul. 2008. Disponible en <http://www.prenader.gub.uy>

9. ANEXOS

9.1 ANEXO A: MAPAS

No. 1: Ubicación del potrero 13 dentro del predio Alves

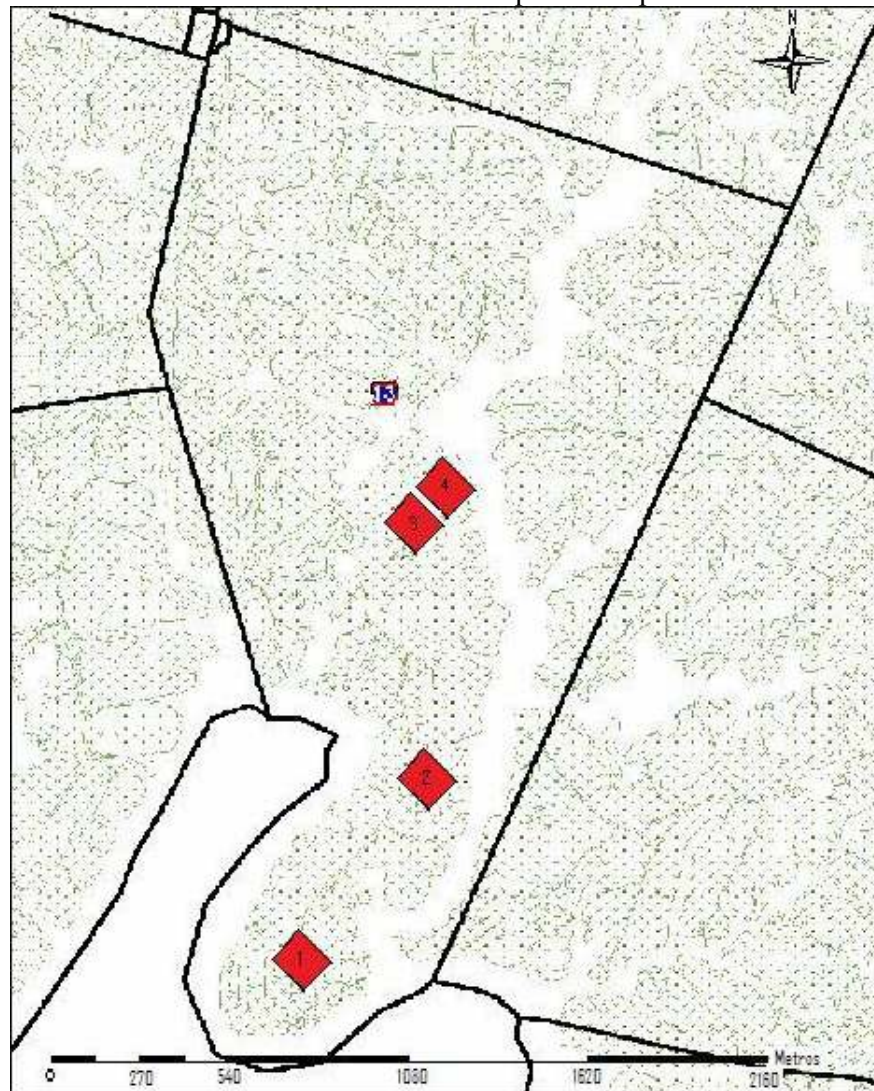


REFECENCIAS



Potrero 13

No. 2: Ubicación de los bloques en el potrero



REFERENCIAS	
	Potrero 13
	Bloque 1
	Bloque 2
	Bloque 3
	Bloque 4

9.2 ANEXO B: CUADROS

Cuadro No. 1: ANOVA para altura de FOSA

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.6883
Día	2	<.0001
Trat*Día	8	0.2395
alt ini	1	<.0001

Cuadro No. 2: Contrastes para semilla FOSA, variable altura

Contrastes	Estimación	Error Standard	Pr > t
alt ini	1,2654	0.04107	<.0001
TEST - RESTO	0.003134	0.03145	0.9254
F o G-mezcla	-0.03388	0.03244	0.3552
F - G puros	0.02802	0.03477	0.4655
G 50 - G 100	-0.03130	0.03974	0.4750
TEST - RESTO DIA 0	-0.01136	0.03913	0.7716
F o G-mezcla DIA 0	-0.00159	0.04038	0.9687
F - G puros DIA 0	-0.03271	0.04312	0.4484
G 50 - G 100 DIA 0	0.007796	0.04946	0.8748
TEST - RESTO DIA 73	-0.00631	0.03913	0.8719
F o G-mezcla DIA 73	-0.05082	0.04038	0.2086
F - G puros DIA 73	0.02896	0.04312	0.5020
G 50 - G 100 DIA 73	-0,0597	0.04946	0.2278
TEST - RESTO DIA 146	0.02708	0.03913	0.4892
F o G-mezcla DIA 146	-0.04922	0.04038	0.2232
F - G puros DIA 146	0.08782	0.04312	0.0421
G 50 - G 100 DIA 146	-0.04200	0.04946	0.3962

Cuadro No. 3: Test de Tukey para variable altura, semilla FOSA, efecto tratamiento*día

Tratamiento	Día	Estimación	Error Standard	Grupo de letra
Fertilizante	146	3,3258	0.06613	A
Fertilizante y GA3	146	3,3165	0.06606	A
Testigo	146	3,3067	0.06607	A
GA3 100	146	3,2590	0.06607	A
GA3 50	146	3,2170	0.06610	A
Fertilizante y GA3	73	2,9736	0.06606	B
GA3 100	73	2,9430	0.06607	B
Fertilizante	73	2,9421	0.06613	B
Testigo	73	2,9292	0.06607	B
GA3 50	73	2,8833	0.06610	B
GA3 50	0	1,6147	0.06610	C
GA3 100	0	1,6069	0.06607	C
Fertilizante y GA3	0	1,6015	0.06606	C
Testigo	0	1,5890	0.06607	C
Fertilizante	0	1,5781	0.06613	C

Cuadro No. 4: ANOVA para altura de INIA

Efecto	Num DF	Pr > F
Trat	4	0.5298
Día	2	<.0001
Trat*Día	8	0.4066
alt:ini	1	<.0001

Cuadro No. 5: Contrastes para semilla INIA, variable altura

Contrastes	Estimación	Error Estándar	Pr > t
alt ini	1,1850	0.04783	<.0001
TEST - RESTO	0.03370	0.05036	0.5400
F y G-mezcla	-0.03756	0.05316	0.5188
F - G puros	0.07675	0.05503	0.2355
G 50 - G 100	-0.05729	0.06358	0.4185
TEST - RESTO DIA 0	0.01468	0.05849	0.8020
F y G-mezcla DIA 0	-0.04506	0.06139	0.4632
F - G puros DIA 0	0.005088	0.06395	0.9366
G 50 - G 100 DIA 0	0.01048	0.07387	0.8872
TEST - RESTO DIA 73	0.04619	0.05849	0.4300
F y G-mezcla DIA 73	-0.01735	0.06139	0.7776
F - G puros DIA 73	0.08759	0.06395	0.1712
G 50 - G 100 DIA 73	-0.07702	0.07387	0.2975
TEST - RESTO DIA 146	0.04025	0.05849	0.4916
F y G-mezcla DIA 146	-0.05027	0.06139	0.4132
F - G puros DIA 146	0.1376	0.06395	0.0318
G 50 - G 100 DIA 146	-0.1053	0.07387	0.1543

Cuadro No. 6: Test de Tukey para variable altura, semilla INIA, efecto tratamiento*día.

Tratamiento	Día	Estimación	Error Estándar	Grupo de letra
2:FERT_S	146	3,2391	0.09816	A
1:TESTIG	146	3,2002	0.09817	A
3:FERT_G	146	3,1976	0.09844	A
5:GA3_10	146	3,1542	0.09827	A
4:GA3_50	146	3,0488	0.09816	AB
2:FERT_S	73	2,8856	0.09816	BC
1:TESTIG	73	2,8777	0.09817	BC
3:FERT_G	73	2,8445	0.09844	BC
5:GA3_10	73	2,8365	0.09827	BC
4:GA3_50	73	2,7595	0.09816	C
3:FERT_G	0	1,6483	0.09844	D
1:TESTIG	0	1,6292	0.09817	D
4:GA3_50	0	1,6068	0.09816	D
2:FERT_S	0	1,6066	0.09816	D
5:GA3_10	0	1,5963	0.09827	D

Cuadro No. 7: ANOVA para altura del análisis conjunto

Efecto	Num DF	Pr > F
Semilla	1	0.4890
Trat	4	0.2583
Semilla*Trat	4	0.9204
Día	2	<.0001
Semilla*Día	2	<.0001
Trat*Día	8	0.0522
Semilla*Trat*Día	8	0.9485
alt_ini	1	<.0001

Cuadro No. 8: Contrastes para análisis conjunto, variable altura.

Contrastes	Estimación	Error Estándar	Pr > t
alt ini	1,22180	0.03188	<.0001
TEST - RESTO	0,02081	0.02964	0.5024
F o G-mezcla	-0,04007	0.03086	0.2303
F - G puros	0,05558	0.03249	0.1255
G 50 - G 100	-0,04389	0.03750	0.2755
TEST - RESTO DIA 0	0,00405	0.03514	0.9083
F o G-mezcla DIA 0	-0,02768	0.03651	0.4485
F - G puros DIA 0	-0,01062	0.03852	0.7829
G 50 - G 100 DIA 0	0,00954	0.04447	0.8301
TEST - RESTO DIA 73	0,02233	0.03514	0.5252
F o G-mezcla DIA 73	-0,03844	0.03651	0.2925
F - G puros DIA 73	0,06146	0.03852	0.1108
G 50 - G 100 DIA 73	-0,06796	0.04447	0.1267
TEST - RESTO DIA 146	0,03606	0.03514	0.3051
F o G-mezcla DIA 146	-0,05410	0.03651	0.1386
F - G puros DIA 146	0,11590	0.03852	0.0027
G 50 - G 100 DIA 146	-0,07327	0.04447	0.0996

Cuadro No. 9: ANOVA para Diámetro a la altura del cuello de FOSA

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.2600
Día	2	<.0001
Trat*Día	8	0.0016
Diam:ini	1	<.0001

Cuadro No. 10: Contrastes para diámetro a la altura del cuello de semilla FOSA

Contrastes	Estimación	Error Estándar	Pr > t
D alt cuello ini	1,20240	0.03952	<.0001
TEST - RESTO	0,00062	0.04146	0.9888
F o G-mezcla	-0,04348	0.04288	0.3679
F - G puros	0,00742	0.04615	0.8801
G 50 - G 100	-0,13850	0.05274	0.0584
TEST - RESTO DIA 0	-0,00632	0.05225	0.9037
F o G-mezcla DIA 0	-0,01293	0.05401	0.8109
F - G puros DIA 0	-0,04258	0.05782	0.4618
G 50 - G 100 DIA 0	0,02951	0.06633	0.6565
TEST - RESTO DIA 73	-0,01830	0.05225	0.7262
F o G-mezcla DIA 73	-0,05807	0.05401	0.2827
F - G puros DIA 73	-0,03737	0.05782	0.5183
G 50 - G 100 DIA 73	-0,23090	0.06633	0.0005
TEST - RESTO DIA 146	0,02649	0.05225	0.6124
F o G-mezcla DIA 146	-0,05946	0.05401	0.2713
F - G puros DIA 146	0,10220	0.05782	0.0776
G 50 - G 100 DIA 146	-0,21420	0.06633	0.0013

Cuadro No. 11: ANOVA para Diámetro a la altura del cuello de INIA

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.2410
Día	2	<.0001
Trat*Día	8	0.1244
Diam:ini	1	<.0001

Cuadro No. 12: ANOVA del análisis conjunto para la variable diámetro.

Efecto	Núm DF	Pr > F
Semilla	1	0.4214
Trat	4	0.0333
Semilla*Trat	4	0.7877
Día	2	<.0001
Semilla*Día	2	<.0001
Trat*Día	8	0.0003
Semilla*Trat*Día	8	0.6513
D alt cuello ini	1	<.0001

Cuadro No. 13 Efecto Semilla-Día para el análisis conjunto.

Semilla	Día	Estimación	Error Estándar	Grupo de Letra
FOSA	146	5,8431	0,1013	A
INIA	146	5,7752	0,1013	A
FOSA	73	4,8685	0,1013	B
INIA	73	4,5081	0,1013	B
INIA	0	2,6731	0,1013	C
FOSA	0	2,6714	0,1013	C

Cuadro No. 14: Efecto Tratamiento para el análisis conjunto.

Tratamiento	Estimación	Error Estándar	Grupo de Letra
3:FERT_G	4,4545	0.07566	A
5:GA3_100	4,4339	0.07556	AB
1:TESTIGO	4,3891	0.07554	AB
2:FERT_S	4,3782	0.07560	AB
4:GA3_50	4,2939	0.07554	B

Cuadro No. 15: Contrastes para diámetro a la altura del cuello del análisis conjunto

Contrastes	Estimación	Error Estándar	Pr > t
D alt cuello ini	1,17600	0.02811	<.0001
TEST - RESTO	-0,00098	0.03264	0.9768
F o G-mezcla	-0,08589	0.03423	0.0364
F - G puros	0,01438	0.03584	0.6988
G 50 - G 100	-0,14000	0.04136	0.0096
TEST – RESTO DIA 0	0,00284	0.04131	0.9452
F o G-mezcla DIA 0	-0,03728	0.04307	0.3870
F - G puros DIA 0	-0,01531	0.04531	0.7356
G 50 - G 100 DIA 0	0,01522	0.05231	0.7712
TEST - RESTO DIA 73	-0,03153	0.04131	0.4454
F o G-mezcla DIA 73	-0,11090	0.04307	0.0101
F - G puros DIA 73	-0,00802	0.04531	0.8596
G 50 – G 100 DIA 73	-0,18690	0.05231	0.0004
TEST - RESTO DIA 146	0,02576	0.04131	0.5330
F o G-mezcla DIA 146	-0,10950	0.04307	0.0111
F – G puros DIA 146	0,06646	0.04531	0.1427
G 50 – G 100 DIA 146	-0,24830	0.05231	<.0001

Cuadro No. 16: ANOVA de peso de materia fresca de semilla FOSA.

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.2432
Día	2	<.0001
Trat*Día	8	0.1629
M_fresca_ini	1	0.0057

Cuadro No. 17: ANOVA de peso de materia fresca de semilla INIA.

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.5906
Día	2	<.0001
Trat*Día	8	0.6821
M_fresca_ini	1	0.2352

Cuadro No. 18: ANOVA de peso de materia fresca del análisis conjunto.

Efecto	Núm DF	Pr > F
Semilla	1	0.4738
Trat	4	0.0981
Semilla*Trat	4	0.8368
Día	2	<.0001
Semilla*Día	2	0.6769
Trat*Día	8	0.5036
Semilla*Trat*Día	8	0.3428
M_fresca_ini	1	0.0039

Cuadro No. 19: Contrastes de materia fresca del análisis conjunto

Contrastes	Estimación	Error Estándar	Pr > t
D alt cuello ini	0,84800	0.2595	0.0039
TEST - RESTO	0,09006	0.1755	0.6236
F o G-mezcla	0,43610	0.1808	0.0466
F - G puros	0,13190	0.1979	0.5265
G 50 - G 100	-0,51660	0.2263	0.0564
TEST - RESTO DIA 0	-0,00855	0.3402	0.9802
F o G-mezcla DIA 0	0,00465	0.3511	0.9896
F - G puros DIA 0	0,02914	0.3756	0.9389
G 50 - G 100 DIA 0	0,02787	0.4325	0.9493
TEST - RESTO DIA 73	-0,16270	0.3402	0.6376
F o G-mezcla DIA 73	0,69910	0.3511	0.0603
F - G puros DIA 73	-0,13750	0.3756	0.7181
G 50 - G 100 DIA 73	-0,83880	0.4325	0.0667
TEST - RESTO DIA 146	0,44140	0.3402	0.2091
F o G-mezcla DIA 146	0,60460	0.3511	0.1005
F - G puros DIA 146	0,50410	0.3756	0.1946
G 50 - G 100 DIA 146	-0,73880	0.4325	0.1031

Cuadro No. 20: ANOVA para nivel de Nitrógeno

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.2427
Semilla	1	0.1311
Trat*Semilla	4	0.5526
Día	2	<.0001
Trat*Día	8	0.2316
Sem*Día	2	0.0004
Sem*Trat*Día	8	0.6669
Nitrógeno ini	1	0.0114

Cuadro No. 21: ANOVA para nivel de Fósforo

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.0330
Semilla	1	0.3632
Trat*Semilla	4	0.6812
Día	2	<.0001
Trat*Día	8	0.0197
Sem*Día	2	0.9347
Sem*Trat*Día	8	0.4201
Fósforo ini	1	<.0001

Cuadro No. 22: Niveles foliares de nutrientes

DÍA 0											
		Macro					Micro				
Nutrientes		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
		mg/g					mg/kg				
Nivel adecuado		18-34	1.0-3.0	6.0-18.0	3.0-8.0	1.0-3.0	25-130	60-2300	15-50	2.0-11	15-27
Semilla	Tratamiento										
INIA	Testigo	34,45	1,40	9,20	7,95	3,10	66,0	510,0	15,00	11,00	13,50
	Fert	34,15	1,30	9,15	6,80	3,00	64,0	490,0	15,50	9,50	15,00
	G50	33,20	1,45	8,55	6,20	2,75	56,5	475,0	17,00	10,00	11,50
	G100	34,30	1,30	8,85	6,05	2,85	67,5	445,0	14,50	9,00	14,50
	Fert y G50	32,50	1,35	9,00	6,70	3,30	73,5	460,0	16,50	10,50	13,50
FOSA	Testigo	33,85	1,20	9,05	5,55	2,60	58,0	460,0	12,50	9,50	11,00
	Fert	33,55	1,15	9,25	5,60	2,55	62,0	475,0	12,50	8,50	13,00
	G50	33,95	1,30	9,40	5,10	2,45	58,5	410,0	12,00	8,00	11,50
	G100	34,25	1,20	9,90	5,05	2,60	65,0	455,0	11,50	10,00	12,00
	Fert y G50	34,30	1,20	8,70	6,65	2,95	64,0	455,0	14,00	8,50	15,00
DÍA 73											
		Macro					Micro				
Nutrientes		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
		mg/g					mg/kg				
Nivel adecuado		18-34	1.0-3.0	6.0-18.0	3.0-8.0	1.0-3.0	25-130	60-2300	15-50	2.0-11	15-27
Semilla	Tratamiento										
INIA	Testigo	20,6	0,95	5,65	8,05	2,85	55	605	11	13,5	19,5
	Fert	22,9	1,1	6,3	8,55	2,9	59	645	16,5	21,5	30,5
	G50	21,35	1,2	6,15	7,45	2,5	49	615	12	11,5	18
	G100	19,45	0,9	5,65	6,7	2,7	47	575	10,5	11,5	23,5
	Fert y G50	18,9	1	6,2	6,75	2,75	43,5	555	13,5	12	28
FOSA	Testigo	17,35	0,8	6	7,2	2,6	42,5	570	8	13,5	19
	Fert	18,6	0,9	6,2	6,6	2,5	45	585	12,5	20	20
	G50	19,15	0,95	6,15	6,25	2,6	45,5	570	8,5	11	16,5
	G100	19,15	0,85	6,25	7,05	2,55	41	535	8	12	17,5
	Fert y G50	18,15	0,85	5,75	6,4	2,3	44,5	565	11	11,5	22,5

DÍA 146											
		Macro					Micro				
Nutrientes		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
		mg/g					mg/kg				
Nivel adecuado		18-34	1.0-3.0	6.0-18.0	3.0-8.0	1.0-3.0	25-130	60-2300	15-50	2.0-11	15-27
Semilla	Tratamiento										
INIA	Testigo	22,00	0,90	5,30	10,90	3,15	47,00	465,00	9,00	9,00	25,00
	Fert	23,45	1,00	5,15	11,25	3,05	44,00	455,00	13,00	12,00	27,50
	G50	22,95	1,05	4,95	9,85	2,85	42,00	430,00	9,00	9,00	18,50
	G100	21,70	0,90	4,65	10,60	3,35	42,50	510,00	9,00	8,00	21,00
	Fert y G50	21,25	1,00	6,00	9,80	3,30	43,50	480,00	10,00	10,50	28,50
FOSA	Testigo	20,70	0,75	5,15	10,25	2,85	39,00	475,00	7,50	10,00	20,50
	Fert	22,10	0,85	5,65	9,75	2,85	42,50	495,00	10,50	11,50	22,00
	G50	22,50	0,90	5,40	10,10	2,75	42,50	475,00	8,50	9,00	19,00
	G100	22,35	0,80	5,05	9,75	2,75	39,50	450,00	8,00	9,00	21,50
	Fert y G50	21,40	0,75	5,25	9,80	2,70	39,50	540,00	9,50	9,50	26,00

Verde = Déficit

Rojo = Exceso

Cuadro No. 23: ANOVA para nivel de Potasio

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.2897
Semilla	1	0.9667
Trat*Semilla	4	0.5050
Día	2	<.0001
Trat*Día	8	0.1696
Sem*Día	2	0.5822
Sem*Trat*Día	8	0.6824
K_INI	1	<.0001

Cuadro No. 24: ANOVA para nivel de Calcio

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.6020
Semilla	1	0.5392
Trat*Semilla	4	0.7961
Día	2	<.0001
Trat*Día	8	0.8435
Sem*Día	2	0.6469
Sem*Trat*Día	8	0.8609
Ca INI	1	0.0003

Cuadro No. 25: ANOVA para nivel de Magnesio

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.8705
Semilla	1	0.2524
Trat*Semilla	4	0.7571
Día	2	0.0024
Trat*Día	8	0.5625
Sem*Día	2	0.6319
Sem*Trat*Día	8	0.9151
Mg_INI	1	0.2276

Cuadro No. 26: ANOVA para nivel de Hierro

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.7420
Semilla	1	0.1729
Trat*Semilla	4	0.6750
DIA	2	<.0001
Trat*DIA	8	0.5147
Sem*Día	2	0.7258
Sem*Trat*Día	8	0.9514
Hierro ini	1	0.0829

Cuadro No. 27: ANOVA para nivel de Zinc

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.0026
Semilla	1	0.2593
Trat*Semilla	4	0.7619
DIA	2	<.0001
Trat*DIA	8	0.0257
Sem*Día	2	0.0298
Sem*Trat*Día	8	0.8955
Zinc ini	1	0.0618

Cuadro No. 28: ANOVA para nivel de Cobre

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.1355
Semilla	1	0.9505
Trat*Semilla	4	0.9941
DIA	2	0.0001
Trat*DIA	8	0.0637
Sem*Día	2	0.8387
Sem*Trat*Día	8	0.9999
Cobre ini	1	0.1187

Cuadro No. 29: ANOVA para nivel de Boro

Efecto	Núm DF	Pr > F
Trat	4	0.0093
Semilla	1	0.1403
Trat*Semilla	4	0.1865
Día	2	<.0001
Trat*Día	8	0.3880
Sem*Día	2	0.1994
Sem*Trat*Día	8	0.6330
B_INI	1	0.3910

Cuadro No. 30: Contrastes para Boro

Contrastes	Estimación	Error Estándar	Pr > t
NUTR ini	0,2143	0,2444	0.3910
TEST - RESTO	-1,1399	0,7689	0.1818
F o G-mezcla	-3,4643	0,8205	0.0039
F - G puros	3,9018	0,8919	0.0033
G 50 - G 100	-2,1250	1,0166	0.0749
TEST - RESTO DIA 0	-0,7857	1,5608	0.6202
F o G-mezcla DIA 0	-1,0476	1,6251	0.5265
F - G puros DIA 0	1,2768	1,7347	0.4703
G 50 – G 100 DIA 0	-1,3750	1,9963	0.4989
TEST – RESTO DIA 73	-2,5982	1,5608	0.1116
F o G-mezcla DIA 73	-3,9643	1,6251	0.0242
F - G puros DIA 73	6,0268	1,7347	0.0024
G 50 – G 100 DIA 73	-2,8750	1,9963	0.1653
TEST – RESTO DIA 146	-0,0357	1,5608	0.9820
F o G-mezcla DIA 146	-5,3810	1,6251	0.0035
F - G puros DIA 146	4,4018	1,7347	0.0196
G 50 - G 100 DIA 146	-2,1250	1,9963	0.2998