

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

***EFEECTO DE DISTINTOS ABONOS VERDES,  
ESTIÉRCOL DE BOSQUE Y DOSIS DE NITRÓGENO  
SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE  
CEBOLLA DULCE EN SUELOS ARENOSOS***

POR

FACULTAD DE AGRONOMIA

Sergio AGUIRRE MENDEZ  
Manuel FRUCTOS VEZOLI

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
1998

Tesis aprobada por:

Director: HECTOR GENTA  
Nombre completo y firma

LAURA ALLENDE  
Nombre completo y firma

JOSE ZAMARIDE  
Nombre completo y firma

Fecha: \_\_\_\_\_

Autores: SERGIO AGUIRRE  
Nombre completo y firma

MANUEL FRUETOS  
Nombre completo y firma

### **AGRADECIMIENTOS**

- Al Ing. Agr. Hector Genta por la dirección del trabajo realizado.
- A la Ing. Agr. Laura Allende y a los funcionarios y docentes de la Cátedra de Horticultura por su colaboración en el trabajo.
- Al Sr. Enrique Guarino por ceder el predio para realizar el trabajo de campo.
- Al Ing. Agr. Luis Salvarrey por su apoyo en el procesamiento estadístico de los datos.
- A la Cátedra de Fertilidad por haber permitido realizar los análisis de suelos en sus instalaciones.
- A Celia y Silvia, por su ayuda y paciencia.

## TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
<b><i>PÁGINA DE APROBACIÓN</i></b> .....	<i>II</i>
<b><i>AGRADECIMIENTOS</i></b> .....	<i>III</i>
<b><i>LISTA DE CUADROS Y GRÁFICOS</i></b> .....	<i>VI</i>
<b><u>1. INTRODUCCIÓN</u></b> .....	1
<b><u>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u></b> .....	2
<b>2.1 INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>2.2 FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA</b> .....	3
<u>2.2.1 Descomposición de los restos orgánicos</u> .....	4
<u>2.2.2 Estiércol de corral y de bosque</u> .....	6
2.2.2.1 Composición.....	6
2.2.2.2 Tratamiento del estiércol.....	7
2.2.2.3 Influencia del estiércol sobre el suelo y los cultivos.....	8
<u>2.2.3 Abonos verdes</u> .....	9
2.2.3.1 Funciones de los abonos verdes.....	10
2.2.3.2 Especies utilizadas.....	12
2.2.3.3 Manejo de los abonos verdes.....	15
<b>2.3 DOSIS DE NITRÓGENO Y ABONOS ORGÁNICOS EN CEBOLLA</b> .....	16
<b><u>3. MATERIALES Y MÉTODOS</u></b> .....	20
<b>3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO</b> .....	20
<b>3.2 SUELO</b> .....	20
<b>3.3 CLIMA</b> .....	20
<b>3.4 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b> .....	21
<u>3.4.1 Los abonos verdes</u> .....	21
3.4.1.1 Descripción de las especies utilizadas.....	21
3.4.1.2 Diseño experimental.....	22
3.4.1.3 Preparación del suelo, siembra y manejo de los abonos verdes.....	22
<u>3.4.2 El cultivo de cebolla</u> .....	24
3.4.2.1 Preparación del suelo.....	25
3.4.2.2 Diseño experimental.....	25
3.4.2.3 Densidad y distribución.....	25
3.4.2.4 Manejo del cultivo de cebolla.....	26
3.4.2.5 Cosecha.....	27
<u>3.4.3 Variables analizadas</u> .....	27
3.4.3.1 Coberturas verdes.....	27
3.4.3.2 Cultivo de cebolla.....	28
<u>3.4.4 Análisis estadístico</u> .....	28

<b><u>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b> .....	29
<b>4.1 RENDIMIENTO DE LAS COBERTURAS VERDES</b> .....	29
<u>4.1.1 Rendimiento de materia verde</u> .....	29
<u>4.1.2 Rendimiento de materia seca</u> .....	29
<u>4.1.3 Influencia del riego sobre los abonos verdes</u> .....	30
<b>4.2 EFECTO DE LAS COBERTURAS VERDES, EL ABONO ORGÁNICO Y LA DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE EL RENDIMIENTO TOTAL Y COMERCIAL DE CEBOLLA</b> .....	30
<u>4.2.1 Efecto de las coberturas verdes</u> .....	31
<u>4.2.2 Efecto de las dosis de nitrógeno</u> .....	32
<u>4.2.3 Efecto del abono de bosque en general</u> .....	33
<u>4.2.4 Efecto de la interacción de coberturas verdes por abono de bosque</u> .....	33
<u>4.2.5 Efecto de la interacción de coberturas verdes y dosis de nitrógeno</u> .....	34
<b>4.3 EFECTO DE LAS COBERTURAS VERDES, ESTIÉRCOL DE BOSQUE Y DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE EL RENDIMIENTO SEGÚN CATEGORÍAS</b> .....	35
<b>4.4 EFECTO DE LAS COBERTURAS VERDES, ESTIÉRCOL DE BOSQUE Y DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE EL PORCENTAJE DE BULBOS FLORECIDOS</b> .....	38
<b>4.5 EFECTO DE LAS COBERTURAS VERDES, ESTIÉRCOL DE BOSQUE Y DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE EL NÚMERO DE PLANTAS DE CEBOLLA</b> .....	38
<u>4.5.1 Efecto de los abonos verdes sobre el número de plantas de cebolla</u> .....	39
<u>4.5.2 Efecto del abono de bosque sobre el número de plantas de cebolla</u> .....	39
<u>4.5.3 Efecto de la dosis de nitrógeno y la interacción de dosis de nitrógeno con las coberturas verdes, sobre el número de plantas cosechadas</u> .....	40
<b>4.6 EFECTO DE LAS COBERTURAS VERDES, ESTIÉRCOL DE BOSQUE Y DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE LAS VARIABLES: ALTURA DE PLANTA, NÚMERO DE HOJAS Y DIÁMETRO DEL BULBO</b> ...40	40
<u>4.6.1 Diámetro promedio de bulbos</u> .....	40
<u>4.6.2 Altura de plantas</u> .....	42
<u>4.6.3 Número de hojas funcionales</u> .....	43
<b>4.7 EFECTO DE LAS COBERTURAS VERDES Y DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE LOS NITRATOS EN EL SUELO</b> .....	44
<b><u>5. CONCLUSIONES</u></b> .....	46
<b><u>6. RESUMEN</u></b> .....	48
<b><u>7. BIBLIOGRAFIA</u></b> .....	49

**LISTA DE CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICOS**

<b><u>Cuadro N°</u></b>	<b><u>Página</u></b>
1. Composición química aproximada de leguminosas (% en base seca).....	4
2. Relación C/N de algunos materiales orgánicos.....	5
3. Composición de las deyecciones de distintas especies animales.....	7
4. Evolución del contenido de materia orgánica (%) en distintos manejos.....	8
5. Producción de algodón en función de control químico de nemátodos y de rotación con maíz+mucuna (asociados).....	12
6. Rendimiento de cultivos según el abono verde utilizado, comparado con los rendimientos promedios de la zona, en Kg. o unidades (U)/ha.....	13
7. Materia verde (MV), materia seca (MS), fecha de muestreo y etapa del ciclo de especies de primavera-verano en San Bautista.....	13
8. Rendimiento de bulbos comerciales de cebolla en sucesión a los abonos verdes. EMPASC, Ituporanga, SC.....	14
9. Producción total y producción comercial (t/ha) de la cebolla "Pira Ouro" de verano, en relación a distintos abonos orgánicos y minerales.....	16
10. Producción de cebolla según manejo de suelo y densidad.....	17
11. Guía orientativa de fertilización nitrogenada, basada en el manejo y sucesión de cultivos en la chacra (cultivo bajo riego).....	18
12. Análisis químico de suelos del ensayo.....	20
13. Registros agroclimáticos de enero a noviembre del año 1994.....	21
14. Fertilización de base (en kilos/hectárea).....	23
15. Refertilizaciones (kilos de nitrógeno por hectárea).....	23
16. Kilos de nitrógeno/ha para acelerar la descomposición de los abonos verdes.....	24
17. Fechas de aplicación de la Urea y proporción de la misma según el tratamiento.....	26
18. Rendimiento promedio en materia verde de los distintos tratamientos.....	29
19. Porcentaje y rendimiento de materia seca de los distintos tratamientos.....	29
20. Efecto del riego sobre el rendimiento de materia verde (kg/ha).....	30
21. Rendimiento total y comercial de bulbos secos de cebolla (kg/ha), según la cobertura verde utilizada, con y sin abono de bosque.....	34
22. Rendimiento total de bulbos secos de cebolla (kg/ha), según la cobertura verde utilizada y la dosis de nitrógeno.....	34
23. Rendimiento comercial de bulbos secos de cebolla (kg/ha), según la cobertura verde utilizada y la dosis de nitrógeno.....	34
24. Clasificación y distribución por categorías del rendimiento total y comercial de bulbos secos de cebolla.....	35
25. Rendimiento de bulbos secos de cebolla (kg/ha), discriminado por categorías y con y sin abono de bosque.....	37
26. Porcentaje de plantas florecidas, según cobertura verde.....	38

<b><u>Cuadro No.</u></b>	<b><u>Pág.</u></b>
27. Porcentaje de plantas florecidas, según dosis de nitrógeno (kg/ha).....	38
28. Efecto del agregado de abono de bosque sobre el número de plantas cosechadas.....	39
29. Número promedio de plantas por parcela según nivel de nitrógeno (kg/ha) y abono verde empleado.....	40
30. Evolución del diámetro promedio de bulbos (cm) en tres fechas durante el ciclo del cultivo, según cobertura verde utilizada.....	41
31. Evolución del diámetro promedio de bulbos (cm) en tres fechas durante el ciclo del cultivo, con y sin estiércol de bosque.....	41
32. Evolución del diámetro promedio de bulbos (cm) en tres fechas durante el ciclo del cultivo, según dosis de nitrógeno.....	41
33. Evolución del promedio de altura de planta (cm) en tres fechas durante el ciclo del cultivo, según cobertura verde utilizada.....	42
34. Evolución del promedio de altura de planta (cm) en tres fechas durante el ciclo del cultivo, con y sin estiércol de bosque.....	42
35. Evolución del promedio de altura de planta (cm) en tres fechas durante el ciclo del cultivo, según dosis de nitrógeno.....	42
36. Evolución del número de hojas promedio en tres fechas durante el ciclo del cultivo, según cobertura verde utilizada.....	43
37. Evolución del número de hojas promedio en tres fechas durante el ciclo del cultivo, con y sin estiércol de bosque.....	43
38. Evolución del número de hojas promedio en tres fechas durante el ciclo del cultivo, según dosis de nitrógeno.....	44
39. Resultados de análisis de nitratos (N-NO <sub>3</sub> ) en ppm, según cobertura verde..	44
40. Resultados de análisis de nitratos (N-NO <sub>3</sub> ) en ppm, según dosis de nitrógeno.....	44

### **Figuras**

1. Disposición en el ensayo de los tratamientos de coberturas verdes.....	22
2. Distribución al azar de los tratamientos de nitrógeno en la cebolla.....	25

### **Gráficos**

1 Rendimiento total y comercial de bulbos secos de cebolla (kg/ha) según cobertura verde empleada.....	31
2 Relación entre la materia seca aportada por las coberturas verdes y el rendimiento total de cebolla (kg/ha).....	32
3 Rendimiento total y comercial promedio de bulbos secos (kg/ha), según nivel de nitrógeno.....	32
4 Rendimiento total y comercial promedio de bulbos secos de cebolla con y sin abono de bosque.....	33
5 Rendimiento de cebolla por categorías (kg/ha), según dosis de nitrógeno....	36
6 Rendimiento de cebolla por categorías (kg/ha), según cobertura verde utilizada.....	37

- 7 Efecto de las coberturas verdes incorporadas sobre el número de plantas cosechadas..... 39

**Anexos.**

1. Rendimiento de materia verde y seca (kg/ha) y % de materia seca de las especies de coberturas verdes estudiadas.
2. Análisis estadístico de las coberturas verdes.
3. Rendimiento de las diferentes categorías de cebolla (kg/ha), rendimiento total y comercial, % de florecimiento y número de cebollas por parcela, según cobertura verde, estiércol aplicado y dosis de nitrógeno.
4. Análisis estadístico del rendimiento total de cebolla (kg-ha).
5. Análisis estadístico del rendimiento comercial de cebolla (kg-ha).

## 1. INTRODUCCIÓN

En torno a la ciudad de Salto, se ha desarrollado desde fines del siglo pasado, y muy relacionado con los inmigrantes italianos, españoles y portugueses, la producción hortícola de primor. Estas “**primicias**” ( que son posibles debido principalmente a razones climáticas y de tipo de suelos) como su nombre lo indica, ingresan antes al mercado principal (Montevideo) logrando por esto mejores precios compensando, de esta manera, los mayores costos de transporte.

Los suelos de la zona norte y noreste de la ciudad, corresponden a la unidad Salto (principalmente Argisoles). Estos suelos son de texturas arenosas con bajo porcentaje de materia orgánica y fertilidad natural baja a muy baja, acentuadas estas últimas características en los predios con mayor intensidad de uso en horticultura. El exceso de laboreos, los cultivos en hileras en dirección a la mayor pendiente, lluvias intensas y el mantenimiento de suelos en barbecho durante el verano conjuntamente con altas temperaturas y humedad, son las principales causas de las altas pérdidas de la materia orgánica del suelo.

Los productores, para atenuar estos problemas y mantener su producción, recurren generalmente a la compra de abono orgánico (“de corral”o “de bosque”) en grandes volúmenes. Debido a su precio, de 10 a 12 dólares el metro cúbico, y a la heterogeneidad de la calidad de los mismos que se ofrecen en la zona, hace necesario la búsqueda de fuentes alternativas de materia orgánica.

Este trabajo evalúa el comportamiento productivo de 3 especies diferentes de coberturas verdes y una combinación de dos de ellas. Las especies utilizadas para coberturas son estivales, pensando en que generalmente en esa época del año se realizan pocos cultivos comerciales en la zona. Después de la incorporación de los abonos verdes, se plantó cebolla dulce, para evaluar el efecto de los mismos sobre el cultivo.

La cebolla (*Allium cepa*) es uno de los cultivos más importantes en la zona, realizado por el 38% de los productores según una encuesta de 1992 (17). Se utilizan distintos tipos y variedades y entre ellas están las cebollas dulces (menos pungentes) como la Granex 33, que se planta con perspectivas de exportación. Esta última fue la variedad utilizada en el ensayo, donde se evaluó además la respuesta productiva a distintas dosis de nitrógeno y su interacción con los abonos orgánicos (estiércol de bosque y coberturas verdes) para ajustar mejor las necesidades del cultivo en estos suelos.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INTRODUCCIÓN

Los materiales orgánicos de origen animal o vegetal llegan o son formados en el suelo, donde son descompuestos por las actividades microbianas (18). Esta descomposición constituye un proceso biológico básico en el que el carbono ( C ) es recirculado a la atmósfera como dióxido de carbono ( CO<sub>2</sub> ), el nitrógeno ( N ) es hecho disponible como amonio ( NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ) y nitrato ( NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ) y otros elementos asociados ( P, S y varios micronutrientes ) aparecen en la forma requerida por las plantas superiores (22).

En este proceso algo del C es asimilado dentro del tejido microbiano ( la biomasa del suelo ) y parte es convertido en Humus. Parte del humus nativo es mineralizado simultáneamente, en consecuencia el contenido total de materia orgánica es mantenido a un nivel mas o menos estable característico del suelo y del manejo del sistema (22).

Las transformaciones que sufren los restos vegetales y animales en el suelo se realizan bajo la acción de distintos grupos de microorganismos así como de la microfauna edáfica ( ácaros, insectos, lombrices, etc. ). Por otra parte, se dan desintegraciones mecánicas, oxidaciones, hidrólisis, etc., que pueden ocurrir bajo acción directa de las precipitaciones atmosféricas o de la reacción ácida o básica del suelo, del viento, de los cambios de temperatura, etc. (10, 22).

Según Kiehl (10), si estudiamos el proceso de descomposición que se da en un monte, nos encontramos con tres capas bastante diferenciadas: una primera y superior de deposición reciente, **materia orgánica cruda**, con sus características originales bien definidas diferenciando claramente por ejemplo, una hoja de una flor. La camada siguiente, **en fermentación**, esta constituida por materiales que están siendo atacados por microorganismos e insectos y presenta señales evidentes de desintegración física y descomposición química, coloración oscura y presencia de filamentos blancuzcos que corresponden a micelios de hongos y actinomicetes, etc. Finalmente la tercer capa es el **Humus**, material ya descompuesto con color negro, olor a tierra húmeda y completamente desintegrado. Esta capa esta parcialmente integrada al horizonte superficial dando coloración oscura a los primeros centímetros de suelo. Un proceso similar a este ocurre cuando amontonamos restos orgánicos y le proporcionamos condiciones para que se de la descomposición.

Por su parte Silva (1995), divide a las sustancias orgánicas existentes en el suelo en dos grupos: los **restos orgánicos frescos** y las **sustancias húmicas**. En los primeros incluye a los productos de la descomposición y de la actividad vital de la población microbiana ( proteínas, aminoácidos, hidratos de carbono simples y compuestos, ácidos

orgánicos, ceras, lignina, etc.) y constituyen el 10- 15% de la reserva total de materia orgánica del suelo. Las **sustancias húmicas** ( humus) constituyen la reserva más importante de mat. orgánica en los suelos (85- 90%) y son el resultado de complejas transformaciones de los restos frescos. El mismo autor cita distintos caminos posibles para la síntesis de humus a partir de restos frescos: como resultado de la utilización incompleta de la lignina por los microorganismos ( teoría clásica), mediante mecanismos que involucran a las quininas y por condensación de amino-azúcares.

Los beneficios del aporte de materia orgánica en los suelos son múltiples y se pueden clasificar del punto de vista físico, químico y biológico. Los beneficios **físicos** se traducen en una mejor estructura, aireación y retención de humedad. Los efectos del punto de vista **químico** se dan por un aporte de nutrientes muy diverso: N, P, K, S y micronutrientes. En cuanto a sus efectos en las propiedades **biológicas** de los suelos, la materia orgánica afecta profundamente la actividad de la microflora y la microfauna del suelo, en general diversificando las mismas y provocando una disminución de las poblaciones de microorganismos patógenos (13, 18).

Químicamente también, son muy importantes los efectos que produce sobre el aumento de la Capacidad de intercambio catiónico (CIC), la formación de quelatos con varios cationes polivalentes (mejorando su disponibilidad para las plantas) y su acción Buffer impidiendo variaciones bruscas del pH (4, 22).

## 2.2 FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA.

Se denominan *abonos orgánicos* a diferentes tipos de restos de origen vegetal o animal que después de un proceso de descomposición se incorporan al suelo generalmente antes de la instalación de un cultivo. Se logra de esta manera mejoras en la producción debido a las sustancias nutritivas que contienen así como a la influencia sobre las propiedades físicas y químicas del suelo (10).

El uso de abonos orgánicos es una práctica cultural que se ha aplicado en la agricultura desde hace centenares de años, suplantadas posteriormente por las llamadas técnicas modernas, caracterizadas por la fertilización mineral, la aplicación de pesticidas y la mecanización de las prácticas culturales. Este proceso de modernización, forzado por el crecimiento de la población humana a nivel mundial, con el fin de aumentar la producción en términos absolutos y la productividad por unidad, ha utilizado y utiliza insumos con efectos rápidos a corto plazo y en primera instancia más baratos (3). Últimamente, y debido a razones ecológicas (contaminación por fertilizantes nitrogenados solubles y pesticidas, degradación de los suelos, etc. ) y económicas se vuelven a considerar esas prácticas tradicionales (abonos verdes, estiércoles de distinto origen, restos de procesos de industrialización, etc.) utilizando las más adecuadas según la región en que se encuentren.

### 2.2.1 Descomposición de los restos orgánicos

La descomposición de los restos frescos en el suelo depende de su composición química y esta va a variar según la especie vegetal que consideremos y el ciclo vegetativo en que se encuentre. Los restos vegetales con mayor tenor de proteínas y menor en lignina se descomponen más rápido dejando nutrientes disponibles y, comparativamente, forman pocas sustancias húmicas. Por otro lado, restos pobres en nitrógeno se descomponen más lentamente, inicialmente inmovilizan nutrientes y dan como resultado una mayor proporción de humus (3,4,9,10,18, 22).

Según Kononova, citado por Primavesi y por Silva (17, 21), la composición química promedio de leguminosas y gramíneas es la siguiente (% en base seca):

**Cuadro 1: Composición química aproximada de leguminosas y gramíneas (% en base seca).**

	Ceras	Proteínas	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina
Leguminosa (raíces)	10-12	10-15	20-25	25-30	10-15
Leguminosa (hojas)	--	12-20	15	10-12	5
Gramíneas (raíces)	5-12	5-10	25-30	25-30	15-20

De acuerdo con el cuadro, un abono verde de leguminosas tendría un efecto menor sobre el contenido de materia orgánica de los suelos y su descomposición sería más rápida liberando nutrientes (especialmente nitrógeno) al cultivo siguiente.

En el caso de las gramíneas y especialmente cuando pueden desarrollar libremente sus raíces, son la manera más segura de enriquecer el suelo con sustancias húmicas.

Otro aspecto importante a considerar en la formación de humus es la relación carbono-nitrógeno (C/N) de los materiales de que se parte. Según esta relación se puede dar inmovilización o mineralización de nitrógeno. Los microorganismos que actúan en la descomposición de los restos frescos absorben los elementos C y N en una proporción de alrededor de 32 partes de C por una parte de N, el carbono es utilizado como fuente de energía, siendo 10 partes incorporadas a su protoplasma y 20 partes eliminadas como CO<sub>2</sub> en la respiración. El nitrógeno por su parte, es asimilado en la proporción de 10 partes de carbono por una de nitrógeno. De ahí que el humus resultante de la acción exclusiva de los procesos microbiológicos, tenga una relación aproximada a 10/1, similar a la encontrada en el protoplasma de los mismos (10).

Cuando el material a descomponer tiene una relación C/N alta, los microorganismos toman nitrógeno del suelo (inmovilización) procurando con eso reducir más rápidamente la elevada proporción del carbono respecto al nitrógeno. De esta manera, el período de espera para instalar un cultivo será mayor ya que existiría competencia por el nitrógeno entre las plantas y los microorganismos del suelo. Si es necesario acelerar el proceso hay que aplicar alguna fuente de nitrógeno para reducir esa relación (10,22).

Cuando ocurre el caso opuesto, o sea una relación C/N excesivamente baja, del orden de 5/1 a 10/1 como pueden ser el abono de gallina o los residuos animales procedentes de la industria frigorífica, los microorganismos utilizan todo el carbono disponible y eliminan el exceso de nitrógeno bajo la forma de amonio (liberado a la atmósfera) o de nitrato (lixiviado en el perfil del suelo) causando así pérdidas de nitrógeno. Cuando se tiene un material rico en proteínas, se recomienda mezclarlo con restos vegetales celulósicos y lignina para elevar la relación C/N a un valor próximo al ideal de 32/1 (10, 22). El cuadro 2 muestra la relación C/N de algunos restos vegetales:

**Cuadro 2: Relación C/N de algunos materiales orgánicos**

Material	Relación C:N
Estiércol de equinos	18/1
Est. de bovinos	32/1
Est. de ovinos	32/1
Est. de suínos	16/1
Cáscaras de arroz	39/1
Paja de avena	72/1
Avena	47/1*
Paja de maíz	112/1
Pasto italiano	42/1*
Crotalaria juncea	26/1*

\*Valores obtenidos de abonos verdes en pleno florecimiento.

Fuente: Primavesi (1982), Calegari (1989).

Núñez y Laird (14), así como otros autores (18, 22), señalan que al agregar vegetales tiernos y suculentos no solo se mineralizan rápidamente sino que también provocan un descenso del humus nativo, ya que provee a la microflora de sustancias energéticas para que ataque a la materia orgánica estabilizada (efecto "priming").

Con respecto a los tipos de materiales orgánicos que se pueden utilizar como abonos, hay varios que se pueden clasificar según su origen (predial, extrapredial, industrial, etc.), su naturaleza (animal, vegetal o mixta) o según su consistencia (sólido, líquida o semilíquida) (10). Así encontramos:

- Residuos de cosecha y de procesos agroindustriales.
- Residuos de ciudad (desechos domiciliarios, podas, etc.)

- Lodo de aguas cloacales.
- Estiércoles.
- Abonos verdes.
- Compostajes ( mezclas, usualmente en capas, de distintos restos orgánicos).

Todos estos materiales son beneficiosos para los cultivos en la medida en que sean adecuadamente manejados, pero en esta revisión nos vamos a referir a los que en esta zona los productores tienen más facilidad de acceso, más tradición o potencialmente más posibilidades de utilizar.

### **2.2.2- Estiércol de corral y “de bosque”.**

El uso de estos tipos de abono es una práctica utilizada desde hace milenios en distintas regiones agrícolas del mundo. La acumulación del estiércol se da normalmente en corrales, en torno a salas de ordeño y en montes de abrigo. Este último es el llamado “abono de bosque” y se encuentra en el país en estancias que tienen generalmente montes de eucaliptos como abrigo (sombra y protección para las tormentas) para vacunos y ovinos. Bajo los árboles se van acumulando las heces y orina mezcladas con hojas y ramas que forman con los años un compuesto orgánico con características particulares. El espesor de esa capa orgánica va de 5 a 20 cm. dependiendo del número de animales, tiempo que lleva de acumular restos, corriente de agua entre los árboles, etc (20). Cabe aclarar que la diferencia entre ambos tipos se da fundamentalmente en la mayor pérdida de nitrógeno por lavado en el bosque, respecto al de corral bien manejado.

#### **2.2.2.1- Composición.**

En el estiércol de corral encontramos una fracción sólida y una líquida, en una relación aproximada de 3 / 1 (14).

La composición del estiércol es variable dependiendo de factores tales como la especie animal, la raza, la edad, el tipo de alimentación, el material utilizado como cama y otros. En relación a la alimentación, cuanto más rica en nutrientes es esta, más rica serán las deyecciones, por tanto los animales alimentados con raciones y praderas producirán abonos con mayor concentración de nutrientes que los alimentados con pasturas naturales. Los animales jóvenes aprovechan mejor la alimentación, reteniendo cerca del 50% de lo que ingieren y producen un estiércol más pobre (10).

Según Kiehl, la composición de las deyecciones sólidas y líquidas de distintos animales se puede observar en el cuadro 3.

**Cuadro 3: Composición de las deyecciones de distintas especies animales**

Componentes %	Deyecciones	Equinos	Bovinos	Ovinos
Deyecciones	sólidas	80	62.5	67.6
	líquidas	20	37.5	32.4
Agua	sólidas	73	83.5	66
	líquidas	89.7	91.7	88
Nitrógeno	sólidas	0.59	0.32	0.7
	líquidas	1.5	0.85	1.32
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	sólidas	0.38	0.21	0.86
	líquidas	1.2	0.01	0.05
Potasio (K <sub>2</sub> O)	sólidas	0.42	0.15	0.33
	líquidas	1	1.4	1.86
Calcio más magnesio (CaO+MgO)	sólidas	0.3	0.3	1.5
	líquidas	0.8	0.13	0.6

Un aspecto importante que se extrae del cuadro es la riqueza en nutrientes que contiene la orina, por eso es de interés considerar el manejo que se haga de la misma para su mejor aprovechamiento. En tal sentido, se recomienda que en los animales que permanecen estabulados (por la noche por ejemplo) se utilicen "camas" con el objetivo de absorber la orina. En general se usan pajas de cereales, cascara de arroz, viruta u otros materiales orgánicos con relación C/N alta de manera que al mezclarse con la orina y las heces da un compuesto de mejores características como abono orgánico (10, 13, 18, 19, 20).

#### 2.2.2.2- Tratamiento del estiércol.

El estiércol, para tornarse un fertilizante orgánico humificado, debe sufrir un proceso de fermentación microbiológica o "cura". Durante ese proceso pueden producirse pérdidas de nutrientes (especialmente de nitrógeno) más o menos importantes según sea la forma en que se realice. El nitrógeno proteico atacado por microorganismos se transforma en nitrógeno amoniacal, después en nitrito y finalmente en nitrato. Bajo determinadas condiciones (estiércol amontonado a la intemperie, expuesto a distintas condiciones climáticas) el nitrógeno puede sufrir pérdidas importantes hacia la atmósfera bajo la forma de amoníaco (10).

Para minimizar esas pérdidas (que cuando se dan en rangos de 15-20% se consideran aceptables) se recomienda: mantener la masa húmeda durante la descomposición y emplear materiales que absorban o se combinen químicamente con el gas amoníaco que se desprende. La razón de mantener la humedad es porque el agua forma con el amoníaco hidróxido de amonio ( $\text{NH}_3 + \text{HOH} = \text{NH}_4 \text{OH}$ ) reteniendo de esta forma al nitrógeno. El superfosfato y las tierras arcillosas también se combinan con el amoníaco y

cumplen la misma función (10), recomendándose 0.5 kg de superfosfato de calcio cada 450 kg de estiércol (MacLean citado por Remedi) o finas capas de tierra arcillosa intercaladas en el estiércol.

La pérdida de nitrógeno por volatilización durante la descomposición de la materia orgánica muchas veces se debe a la baja relación C/N de la materia prima, siendo en esos casos muy beneficioso la mezcla con materiales fibrosos hasta llegar a valores de 25/1 a 35/1 de esa relación (5).

### 2.2.2.3- Influencia del estiércol sobre el suelo y los cultivos.

El agregado de estiércol tiene generalmente efectos positivos sobre el suelo y los cultivos, con variantes según el estado en que se encuentra al abono, las características del suelo, el clima, las dosis y el manejo de los cultivos.

Primavesi sostiene que el abono de corral, en zonas tropicales, no promueve un aumento del humus en el suelo a pesar de que esté bien manejado e incluso compostado. Según la misma autora sí ejerce un efecto benéfico sobre la bioestructura de la tierra y el crecimiento vegetal. El aumento del humus en estas zonas se lograría con la incorporación superficial de paja o cualquier otro material celulósico.

En climas fríos el agregado de estiércol logra aumentos de la materia orgánica de los suelos ya que la mineralización del mismo en estas condiciones es mucho más lenta (14, 18).

Silva, Ciavattone y Moltini, citados por Silva (22), durante tres años estudiaron la respuesta de un cultivo de tomate a la aplicación anual de 40 tt/ha de estiércol de aves con cáscara de arroz, a la utilización de avena como abono verde (que rindió 4-5 ttMS/ha/año) contra un barbecho invernal, enmalezado como testigo. Los ensayos se realizaron en un suelo franco limoso, chacra vieja en Canelones. El contenido de materia orgánica aumentó en forma pronunciada (61%) en el primer año en el tratamiento con estiércol. Para el caso de la incorporación de la avena el incremento de la materia orgánica en el suelo fue menor. Los incrementos luego del primer año fueron menores para el estiércol o nulos para el caso de la avena (ver cuadro 4).

**Cuadro 4: Evolución del contenido de mat.orgánica (%) en los distintos manejos.**

AÑO/TRATAMIENTO	ESTIÉRCOL	AVENA	BARBECHO
1985/86	2,2	1,62	1,37
1986/87	2,3	1,62	1,36
1987/88	2,5	1,61	1,37

El estiércol y la avena además mejoraron la capacidad de retención de agua y redujeron los valores de inestabilidad estructural del suelo. Por último, sobre los rendimientos de tomate, el tratamiento con estiércol siempre produjo valores más altos seguido por la avena. El tomate con estiércol tuvo un rendimiento máximo con el agregado de 60 unidades de N/ha, mientras que los otros dos tratamientos, con rendimientos menores, tuvieron respuesta al agregado de nitrógeno hasta 120 unidades de N/ha.

También, Silva et al (1992), trabajando con efluentes de tambo (biofertilizante), encontró una clara respuesta en el rendimiento de biomasa de verdes de invierno (avena) y verano (maíz y sorgo) a la aplicación de dicho material. La macroporosidad del suelo mejoró significativamente. El nivel de materia orgánica del suelo en cambio mostró un leve aumento de su contenido. Esto es atribuible a que es un material orgánico fácilmente atacado por los microorganismos del suelo, el cual puede dejar pocos restos humificados.

El estiércol aporta al suelo una amplia gama de nutrientes (macro y micronutrientes), entre ellos el fósforo. Halstead y Sowden (1968), así como Olsen, Hensler y Attoe (1970) citados por Remedí (20), encontraron que el estiércol incrementaba el fósforo disponible para los cultivos. Ese incremento lo estimaron en 0,1 a 0,3 ppm por tonelada de estiércol aplicado. Kiehl, E. por su parte, de acuerdo con los autores anteriores, dice que el aumento de la disponibilidad del fósforo para la planta se debe a varias razones: aumento de la producción de CO<sub>2</sub> en el suelo, solubilizando algunos fosfatos minerales; formación de complejos humo-fosfatos; remoción de bases de los fosfatos insolubles por los quelatos de la materia orgánica; revestimiento de los sesquióxidos de hierro y aluminio por el humus, evitando la fijación del fósforo soluble.

### **2.2.3- Abonos verdes.**

Las coberturas verdes consisten en la utilización de cultivos en rotación, sucesión o consociadas a cultivos de interés económico, incorporándolas al suelo o dejándolas en superficie. De esta forma se contribuye a la protección superficial del terreno así como al mantenimiento y/o mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; estas plantas mejoradoras pueden tener también otros destinos como producción de semillas, alimentación animal y humana, etc. Pero para lograr un mayor aporte de materia orgánica al suelo, es mejor enterrar toda la masa verde producida.

Originalmente los llamados "abonos verdes" se realizaban con leguminosas, dada la capacidad de fijación biológica de nitrógeno que tenían estas plantas con bacterias del género *Rhizobium*. Las cantidades incorporadas al suelo por esta vía son muy buenas, además de un reciclaje eficiente de otros nutrientes y una mejoría en las propiedades físicas y biológicas del suelo. En la actualidad, se trata de utilizar también plantas de otras

familias generalmente gramíneas, especialmente por su capacidad de producir un mayor volumen de materia seca, en cortos períodos de tiempo con la adición de N mineral. De ahí un poco el cambio de nombre “abono verde” a “cobertura verde” o “cultivos de coberturas”. Por otro lado, se puede consociar leguminosas con gramíneas para tener un “híbrido” entre aporte de N orgánico y materia orgánica al suelo (4), y así lograr efectos físicos más prolongados.

### 2.2.3.1- Funciones de los abonos verdes.

En la actualidad existe un número alto de especies que pueden ser utilizadas como coberturas verdes lo que permite su uso en un amplio rango de tipos de suelos y condiciones climáticas distintas.

Según Calegari, A. y Peñalva, M.(1994), las coberturas verdes tienen funciones de cobertura y protección del suelo al: **evitar la erosión por la lluvia** (impidiendo el impacto directo de las gotas en el suelo), **competir con malezas** (por efecto de competencia y/o de alelopatía), **mantener la humedad del suelo** (disminuye la evaporación del agua del suelo), **atenuar las variaciones de temperatura** (el suelo cubierto atenúa las oscilaciones térmicas favoreciendo la actividad biológica del suelo) y **aportar cobertura vegetal para manejos conservacionistas** (cuando se realizan sistemas de “cero laboreo” o “cultivo de mínimo laboreo”).

En relación a las funciones de mantenimiento y/o mejora de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, agregan que:

- **Promueven la movilización y reciclaje más eficiente de nutrientes:** a través de sistemas radiculares profundos y ramificados, los abonos verdes retiran nutrientes de capas profundas no accesibles a las raíces de muchos cultivos comerciales. Estos nutrientes son luego liberados de las coberturas verdes en forma gradual, una vez que son incorporados al suelo. También hay especies de abonos verdes que son más eficientes para extraer más nutrientes (por ejemplo: el lupino para el caso del fósforo).
- **Incorporan nitrógeno atmosférico:** las leguminosas pueden a través de la fijación biológica de nitrógeno, aportar gran parte del N requerido por algunos cultivos comerciales, además puede mejorar el balance de nitrógeno del suelo.
- **Contribuyen al incremento de la vida en el suelo,** creando condiciones ambientales favorables, además de ser fuente de energía, para los organismos del suelo (micro, meso y macrofauna y flora).
- **Mejoran la agregación del suelo:** la descomposición de raíces, hojas y tallos por la acción de macro y microorganismos, contribuyen a la formación y estabilidad de los agregados favoreciendo la estructuración del suelo.
- **Favorecen la infiltración de agua** ya que las raíces, luego de la descomposición dejan canales abiertos además de promover la agregación, mientras que la cobertura evita el

impacto de las gotas de lluvia protegiendo de esta manera la desagregación superficial y reduce la velocidad de escurrimiento superficial del agua de la lluvia, permitiendo una mayor infiltración de agua al perfil del suelo.

- **Reducen la incidencia de enfermedades del suelo:** la utilización de distintas especies de abonos verdes en rotación con cultivos comerciales, puede cortar el ciclo de crecimiento y desarrollo de algunos agentes causales de enfermedades y plagas favoreciendo una mayor diversidad de organismos, muchos de ellos antagonistas de las plagas. Además, el humus al formar quelatos con sustancias y elementos tóxicos en el suelo, disminuye o elimina sus efectos fitotóxicos sobre las plantas. Por otra parte en algunas especies, como mucunas y crotalarias, se han observado efectos notorios en la reducción de la población de nemátodos en el suelo.
- **Mantienen y/o elevan el contenido de materia orgánica de los suelos,** con el aporte voluminoso y continuo de fitomasa a lo largo de los años.
- **Aumentan la capacidad de retención y mantenimiento de agua,** al incrementar la materia orgánica con su elevada superficie específica y presencia de cobertura vegetal ("mulch orgánico").
- **Realizan un laboreo biológico del suelo,** cuando los sistemas radiculares promueven la aireación y estructuración del mismo. Algunas especies, con raíces pivotantes y fibrosas presentan la capacidad de romper capas compactadas dentro del perfil del suelo.
- **Disminuyen la lixiviación de nutrientes,** que pueden ocurrir por lluvias de alta intensidad y precipitaciones anuales elevadas. El nitrógeno por ejemplo, bajo la forma de nitrato ( $\text{NO}_3$ ), puede ser arrastrado por el agua a través del perfil del suelo. Generando de esta forma, la pérdida de nutrientes y en consecuencia el empobrecimiento del suelo, dando mayores costos de producción y muchas veces contaminación de los acuíferos. En presencia de humus, los nutrientes quedan más protegidos en el suelo.
- **Introducen microvida en profundidad.** La actividad de los microorganismos en capas profundas del suelo se incrementa con la exploración de las raíces de los abonos verdes, que les llevan agua, aire y energía.
- **Aportan nutrientes a las plantas:** el fósforo generalmente encontrado en la materia orgánica del suelo representa 15 al 80% del fósforo total del suelo, así en esta forma es protegido de ser fijado o complejado químicamente por el suelo, quedando más disponible para las plantas. El azufre orgánico representa 50 al 70% del total. En cuanto a los micronutrientes, la materia orgánica además de ser fuente de ellos, regula la solubilidad a través de la formación de quelatos orgánicos. Además, los abonos verdes al descomponerse incrementan la CIC (capacidad de intercambio catiónico) es decir, aumentan la capacidad de almacenamiento de nutrientes para las plantas.

En relación al efecto sobre los nematodos del suelo, Cury y Silveira (1978) citados por (4), encontraron efectos positivos del abono verde (maíz + mucuna) en la producción de

algodón sobre suelos infectados con nemátodos e incluso superiores al tratamiento químico (cuadro 5).

**Cuadro 5: Producción de algodón (kg/ha) en función del control químico de nemátodos y de la rotación con maíz+mucuna (asociados).**

Tratamiento	kg/ha	% producción
Testigo	1.550	100
Tratamiento químico*	2.063	133
Rotación con maíz+mucuna	2.658	171

\* Media de los tratamientos con Aldicarb, Carbofuran y Fensulfotion.

Otros autores llegaron a resultados similares (1,2,18,19). Primavera, hace referencia al maíz, el pasto pangola y la alfalfa como cultivos hostiles a los nemátodos, destacando la importancia de realizar rotaciones adecuadas para su control y el de otros patógenos de suelo, así como el lograr una nutrición equilibrada de las plantas como forma de tolerar sus efectos.

### 2.2.3.2- Especies utilizadas.

La elección de la especie de cobertura verde, el modo de usarlo y la forma de incorporación al suelo, son técnicas que deben meditar con cuidado y disciplina antes de aplicarlo, de otra forma nos podríamos aproximar a un efecto inverso al deseado (21).

La composición química del material utilizado, el estado fenológico al momento de manejarlo, el tipo de manejo, la rotación de cultivos, el clima, el suelo, la vegetación nativa, la fecha de plantación del cultivo siguiente son todos aspectos a considerar en conjunto (21).

Las coberturas verdes pueden ser utilizados **en rotación** con cultivos comerciales (en invierno o verano según el ciclo del cultivo), **consociados** con cultivos comerciales (sembrado en la entrelinea, maíz con caupí, mucuna u otras leguminosas por ejemplo) o **intercalados a cultivos perennes** (entre hileras de frutales cuidando de no utilizar especies de porte alto, muy agresivas y que tengan buena resiembra natural) (3,4,13,24).

Valdivieso y Espinosa (1993), trabajando con arveja (*Pisum sativum*), utilizada como doble propósito (abono verde y cosecha de vainas) y vicia (*Vicia atropurpurea*) como coberturas verdes encontraron diferencias significativas en el incremento de la materia orgánica del suelo. Esta pasó de 1,78% (antes del ensayo) a 1,77 y 2,05% (en la arveja y la vicia respectivamente) al mes de incorporar los abonos verdes y a 2,22 y 2,16% al término de la cosecha de los cultivos posteriores. Esto sugiere que el proceso de transformación de la materia orgánica se prolonga más allá del cultivo que sigue al abono verde (23). Los rendimientos de los cultivos posteriores se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro 6: Rendimiento de algunos cultivos según la cobertura verde utilizada, comparados con los rendimientos promedios de la zona, en Kg. o unidades (U)/ha.**

Cultivo	Arveja(a.verde)	Vicia(a.verde)	Rend.prom.zona
Poroto verde (kg/ha)	9.000	15.900	10.500
Poroto granado (kg/ha)	3.000	6.000	9.000
Maíz dulce (U)	31.971	42.473	50.000
Maíz choclero(U)	22.010	20.448	40.000

Los autores concluyen que: la vicia como abono verde comparada con la fertilización tradicional fue altamente conveniente en poroto verde. En maíz no hubo buena respuesta probablemente debido a una mayor exigencia de nitrógeno concentrada al inicio del cultivo. Señalan la necesidad de evaluar el efecto del abono verde durante varias temporadas consecutivas (23).

En el Uruguay, Peñalva (1992), realizó ensayos con una amplia diversidad de especies de coberturas verdes en el departamento de Canelones llegando a determinar como más recomendables o promisorias a las siguientes:

- De otoño-invierno: gramíneas (avena negra, centeno y raigrás), leguminosas (vicia peluda y común, arveja forrajera y chícharo) y crucíferas ( colza y nabo forrajero).
- De primavera-verano: gramíneas (pasto italiano), leguminosas (caupí, guandú, crotalaria juncea y mucronata, mucuna ceniza y frijol de cerdo) y una compuesta (girasol).

En el cuadro siguiente, se observa el comportamiento productivo de algunas especies de verano en San Bautista.

**Cuadro 7: Materia verde (MV), materia seca (MS), fecha de muestreo y etapa del ciclo de especies de primavera-verano en San Bautista\*.**

	MV (tt/ha)	MS (tt/ha)	Fecha muestreo	Etapa del ciclo
Milheto (P.italiano)	48.39	9.98	13/03/91	Inicio floración
Girasol E. Yatay	45.45	7.73	13/03/91	Floración
Crotalaria juncea	34.24	---	25/03/91	Floración
Caupí	26.63	3.73	25/03/91	Inicio floración
Frijol de cerdo	26.22	5.80	25/03/91	Floración
Crot.mucronata	21.77	3.61	20/05/91	Inicio floración
Guandú común	19.85	4.03	20/05/91	Inicio floración
Mucuna enana	19.59	---	09/04/91	Floración
Guandú enano	17.62	5.59	25/03/91	Floración
Poroto mungo	17.15	3.50	13/03/91	Floración-vainas
Guandú forrajero	15.03	4.01	20/05/91	Pre-floración
Mucuna negra	10.86	2.00	20/05/91	Pre-floración
Mucuna ceniza	10.28	2.00	20/05/91	Pre-floración

\*Siembra: 21 y 22 de diciembre de 1990.

El mismo autor, realizó ensayos de rotación con coberturas verdes de invierno y cultivos posteriores de papa, morrón y tomate perita (con y sin agregado de nitrógeno bajo forma de urea). Los mejores resultados se observaron con los cultivos sobre arveja, vicia y nabo forrajero, donde además presentaron baja respuesta al agregado de nitrógeno en estos casos. La cobertura verde que dio excelente cobertura, biomasa y buena competencia con las malezas fue la avena negra, pero Peñalva recomienda ajustar el manejo en cuanto a forma de incorporación, tiempo entre esta y la instalación del cultivo siguiente, y fertilización nitrogenada pues hubo inmovilización de nitrógeno que perjudicó a los cultivos posteriores (15).

En Ituporanga, SC-Brasil, se realizó en 1989 un ensayo para determinar el efecto de los abonos verdes sobre el cultivo de cebolla (4). El suelo donde se instaló el ensayo era de fertilidad media y el cultivo de cebolla, en el caso de los tratamientos con abono verde, fue fertilizado solo con fósforo y potasio, salvo el testigo (que tuvo un manejo convencional) donde se le agregaron las dosis recomendadas de NPK. En el cuadro 8 se observan los resultados del rendimiento de cebolla comercial (entre 4 y 8 cms. de diámetro ecuatorial de bulbos) sobre los distintos abonos verdes.

**Cuadro 8: Rendimiento de bulbos comerciales de cebolla en sucesión a los abonos verdes. EMPASC, Ituporanga, SC.**

ABONO VERDE	Rend. de bulbos comerciales (tt/ha)
Avena negra	17.3
Caupí-pitiúba	14.1
<b>Crotalaria mucronata</b>	<b>23.5*</b>
Crotalaria spectabilis	17.3
<b>Frijol de cerdo</b>	<b>25.0*</b>
Mucuna enana	15.1
<b>Mucuna ceniza</b>	<b>23.0*</b>
Nabo forrajero	16.7
Barbecho+fertilización convencional (testigo)	<b>24.4*</b>

Los asteriscos (\*), indican diferencias no significativas al 5%.

Los resultados evidenciaron que algunos abonos verdes (leguminosas), tuvieron la capacidad de suplir todo el nitrógeno exigido por el cultivo de cebolla, de manera que esos rendimientos, no tuvieron diferencias con la fertilización convencional (\*). Además, anteriormente se hizo un muestreo de la parte aérea para medir la materia seca y el nitrógeno a los 55 días del trasplante de cebolla. Hubo correlación positiva entre esas variables y el rendimiento final, afirmando que los tratamientos con buen rendimiento (tt/ha), tuvieron buena disponibilidad de nutrientes, especialmente nitrógeno, este último proveniente de la fijación biológica de los abonos verdes (4).

Pereira, G. (1992), trabajando sobre suelos muy arenosos de Tacuarembó con cebolla de ciclo medio evaluó el efecto de 3 tipos de coberturas verdes sobre el pH del suelo al agua, el nivel de aluminio intercambiable y la materia orgánica del suelo en 2 mediciones: a los 3 meses de incorporados los abonos verdes y a los 9 meses después de la cosecha de cebolla y sus efectos sobre el rendimiento de cebolla. Encontró que aquellos tratamientos que produjeron más materia seca fueron los que lograron reducir la acidez, reducir el aluminio intercambiable, aumentar la materia orgánica y aumentar significativamente el rendimiento de cebolla (16).

En la época de verano para la zona de Bella Unión el comportamiento de Pasto Italiano está muy relacionado a las temperaturas altas y a las lluvias para lograr buena performance. En cambio el sorgo forragero híbrido SX-121 es menos exigente en condiciones ambientales favorables y esta dando excelente productividad con valores que van de 15 a 25 toneladas de MS/ha, en 3 o 4 meses de ciclo según la época de siembra. Por el volumen vegetativo se hace imprescindible el uso de picadora (Chopper) de trozos cortos y adición de nitrógeno a los efectos de no entorpecer las labores del cultivo que le sigue. Se viene observando un excelente control de malezas y una mejor agregación y soltura del suelo (comunicación personal de Héctor Genta).

### **2.2.3.3- Manejo de los abonos verdes.**

Generalmente el tipo de laboreo previo a la instalación del abono verde varía con las condiciones del suelo y a la capacidad de maquinaria que posea el productor. Normalmente se realiza un laboreo convencional (una arada y dos disqueadas), preparación mínima (una o dos disqueadas), cincel más una rastreada, rastra de dientes con disqueada previa o siembra directa (3,4,15).

La profundidad de siembra debe considerar el tamaño de la semilla empleada. Se recomienda una profundidad correspondiente a 2,5-3 veces el diámetro total de la semilla. Profundidades mayores pueden comprometer la correcta germinación y emergencia de las plantas. En cuanto a la época de siembra, para explotar al máximo el potencial de crecimiento de los abonos verdes, se recomienda plantarlos temprano en la temporada. La mayoría de las especies de verano utilizadas (caupí, pasto italiano, crotalarias, etc.) cuanto más tardía es su plantación, acortan su ciclo vegetativo disminuyendo la biomasa producida (3). Es claro, que en la práctica esto debe ajustarse al plan de rotaciones que se realice.

La forma de manejar el abono verde depende de que objetivo se desee lograr. Cuando queremos tener una protección superficial del suelo, control de malezas y conservar la humedad, la forma más efectiva es dejando los restos del abono verde cubriendo el suelo (mulch). De esta forma la descomposición del material será más lenta. En caso de querer incorporar el abono verde ( para aumentar el contenido de materia

orgánica, lograr mejoras en aspectos físicos, etc.) se debe realizar el manejo con disquera, rotativa u otros (3). El picado más recomendable es con una "Chopeadora" dejando los restos en trozos no mayores a 10 cmts. distribuidos en forma uniforme para su incorporación posterior (12).

Moltini, recomendando gramíneas como Sudan-grass, Pasto italiano y maíces de alta producción de materia seca, dice que el momento más recomendable para incorporarlos es cuando las plantas se encuentran en el estado de "grano lechoso". A efectos de contrarrestar el efecto negativo de la inmovilización de nitrógeno para el cultivo posterior, aconseja agregar entre 40 y 60 kg/ha de nitrógeno según el volumen y estado de madurez de los restos (12).

### 2.3 DOSIS DE NITRÓGENO Y ABONOS ORGÁNICOS EN CEBOLLA

En relación al cultivo de cebolla, Goto y Kimoto en 1981 evaluaron el efecto de diferentes abonos orgánicos, con y sin el agregado de nitrógeno bajo la forma de Urea. El ensayo se realizó en San Pablo, Brasil, sobre un suelo arenoso (pH 4,4 y 0,8% de materia orgánica), con un cultivo de cebolla de verano. La dosis de nitrógeno aplicada fue de 80 kg/ha en el tratamiento de NPK, reduciéndose a la mitad (40 kg/ha) cuando se la aplicó junto a los abonos orgánicos. El fósforo y el potasio a razón de 180 kg/ha y 120 kg/ha respectivamente. Las cantidades de los abonos orgánicos empleadas fueron las siguientes (en kg/ha): Torta de mamona= 1.600, Estiércol de gallina= 4.000, Estiércol de corral= 16.000 y Lodo= 4.000. La aplicación de nitrógeno fue fraccionada en 3 veces. Los rendimientos de los distintos tratamientos aparecen en el cuadro 9.

**Cuadro 9: Producción total y comercial (tt/ha) de la cebolla "Pira Ouro" de verano, en relación a distintos abonos orgánicos y minerales. SP, 1982.**

Tratamientos	Prod. total (tt/ha)	Prod. comercial (tt/ha)
Fósforo+Potasio (testigo)	12.8	9.6
NPK	15.4	10.9
Torta de mamona+PK	12.8	9.5
Estiércol de gallina+PK	15.4	10.9
Estiércol de corral+PK	14.3	10.4
Lodo+PK	12.4	9.0
Torta de mamona+NPK	15.1	12.1
Estiércol de gallina+NPK	16.1	11.7
Estiércol de corral+NPK	15.2	12.1
Lodo+NPK	14.8	10.0

Encontraron diferencias entre los tratamientos, donde los estiércoles de gallina y corral sin urea se comportaron prácticamente igual al que tuvo la fertilización convencional

(NPK) tanto en la producción total como en la comercial. En tanto, al agregarle nitrógeno a los abonos orgánicos, se comportó mejor el estiércol de gallina en la producción total, pasando a un segundo puesto después de la torta de mamona y el estiércol de corral al considerar la producción comercial. Estas últimas diferencias no fueron significativas (Tukey 5%). De todas maneras, hubo una tendencia a mejores rendimientos cuando se agregaron conjuntamente la fertilización mineral y orgánica especialmente en la producción comercial (8).

García, M., Reyes, C. y Di Candia, M. en Uruguay (1996) estudiaron el efecto de la incorporación de materiales orgánicos al suelo en el cultivo de cebolla (de día intermedio, origen Pantanoso del Sauce). Los tratamientos de suelos fueron:

- Manejo convencional: fertilización química con 200 kg/ha de 20:40:0.
- Avena incorporada en un cultivo anterior de zanahoria.
- Maíz+Caupí con 8.000 kg de estiércol, incorporado antes del trasplante de la cebolla.
- Estiércol incorporado en un cultivo anterior de Solanáceas de verano.

A su vez, se trasplantaron con 2 densidades de plantas: a una fila en el camellón (125.000 plantas/ha) y a dos filas (250.000 plantas). Los resultados- todavía sin análisis estadístico- son los presentados en el cuadro 10.

**Cuadro 10: Producción de cebolla según manejo de suelo y población de plantas.**

Tratamiento de suelo	Producción total kg/ha	Producción comercial kg/ha	Descartes %
<b>1 fila:</b>			
Convencional	34.097	23.472	31
Avena/estiércol	39.583	28.437	28
Maíz+Caupí/estiér.	35.542	25.333	29
Estiércol	47.042	38.437	18
<b>2 filas:</b>			
Convencional	37.125	5.833	84
Avena/estiércol	14.729	6.021	59
Maíz+Caupí/estiér.	18.854	7.812	59
Estiércol	14.208	7.042	50

El ensayo se condujo en condiciones de secano. En los tratamientos a una fila se observaron diferencias entre los tratamientos de manejo de suelo, registrándose los mayores valores para la incorporación de estiércol en el suelo. Por el contrario, cuando se trabajó en doble fila en el camellón, los rendimientos comerciales bajaron sensiblemente, debido a un alto descarte de bulbos por tamaño pequeño como consecuencia directa de la sequía que sufrió el cultivo.

Después de 3 años de manejar distintas rotaciones, los autores verificaron un descenso en los valores del porcentaje de materia orgánica. Perciben también que el efecto del agregado de abonos orgánicos amortiguan ese descenso. Dicen que es dable esperar que bajo condiciones de laboreo y cultivos intensivo haya que pensar en aumentar los volúmenes a incorporar de residuos orgánicos al suelo para mantener los niveles de materia orgánica. No encontraron diferencias significativas- aunque falta el procesamiento estadístico de los datos- en las características físicas del suelo (11).

Por su parte, Genta, Bernal y Gutierrez (7), trabajando en el litoral norte del país, dicen que para obtener una orientación acerca de las cantidades de fertilizantes y estiércol a aplicar en el suelo antes de un cultivo de cebolla, se debe recurrir al análisis del suelo y tener en cuenta los cultivos y fertilizaciones que se hayan efectuado en años anteriores. Aplicaciones más altas de N de las recomendadas a cada situación de chacra, provocará un excesivo crecimiento vegetativo alargando el ciclo del cultivo, disminuyendo la calidad del bulbo y acortando el tiempo en almacenamiento. Como orientación sobre el tema, presentan la siguiente guía:

**Cuadro 11: Guía orientativa de fertilización nitrogenada basada en el manejo y sucesión de cultivos en la chacra (cultivo bajo riego)\***

	Estiércol (m <sup>3</sup> /ha)		Kg de Urea/ha**	
	Suelo liviano	Suelo pesado	Suelo liviano	Suelo pesado
Campo nuevo con 5 meses de barbecho	No	No	65 (30)	43 (20)
Campo con muchos años de cultivo	50***	No	210 (97)	150 (70)
Arveja, chaucha o maní.	30***	No	120 (55)	76 (35)

\* En los cultivos sin riego y, por tanto, con menor densidad de plantas, se reduce la dosis de nitrógeno en un 20% de los valores indicados.

\*\* El número dentro del paréntesis representa kg de N/ha.

\*\*\* Aplicado en la línea de trasplante.

En los suelos arenosos la totalidad de los fertilizantes, excepto la Urea, se debe aplicar antes de la última disquedada, mezclándolos en los 15 cmts. superficiales del suelo. La Urea se debe aplicar fraccionada, la primer mitad después del trasplante y la restante aproximadamente a los dos meses. En los suelos pesados es igual, salvo que si se desea, se puede aplicar la Urea de una sola vez, luego del trasplante (7).

A su vez, Moltini, C., Genta, H. y Zamalvide, J. (12) sobre el cultivo de cebolla citan a diversos autores que señalan rangos de extracciones de nitrógeno por el cultivo que van desde 106 a 163 kg/ha de N, para rendimientos que variaron entre 36 y 60 tt/ha.

Haag, Home y Kinoto (1970), citados por Moltini (12), dicen que la absorción del N por el cultivo es inicialmente lenta, hasta aproximadamente los 100 primeros días del ciclo total, luego se acelera y es máxima entre los 100 a 160-180 días totales, o sea hasta los 100-120 días posteriores al trasplante.

Zamalvide, Moltini y otros en 1983 (12), definen los siguientes elementos para determinar el poder de suministro de nitrógeno por el suelo:

a) antigüedad de la chacra.

b) contenido de materia orgánica del suelo.

c) contenido de nitratos ( $N-NO_3$ ) con dos meses de arada previa (los suelos con más de 20 ppm de  $N-NO_3$  tienen alto poder de suministro y con menos de 10 ppm tienen bajo poder).

Las recomendaciones de fertilización nitrogenada realizadas a partir de experiencias de Facultad de Agronomía, el INIA y la DUMA-MGAP entre 1977 a 1985, teniendo en cuenta la expectativa de producción y el aporte por parte del suelo son las siguientes: para suelos con bajo poder de suministro entre 70 y 120 kg/ha de N según la expectativa de producción. Para suelos con alto poder de suministro, las dosis recomendadas son entre 30 y 70 kg/ha según el mismo criterio.

Respecto a la forma de suministrar el nitrógeno, en la mayoría de los casos es conveniente el fraccionamiento. De esta manera se evitan pérdidas por lavado y desnitrificación y se acompaña la curva de absorción por parte del cultivo. Para el caso de refertilizaciones manuales en suelos medios y pesados o arenosos bien diferenciados se recomienda fraccionar 1/3 al pre-trasplante y 2/3 a los 40-45 días. En suelos arenosos poco diferenciados se recomienda fraccionar más veces teniendo en cuenta posibles lavados por la lluvia. Para la zona norte, en cebollas dulces, el agregado total de nitrógeno se debe completar antes del 10 de setiembre (12).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO:

El presente trabajo se realizó en el predio del Sr. Enrique Guarino Bertoni, ubicado en la calle Entre Ríos casi Ruta 31, zona de Tropezón, a 9 Km. de la ciudad de Salto. El ensayo se ejecutó entre los meses de enero y noviembre de 1994.

#### 3.2. SUELO:

El suelo seleccionado es un Argisol dístico ócrico, melánico típico. El perfil del mismo presenta un horizonte A de textura arenosa, de 30 cm. de espesor y un horizonte B arcillo-arenoso muy pesado. El ensayo se instaló en la parte más alta de la ladera donde presentó una escasa pendiente.

El suelo es representativo de los suelos arenosos empleados por los productores de hortalizas en los alrededores de Salto. Con pocos años de uso en horticultura de primor, el contenido original de materia orgánica baja considerablemente (de alrededor de 1.8-2% a 0,5-1,0%). Antes del ensayo el suelo pasó el último año en estado de barbecho. Los resultados del análisis de suelo pueden observarse en el cuadro 12.

**Cuadro 12: Análisis químico de suelos del ensayo**

	Mat.org. %	pH en agua	Fósforo (Bray1) ppm.	Cationes en meq/100 grs.			
				Potasio	Calcio	Magnesio	Sodio
Bloque 1	1.0	5.6	56	0.08	4.4	0.4	0.30
Bloque 3	1.1	5.4	63	0.08	3.5	0.3	0.28

#### 3.3. CLIMA

En el cuadro 13 pueden apreciarse los registros agroclimáticos de la Estación Experimental del INIA-Salto Grande correspondiente al período del ensayo.

**Cuadro 13: Registros agroclimáticos de enero a noviembre del año 1994.**

Año 1994	Temp. mínima media	Temp. máxima media	Temp. media	Precipitación (mm.)	Horas Sol promedio	Evaporación tanque A (mm) /mensual
ENERO	17.2	31.1	24.4	35	10.2	277.39
FEBRERO	17.6	29.3	23.3	72	8.4	193.02
MARZO	15.9	28.3	21.7	91.8	8.4	188.77
ABRIL	12.3	24.1	18.2	47.9	6.4	114.4
MAYO	12.7	22.4	17.3	65.2	5.1	74.61
JUNIO	9.8	19.1	14.3	56.9	5.7	72.49
JULIO	7.5	18.1	12.8	99	5.2	67.9
AGOSTO	8.1	18.4	13.2	84.4	5.6	78.38
SETIEMBRE	10.9	22.7	16.8	10.1	6.9	131.97
OCTUBRE	13.2	23.3	18.3	207.7	5.9	143.94
NOVIEMBRE	14.9	27.4	21.4	85.9	10	230.53

### 3.4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO.

El ensayo se dividió en dos etapas bien definidas: la correspondiente a los abonos verdes ( 12 enero al 10 de mayo) y el posterior cultivo de cebolla dulce ( desde la segunda quincena de junio hasta la primer quincena de noviembre).

#### 3.4.1. Los abonos verdes.

Se utilizaron 3 especies de abonos verdes, de dos familias botánicas muy contrastantes (gramineas y leguminosa). Dichas especies se seleccionaron en base a la información nacional previa y a la disponibilidad de semilla en la zona.

##### 3.4.1.1. Descripción de las especies utilizadas.

Los abonos verdes utilizados fueron:

**Setaria Itálica**, Moha, de ciclo corto, con menor potencial de producción de materia seca que el maíz, pero de más rápida descomposición en el suelo.

**Zea mays**, Maíz, se utilizó el híbrido 4F37 (de Dekalb), de ciclo medio, doble propósito, con alto potencial de producción de materia seca/ha. Las dos gramineas utilizadas tienen diferente relación tallo/hoja y por lo tanto diferente facilidad de descomposición.

**Vigna Sinensis, sp**, Caupí, se eligió por ser una leguminosa de buena producción y rusticidad en condiciones de altas temperaturas y en suelos pobres, con capacidad de fijar Nitrógeno y relación C/N más baja.

**Mezcla Maíz-Caupí**, con el 50% de la densidad que en los cultivos puros, buscando aprovechar y combinar los efectos benéficos de ambas especies

**Testigo**, parcela en la que no se sembró ningún abono verde, sino que se dejó que crecieran libremente las malezas existentes en la chacra.

### 3.4.1.2. Diseño experimental

El ensayo fue sembrado en bloques al azar, con 4 repeticiones: las 2 primeras con riego y las 2 últimas en seco. El tamaño de las parcelas fue de 121 metros cuadrados (11x11 metros) y la distancia entre los bloques (camino) fue de 4 metros, según la figura 1.

#### BLOQUE 1

MAÍZ	MOHA	MAIZ+CAUPI	TESTIGO	CAUPI
------	------	------------	---------	-------

#### BLOQUE 2

MAIZ+CAUPI	MAÍZ	TESTIGO	MOHA	CAUPI
------------	------	---------	------	-------

#### BLOQUE 3

TESTIGO	CAUPI	MAÍZ	MOHA	MAIZ+CAUPI
---------	-------	------	------	------------

#### BLOQUE 4

MAIZ+CAUPI	MOHA	CAUPI	MAÍZ	TESTIGO
------------	------	-------	------	---------

**Figura 1: Disposición en el ensayo de los tratamientos de coberturas verdes.**

### 3.4.1.3. Preparación del suelo, siembra y manejo de los abonos verdes

La preparación del suelo comenzó a principios de diciembre consistiendo en dos pasadas cruzadas de cincel, una excéntrica y una rastra de dientes. La siembra de las coberturas verdes se realizó el 12 de enero de 1994.

La fertilización de base se realizó al voleo según lo descrito en el cuadro 14.

**Cuadro 14: Fertilización de base (en kilos por hectárea)**

Nutriente	Maíz	Moha	Caupí	Maíz+Caupí	Testigo
Nitrógeno	40	40	30	40	0
Fósforo	100	100	100	100	0
Potasio	80	80	80	80	0

Posteriormente se realizó dos refertilizaciones de Nitrógeno de acuerdo al cuadro.

**Cuadro 15: Refertilizaciones ( kilos de nitrógeno por hectárea).**

Fecha	Maíz	Moha	Caupí	Maíz+Caupí	Testigo
26/2/94	40	40	20	30	0
15/3/94	40	40	0	20	0

La densidad de siembra de los abonos verdes fue en el maíz de 15 kg/ha, en el caupí 50 Kg/ha, el maíz+caupí a mitad de densidad que en los cultivos puros y la moha 20 kg/ha.

Todas las especies se sembraron en líneas a una distancia de 25 cmts. entre ellas las que fueron marcadas previamente con una carpidora. La profundidad de siembra se realizó de acuerdo al diámetro de las semillas. La emergencia de los cultivos fue buena excepto en el caso del caupí donde debido a problemas de calidad de semillas la densidad final fue menor a la esperada.

Se consideró importante evaluar el uso de riego, dado las sequías frecuentes que pueden ocurrir en el verano y que pueden afectar el crecimiento de los cultivos de cobertura. Se instaló un sistema de riego por aspersión en dos de los bloques del ensayo, con emisores de 1000 litros/ hora, distanciados a 10 metros. Durante el período de crecimiento de los abonos verdes se efectuaron 7 riegos de aproximadamente 45 minutos cada uno. Esto, junto con las lluvias ocurridas mantuvieron un nivel adecuado de humedad en el suelo para su desarrollo.

Respecto al manejo sanitario de los abonos verdes, se realizó únicamente una aplicación de insecticida (Clorpirifos), a efectos de controlar un ataque de lagarta cogollera (*Laphygma frugiperda*) en maíz y maíz con caupí. No fué necesario controlar malezas ni enfermedades en los distintos tratamientos.

Todos los cultivos fueron picados e incorporados en la misma fecha ( 10/5/94) con un ciclo de 120 días. El estado de desarrollo en esa fecha fue en el maíz de grano en estado lechoso, el caupí en floración e inicio de formación de vainas y la moha en estado sobremaduro.

El picado de los cultivos se hizo con pastera rotativa y en el caso de maíz se realizó un picado previo con machete. La incorporación se realizó con dos pasadas cruzadas de excéntrica. El tiempo transcurrido entre la incorporación y la instalación del cultivo posterior de cebolla fue entre 40 y 50 días, según el bloque (se comenzó plantando por el primer bloque y se terminó con el cuarto bloque a los 10 días).

Con respecto al nitrógeno y a los efectos de acelerar la descomposición de los abonos verdes, inmediatamente después de la incorporación de los mismos (el 11/5/94) se realizó un agregado de este nutriente considerando la cantidad y el tipo de la materia seca incorporada según el siguiente detalle:

**Cuadro 16: Kilos de nitrógeno/ha para acelerar la descomposición de los abonos verdes**

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
Testigo	0	0	0	0
Caupí	0	0	0	0
Moha	25	25	25	25
Maíz+Caupí	40	30	30	25
Maíz	45	45	35	35

### 3.4.2 El cultivo de cebolla.

Las principales razones para la elección como cultivo posterior al abono verde fueron: - su importancia relativa dentro de los cultivos de la zona.  
- su posible alta respuesta al aumento en los niveles de materia orgánica del suelo.  
- su ciclo invernal, con fecha de trasplante que permite su rotación con abonos verdes estivales.

La variedad elegida fue el híbrido de baja pungencia ( cebolla dulce) Granex 33, la más difundida en el año del ensayo.

La fecha de siembra del almácigo fue el 30/3/94. Fueron sembrados en línea (distanciadas a 10 cmts.), con una densidad de 3grs./m<sup>2</sup>. El estado sanitario fue bueno, salvo al final donde se presentó un ataque de botritis.

El trasplante se realizó entre el 20 y 30/6/94 ( plantines de 80 a 90 días de edad). La calidad de los plantines fue buena (excepto los últimos, que estaban afectados por botritis, trasplantados en el bloque 4), con un buen desarrollo, con diámetros de cuello mayores a 0,4 cmts. A los 20 días del trasplante, los plantines se encontraban en buen estado de desarrollo y sanitario habiéndose emparejado todo el ensayo.

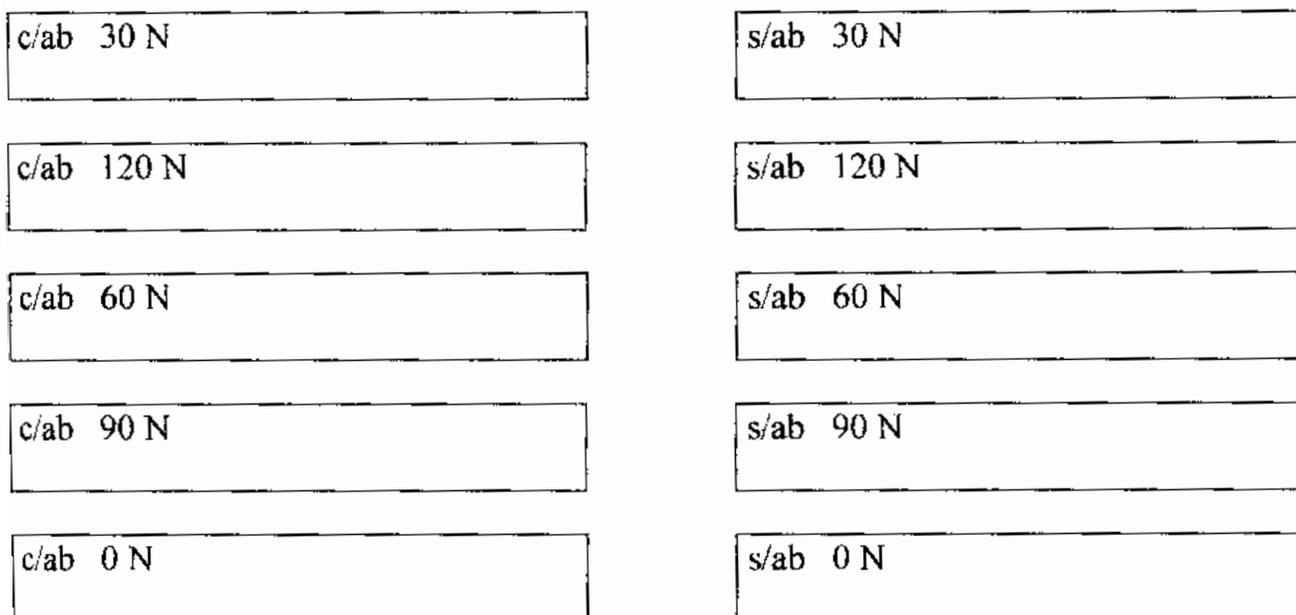
### 3.4.2.1 Preparación del suelo

Antes del trasplante se pasó un cincel derecho y cruzado, posteriormente se encanteró con un encanterador de disco completándose la labor con un arado de manquera y una rastra de dientes para nivelación de la mesa del cantero.

### 3.4.2.2 Diseño experimental

El diseño estadístico fue el de parcelas sub-subdivididas al azar con cuatro repeticiones. Sobre las parcelas grandes ( 121 m<sup>2</sup>) correspondientes a cada abono verde se subdividió en dos tratamientos: con y sin abono de corral, las cuales a su vez se subdividieron en 5 canteros con diferentes niveles de nitrógeno sorteados al azar (0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha de N).

Los canteros en cada parcela grande tuvieron una mesa de 1 metro de ancho y 10 metros de longitud. Este largo se dividió en dos partes ( con y sin abono de corral) de 4,5 metros con una separación de 1 metro entre ambas. Ver figura 2.



**Figura 2: Distribución al azar de los tratamientos de nitrógeno en la cebolla.**

### 3.4.2.3 Densidad y distribución

El marco de plantación consistió en 11 cmts. entre plantas en la hilera y 25 cmts. entre hileras. El ancho de mesa de los canteros fue de 1 metro y 60 cmts de camino , con 4 hileras de planta por cantero; la densidad fue de 227.000 plantas/ha.

### 3.4.2.4 Manejo del cultivo de cebolla

a) Fertilización: la fertilización de base consistió en el agregado de 22 grs./metro cuadrado de Super Fosfato triple ( 0-46-46-0) equivalente a 100 kilos de  $P_2O_5$ /Ha., y de 10 grs./metro cuadrado de Cloruro de Potasio ( 0-0-60) equivalente a 60 kilos de  $K_2O$ /Ha. A los 50 días se realizó una refertilización de potasio en la misma proporción, completando las 120 kilos de potasio por Ha totales.

A los efectos de estudiar la respuesta al agregado de nitrógeno se definieron 5 niveles del mismo: 0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha de nitrógeno. Dicha fertilización se realizó al voleo sobre el cantero fraccionándolo de la siguiente manera:

**Cuadro 17: Fechas de aplicación de la Urea y proporción de la misma según el tratamiento.**

Fecha	Kg/ha de N			
	30	60	90	120
1° de julio	Todo (30)	½ (30)	1/3 (30)	1/3 (40)
15 de Julio		½ (30)	1/3 (30)	1/3 (40)
1° de Agosto			1/3 (30)	1/3 (40)

( ) valores entre paréntesis representan kg/ha de N.

b) Riego: este consistió en riego por goteo, con dos cintas con goteros por cantero que regaron dos hileras cada una. Los emisores estaban distanciados a 30 cm. La intalación del mismo se hizo previo al trasplante; la frecuencia y duración de los riegos se hizo en función de observaciones visuales y en base a la experiencia anterior para este tipo de suelo. Así, el contenido de humedad del suelo nunca fue limitante para el desarrollo y crecimiento del cultivo.

c) Manejo sanitario: durante el cultivo se realizaron aplicaciones de plaguicidas a los efectos de controlar plagas y enfermedades foliares.

La principal enfermedad fue **Botrytis allii**, tanto en el almácigo como en el cultivo trasplantado. El control se realizó en forma preventiva con pulverizaciones de fungicidas tales como Captan y Mancozeb y cuando las condiciones climáticas para el ataque fueron muy favorables se aplicó fungicidas más específicos como Iprodione y Procimidone. En la primavera se produjo un ataque de **Peronóspora destructor**, al cual se le aplicó Folpet+Metalaxil.

En relación a las plagas, la principal en el cultivo fueron los **Trips** (*Thrips tabaci*). El control fue realizado con pulverizaciones de Clorpirifos y con Naled.

d) Control de malezas: se realizó con una aplicación de Oxadiazón, al mes de trasplante. Posteriormente, en setiembre, se relizó un control manual de malezas a efectos

de eliminar las más grandes, las cuales no habían sido controladas adecuadamente por el herbicida.

### **3.4.2.5 Cosecha**

La cosecha fue realizada por bloques en el mes de noviembre, comenzando el 3/11 y finalizando el 17/11. El estado de madurez del cultivo al inicio de la misma era de un 80% de plantas volcadas, siendo el 100% al momento de finalizar los dos últimos bloques. Únicamente fueron tenidos en cuenta para la evaluación de resultados las dos hileras centrales de cada cantero, siendo eliminado por el efecto borde las dos laterales.

De acuerdo a las normas internacionales para la comercialización de la cebolla dulce, se definieron las siguientes categorías de acuerdo al diámetro de bulbo. Los bulbos se clasificaron manual e individualmente al pasarlos por una plancha de madera con orificios con los cuatro diámetros indicados a continuación (los 3 primeros considerados comerciales):

- Mayores a 9.5 cm.
- Entre 7.5 y 9.5 cm.
- Entre 5 y 7.5 cm.
- Menores a 5 cm.

Se descartó las cebollas podridas o con malformaciones evidentes por carecer de valor comercial.

Los bulbos comerciales de cada parcela fueron contadas y pesados para cada categoría, además se sacó el porcentaje de cebollas florecidas. Cuando el diámetro de estas últimas fue mayor a 5 cm, se las incluyó dentro de la categoría comercial.

### **3.4.3 Variables analizadas.**

#### **3.4.3.1 Coberturas verdes**

Se evaluó:

- Producción de materia verde/ha.
- Producción de materia seca/ha.

Previo a la incorporación se realizó un muestreo de plantas enteras sin raíces para determinar la producción de Materia verde. Dicho muestreo consistió en tres muestras al azar de 1m<sup>2</sup> cada una de las plantas enteras correspondiente a cada parcela, la que fue pesada inmediatamente. Posteriormente se sacó y pesó una muestra menor de dichos cortes, donde por último se las secó en una estufa para determinar la materia seca correspondiente.

- Análisis de suelo.

Se mezclaron las muestras de suelo sacadas el 10 de agosto de las parcelas con abono haciéndose dos muestras: una correspondiente al bloque 1 (con riego) y la otra al bloque 3 (sin riego). A estas se les realizó un análisis estandar para caracterizar el suelo antes del cultivo de cebolla.

### 3.4.3.2 Cultivo de cebolla

Durante el ciclo del cultivo se realizaron las siguientes mediciones:

- altura de planta,
- número de hojas funcionales
- diámetro del bulbo

En cada parcela (de los bloques 1 y 3), se efectuaron las mediciones en diez plantas elegidas previamente al azar que fueron identificadas y numeradas con una cinta atada a cada planta seleccionada, a los efectos de hacer un seguimiento más exacto de dichos parámetros durante el ciclo del cultivo. La altura de la planta se tomó desde el suelo hasta la punta de las hojas más largas en posición vertical. En el número de hojas, se tuvieron en cuenta solamente las que se encontraban funcionales y con una longitud mayor a diez centímetros. El diámetro del bulbo se midió con un calibre.

- Análisis de suelo: en dos fechas (la primera el 10/8 y la última el 4/10) se tomaron muestras de suelos para medir los nitratos (N-NO<sub>3</sub>). El método de análisis de nitratos fue por determinación potenciométrica de N-NO<sub>3</sub> con electrodo de actividad específica para nitratos. De esta manera se quiere determinar como fue la evolución del nitrógeno durante el cultivo. Las muestras se sacaron de todas las parcelas con abono en los bloques 1 y 3.

En la cosecha se evaluó:

- Número y peso de cebollas por categoría y por parcela y porcentaje de cebollas florecidas (ya descriptos en el punto 3.4.2.5).

### 3.4.4 Análisis estadístico

Los modelos estadísticos utilizados fueron, en el caso de las coberturas verdes:

$Y = M + B + E + e_1$ . Donde: Y= Materia verde, materia seca y porcentaje de materia seca, M= Media, B= Efecto de bloques, E= Efecto de la especie de cobertura verde y  $e_1$ = Error experimental

En el caso del análisis del rendimiento de cebolla:

$Y = M + B + AV + AB + N + AV * N + AB * N + AV * AB + B * AV + e_2$ . Donde: Y= kg/ha de cebolla comercial y total, M= media, B= efecto de bloques, AV= abonos verdes, AB= estiércol de bosque, N= nitrógeno, --\*-- = interacciones entre distintos tratamientos y  $e_2$ = error experimental.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RENDIMIENTO DE LAS COBERTURAS VERDES.

Los rendimientos se pueden considerar normales, teniendo en cuenta la relativamente tardía fecha de siembra y la baja fertilidad natural del suelo del ensayo. El caupí fué la especie desfavorecida en este ensayo, ya que tuvo un bajo porcentaje de implantación debido a la mala calidad de la semilla.

Se encontraron diferencias significativas (prueba F) entre: a) el rendimiento de materia verde y seca (kg/ha) de las distintas coberturas verdes, b) el porcentaje de materia seca de las distintas especies estudiadas y c) el riego y no riego de las distintas coberturas verdes. No se encontró interacción del riego por especie ya que globalmente no hubieron diferencias significativas (ver anexos 1 y 2).

#### 4.1.1 Rendimiento de materia verde.

El rendimiento promedio del ensayo fué de 19.156,9 kg/ha de materia verde, encontrándose diferencias muy significativas ( $p < 0,001$ ) entre los tratamientos. Los únicos tratamientos que no presentaron diferencias entre ellos, fueron moha y caupí (cuadro 18).

**Cuadro 18: Rendimiento promedio en materia verde de los distintos tratamientos.**

Especie	Materia verde (kg/ha)*
Maíz	31993 a
Maíz + Caupí	25833 b
Caupí	16567 c
Moha	15493 c
Testigo	5900 d

\*Promedios con la misma letra no tienen diferencias significativas al 5%.

#### 4.1.2 Rendimiento de materia seca.

Los resultados fueron similares a los de materia verde con la salvedad de que la moha rindió un poco más que el caupí. Es explicado por el mayor porcentaje de materia seca dado por el estado fenológico más adelantado de la moha, dado que es de ciclo corto, respecto al caupí. De todas maneras, estas diferencias no fueron significativas (cuadro 19).

**Cuadro 19: Porcentaje y rendimiento de materia seca de los distintos tratamientos.**

	Maíz	Maíz+Caupí	Caupí	Moha	Testigo
%materia seca	19.3 b*	19.9 b	21.2 b	26.3 a	27.3 a
M.seca (kg/ha)	6222 a	5127 b	3518 c	4075 c	1610 d

\*Promedios con la misma letra en la fila no tienen diferencias significativas al 5%.

### **4.1.3 Influencia del riego sobre los abonos verdes.**

El riego tuvo un efecto muy significativo sobre el rendimiento de materia verde y materia seca ( $p < 0,001$ ). En cambio, la interacción del riego con las especies no fue significativa para los mismos parámetros estudiados. Sin embargo, existió una tendencia de que el maíz solo y el maíz+caupí, presentaron una mayor respuesta al riego. No ocurrió así con la moha donde no hubo prácticamente diferencias entre regar y no regar y el caupí tuvo un comportamiento levemente superior con riego (cuadro 20).

**Cuadro 20: Efecto del riego sobre el rendimiento de materia verde (kg/ha)**

Tratamiento	Con Riego	Sin riego	Promedio
Caupí	17333	15800	16566
M+C	29765	21900	25832
Maíz	36950	27035	31992
Moha	15250	15735	15492
Testigo	6650	5150	5900
Promedio	21190	17124	19156

De todas maneras, la mayor o menor respuesta al riego de las coberturas verdes de alto potencial productivo, va a depender fundamentalmente de la cantidad y distribución de las lluvias de verano siempre que no hayan otros factores limitantes tales como: nitrógeno, variedad y calidad de la semilla usada, densidad y época de siembra, largo del ciclo productivo, temperaturas y radiación, etc.

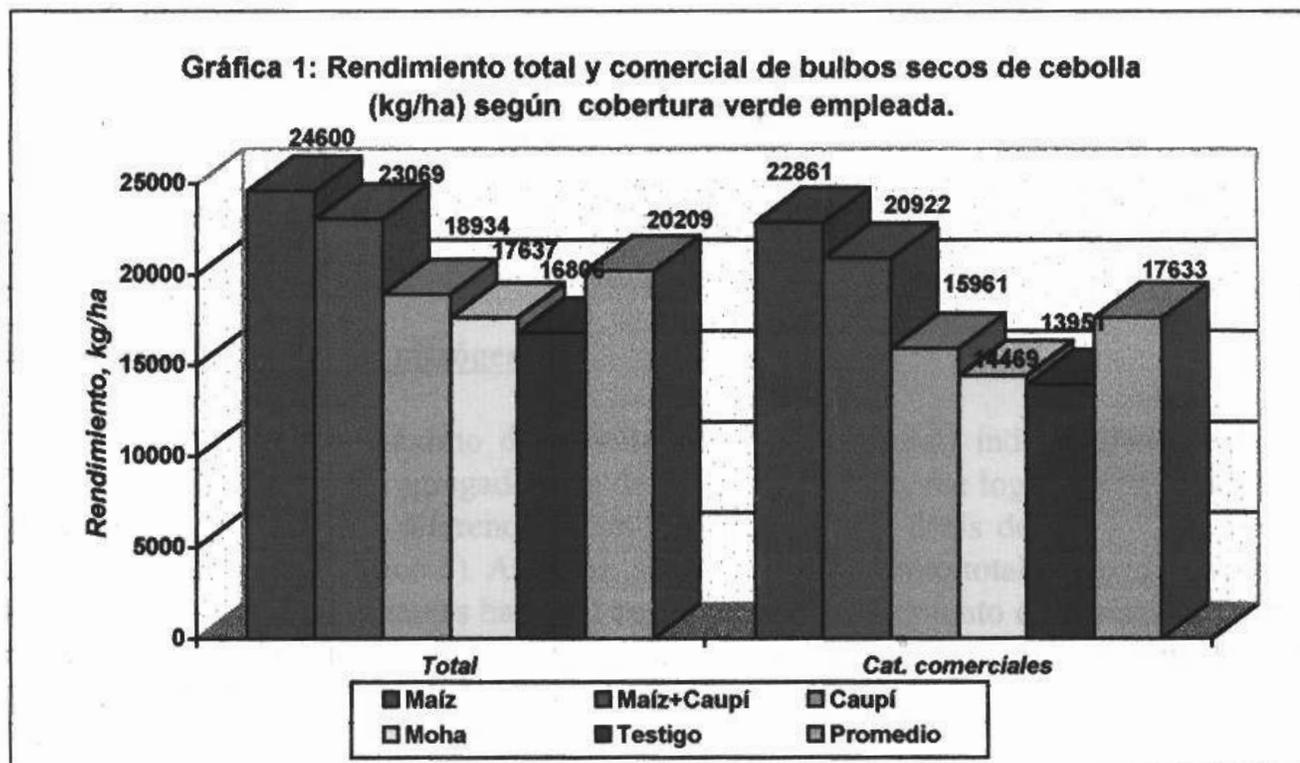
## **4.2 EFECTO DE LAS COBERTURAS VERDES, EL ESTIÉRCOL DE BOSQUE Y DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE EL RENDIMIENTO TOTAL Y COMERCIAL DE CEBOLLA.**

El rendimiento total de cebolla del ensayo fue variable de acuerdo a los tratamientos aplicados. Se encontraron diferencias significativas en los siguientes factores estudiados: tipo de coberturas verdes incorporadas, niveles de nitrógeno y bloques. No fueron significativas las interacciones entre coberturas verdes por nitrógeno, coberturas verdes por abono de bosque y abono de bosque por nitrógeno. Además hubo una tendencia de aumentos de rendimientos en el caso de los tratamientos que tenían abono de bosque ( $p < 0,1088$ ) (ver anexos 3,4 y 5).

En cuanto al rendimiento comercial, o sea cebollas con diámetro ecuatorial mayores a 5 centímetros, los resultados fueron muy similares.

#### 4.2.1 Efecto de las coberturas verdes.

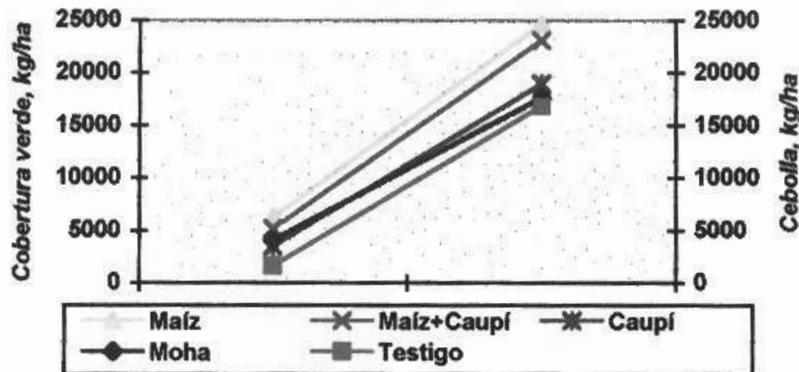
Este efecto fue claramente significativo ( $p < 0,0001$ ) sobre el rendimiento total y comercial de cebolla. Los tratamientos con coberturas de maíz y maíz+caupí, se destacaron con mayor rendimiento seguidos en orden decreciente por caupí, moha y testigo con cobertura verde de malezas naturales existentes en el lugar del ensayo. Ver gráfica 1.



Asimismo existió una relación positiva entre los rendimientos de materia seca de las coberturas verdes utilizadas y el rendimiento de cebolla en cada tratamiento (ver gráfico 2). Dada la forma en que fue diseñado el ensayo, no podemos separar los efectos debidos al aporte en volumen de materia seca (kg/ha) del tipo o especie de la misma. Por ejemplo, en el caso del maíz, además de proporcionar mayor cantidad de materia seca, su descomposición es más lenta e inmoviliza el nitrógeno, liberándolo en forma gradual coincidiendo más con la demanda del cultivo de cebolla.

Considerando la familia botánica del material incorporado (gramínea vs. leguminosa), se constata que aunque la moha tuvo una cantidad de materia seca algo mayor que caupí (aunque no significativa), y siendo a su vez materiales con relación C/N distintos, los rendimientos del cultivo de cebolla sobre ambas coberturas fueron similares (ver gráfico 2). Podemos concluir entonces que en este ensayo, la cantidad de materia seca incorporada fue más importante que la especie utilizada.

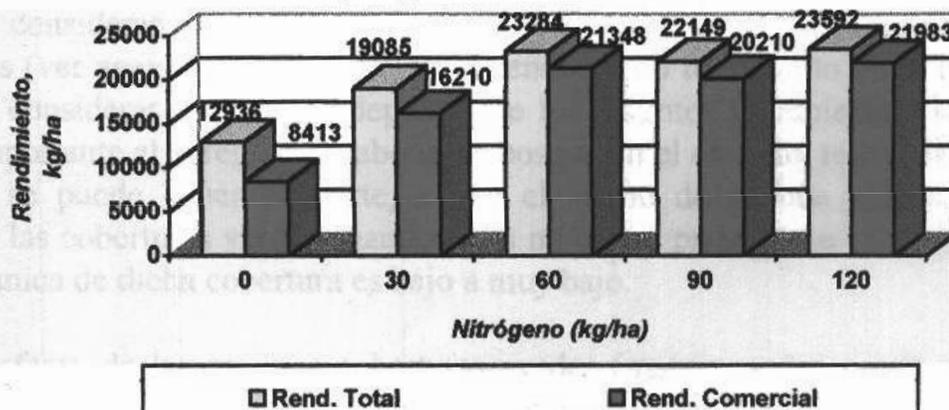
**Gráfico 2: Relación entre la materia seca aportada por las coberturas verdes y el rendimiento total de cebolla (kg/ha).**



#### 4.2.2 Efecto de la dosis de nitrógeno.

El rendimiento máximo de cebolla (total y comercial) independientemente del abono verde utilizado y del agregado o no de abono de bosque, fue logrado con 60 kg/ha de nitrógeno, no presentando diferencias significativas con las dosis de 90 y 120 kg/ha de nitrógeno ( $p < 0,0001$ ) (gráfico 3). A su vez, si bien el rendimiento total sigue la curva típica de los rendimientos decrecientes hasta 60 kg/ha de N, el rendimiento comercial en cambio, lo hace aproximadamente en forma lineal hasta ese nivel. En otras palabras, a medida que aumenta la dosis de nitrógeno hasta 60 kg/ha, la proporción de bulbos comercializables respecto al total cosechado fue en aumento.

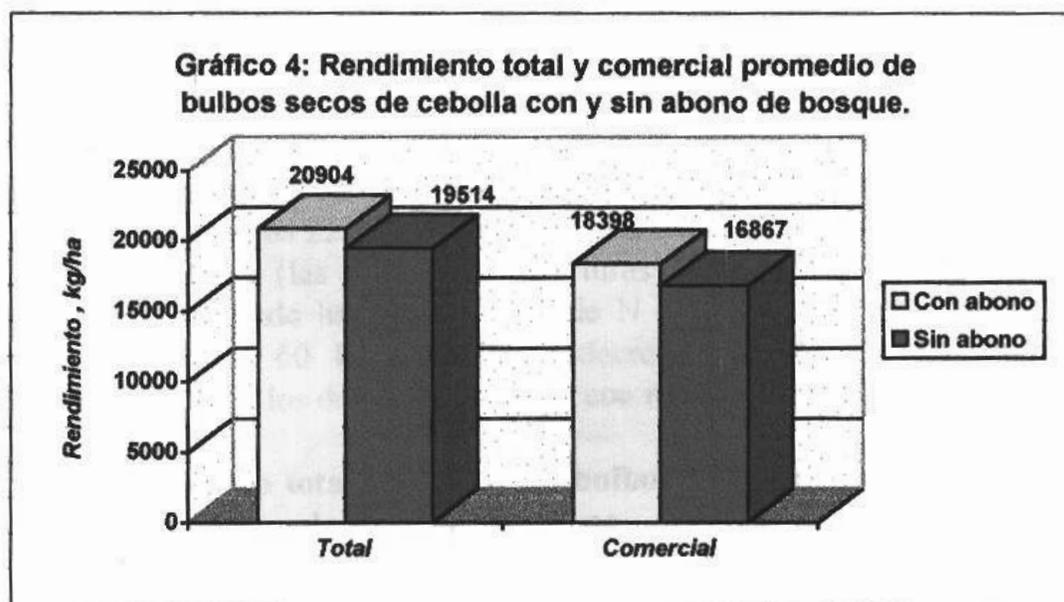
**Gráfico 3: Rendimiento total y comercial promedio de bulbos secos (kg/ha), según nivel de nitrógeno.**



Tanto el rendimiento total como el comercial, son el resultado del peso y el número de bulbos cosechados los cuales son afectados significativamente por los niveles de nitrógeno aplicados. Ambos aspectos serán tratados en detalle más adelante.

#### **4.2.3 Efecto del abono de bosque en general.**

No se encontró diferencia significativa en el conjunto de los tratamientos con o sin abono de bosque, ni en el rendimiento total ( $p < 0,1088$ ) ni en el comercial ( $p < 0,1054$ ). Sin embargo, se observa una tendencia a mejorar los rendimientos al aplicarse abono de bosque (gráfico 4).



#### **4.2.4 Efecto de la interacción de coberturas verdes por abono de bosque.**

Al considerar esta interacción en conjunto, no se encontraron diferencias significativas (ver anexos 4 y 5) tanto en el rendimiento total como en el comercial. Sin embargo, al considerar en forma independiente los distintos tratamientos, se observa una respuesta importante al agregado de abono de bosque en el caso del testigo (cuadro 21). La explicación se puede deber en parte, a que el abono de bosque suplanta los efectos positivos de las coberturas verdes cuando estas no están presentes o el nivel de aporte de materia orgánica de dicha cobertura es bajo a muy bajo.

El efecto de las mejores coberturas verdes (maíz y maíz+caupí) superan al del abono de bosque en las cantidades usadas en el ensayo ( $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ ). Este es un aspecto muy destacable del ensayo, si tenemos en cuenta los menores costos de una cobertura verde comparada a las cantidades utilizadas de abono de bosque.

**Cuadro 21: Rendimiento total y comercial de bulbos secos de cebolla (kg/ha), según la cobertura verde utilizada, con y sin abono de bosque.**

	Rendimiento total		Rendimiento comercial	
	Con abono	Sin abono	Con abono	Sin abono
Maíz	24827	24373	23047	22675
Maíz+Caupí	23803	22336	21933	19910
Caupí	19050	18818	16100	15822
Moha	17978	17296	14724	14214
Testigo	18864	14747	16186	11715
Promedio	20904	19514	18398	16867

#### **4.2.5 Efecto de la interacción de las coberturas verdes y la dosis de nitrógeno.**

Tanto en el rendimiento total como en el comercial, no se encontró interacción significativas de abonos verdes por dosis de nitrógeno (ver anexos 4 y 5). De todas maneras, viendo los cuadros 22 y 23 se aprecia resultados interesantes. En los tratamientos de maíz y de maíz+caupí (las 2 mejores coberturas verdes), la respuesta al agregado de nitrógeno sigue apareciendo hasta 120 kg/ha de N. En el testigo y la moha, el pico de respuesta se da en los 60 kg/ha y luego decrece. Por último, el caupí tiene un comportamiento similar a los dos primeros pero con rendimientos más bajos.

**Cuadro 22: Rendimiento total promedio de bulbos secos de cebolla (kg/ha), según la cobertura verde utilizada y la dosis de nitrógeno.**

	0	30	60	90	120
Maíz	17101	22906	27556	25195	30240
Maíz+Caupí	13809	20086	25413	26080	29958
Caupí	9975	17542	21858	20677	24617
Moha	11122	16236	21584	20632	18611
Testigo	12670	18656	20010	18160	14531
Promedio	12936	19085	23284	22149	23592

**Cuadro 23: Rendimiento comercial de bulbos secos de cebolla (kg/ha), según la cobertura verde utilizada y la dosis de nitrógeno.**

	0	30	60	90	120
Maíz	14039	20611	26566	23830	29261
Maíz+Caupí	9156	17788	23941	24583	29139
Caupí	5094	13889	19555	18684	22583
Moha	6160	12885	18962	18090	16247
Testigo	7618	15875	17715	15861	12687

La posible explicación de dichas tendencias estaría dada por el comportamiento sanitario diferencial que se produjo en el ensayo, por ataque de hongos de los géneros Botritis y Peronospora, y su relación con los niveles de nitrógeno y de materia orgánica aplicados. En el tratamiento testigo, y en menor grado en mocha se produce este fenómeno. Tanto con niveles deficitarios de nitrógeno (0 y 30 kg/ha), como en dosis altas (120 kg/ha), es donde se constató un mayor daño, lo cual bajó el número de planta cosechadas y aumentó el número de bulbos no comerciales. Estos desbalances en el nitrógeno ocasionan: en el caso de déficit, plantas débiles, de escaso vigor y más propensas al ataque de enfermedades; en caso de exceso, plantas muy succulentas, con tejidos tiernos, cutículas más finas y con alta proporción de aminoácidos libres a nivel celular, lo que las predispone al ataque de enfermedades y plagas.

Por otro lado, los mayores aportes de materia orgánica de las mejores coberturas, promueven una acción de:

- a) Agregar otros macro y micronutrientes, logrando de esta manera un nuevo balance nutricional permitiendo aprovechar mejor las dosis más altas de nitrógeno.
- b) Inmovilizar (por los microorganismos del suelo) los excesos de nitrógeno y formar complejos orgánicos que liberan luego al nitrógeno más lentamente, logrando de esta forma que disminuya su lixiviación a través del perfil del suelo o que la planta lo absorba en exceso.
- c) Mejorar las propiedades físicas de los suelos, aumentando la retención de agua, disminuyendo el encostramiento, etc., permitiendo un mayor desarrollo radicular que mejora la eficiencia en la absorción de nutrientes.

#### **4.3 EFECTO DE LAS COBERTURAS VERDES, ESTIÉRCOL DE BOSQUE Y DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE EL RENDIMIENTO SEGÚN CATEGORÍAS.**

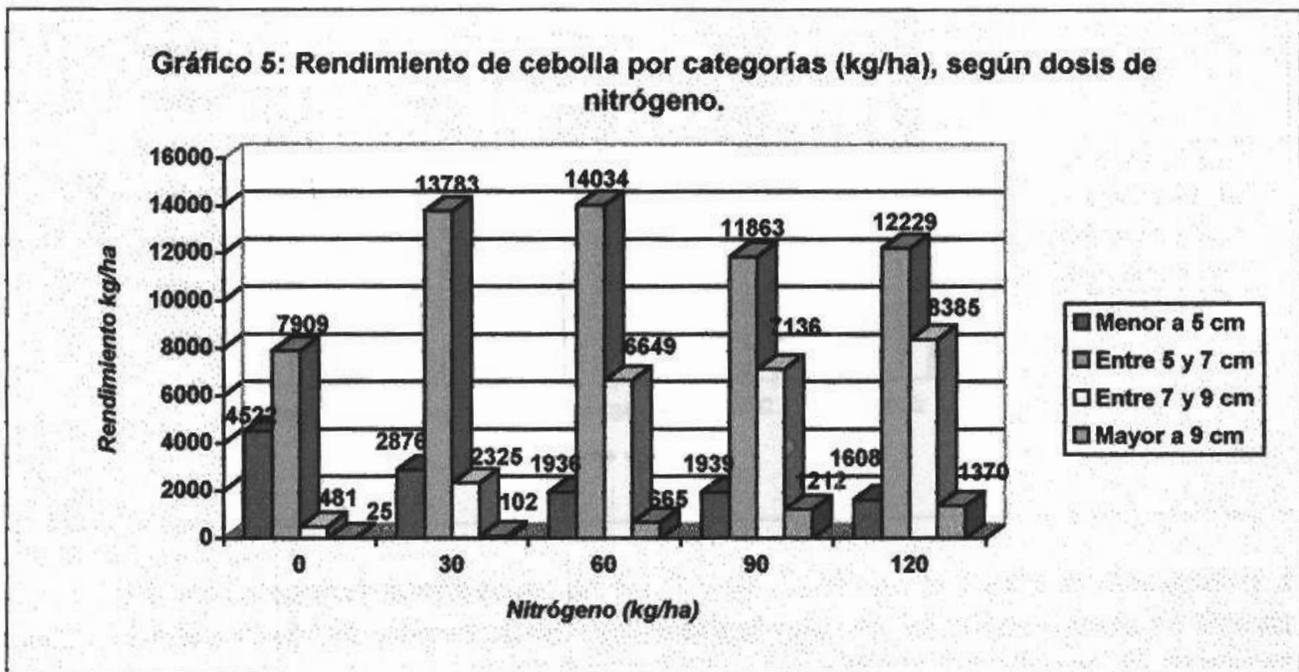
De acuerdo a la descripción de las categorías realizada anteriormente, se puede observar que las categorías intermedias, de diámetros ecuatorial entre 5 y 7 centímetros y la de 7 a 9 cmts., son las que representan el mayor porcentaje del rendimiento del ensayo (cuadro 24).

**Cuadro 24: Clasificación y distribución por categorías del rendimiento total y comercial de bulbos secos de cebolla promedio de todo el ensayo.**

Categorías	Rendimiento (kg/ha)	% del rendimiento total	% del rend. comercial
Menores a 5 cmts.	2576	12.7	0
Entre 5 y 7 cmts.	11963	59.3	67.9
Entre 7 y 9 cmts.	4995	24.7	28.3
Mayores a 9 cmts	675	3.3	3.8
Total	20209	100	100

Los factores que influyeron en la composición del rendimiento según categorías fueron en orden decreciente de importancia: la dosis de nitrógeno aplicado, la especie de cobertura verde y solo en la categoría de 5 a 7 cm. también fue significativo el abono de bosque (ver anexos).

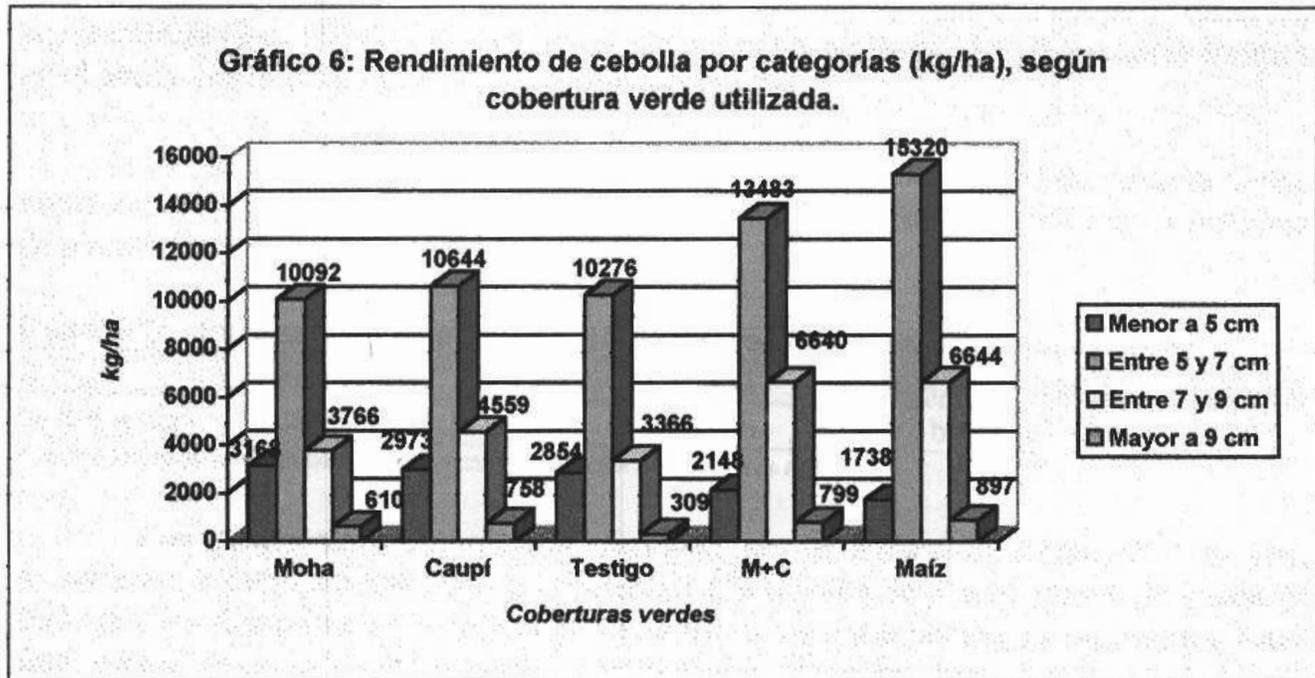
La dosis de nitrógeno influyó sobre las distintas categorías en forma diferencial (gráfico 5).



A medida que se aumentó las dosis de nitrógeno, disminuyó la proporción de la categoría menor (no comercial) en forma brusca entre 0 y 30 y en forma leve a dosis mayores, aumentando en cambio las categorías de mayor diámetro. En cuanto a las categorías comercializables: la que aporta más al rendimiento del ensayo es entre 5 y 7 cm, donde tiene su pico de máximo nivel en 30 y 60 kg/ha de nitrógeno para posteriormente descender levemente a dosis mayores. La de 7 a 9 cm tiene un crecimiento sostenido hasta la máxima dosis. Podemos decir que el mayor aporte de nitrógeno, al estar muy relacionado con el crecimiento y desarrollo de la planta, se traduce luego en mayores tamaños de bulbos, por lo menos hasta rangos donde deja de ser limitante como nutriente. No fue evaluado aquí el efecto del nitrógeno sobre la conservación en la post-cosecha, donde seguramente debe afectar negativamente.

En cuanto a los efectos de las coberturas verdes incorporadas sobre las distintas categorías, se observó un efecto significativo en todas excepto en la de mayor diámetro. En la categoría menor a 5 cm. se encontró diferencias significativas entre los tratamientos de moha, caupí y testigo, con respecto a los de maíz +caupí y maíz., siendo en ese orden

también y en forma decreciente, la producción de cebolla obtenida de dicha categoría. Es decir, en aquellas coberturas verdes que produjeron los mayores aportes de materia orgánica, se constató una menor proporción de bulbos pequeños (gráfico 6).



En las categorías intermedias, de 5 a 7 y de 7 a 9 cm, se formaron dos grupos: el maíz y el maíz+caupí se diferenciaron significativamente de los otros abonos verdes que realizaron un menor aporte de biomasa (moha, caupí y testigo). Por último, al considerar las cebollas de mayor diámetro, no se encontraron diferencias significativas entre las coberturas verdes (ver gráfico 6 y anexo 6).

Los tratamientos “con abono de bosque” tuvieron un comportamiento bastante similar a los “sin abono de bosque” en todas las categorías, encontrándose diferencias significativas solo en la categoría de 5 a 7cm. De todas maneras, como balance general podemos decir que el agregado de abono de bosque tiende a mejorar la proporción de cebollas de buen tamaño (ver cuadro 25).

**Cuadro 25: Rendimiento promedio de bulbos secos de cebolla (kg/ha), discriminado por categorías y con y sin abono de bosque.**

	menores a 5 cm	5 a 7 cm	7 a 9 cm	mayores a 9 cm
Con abono de bosque	2506 a*	12630 a	5190 a	579 a
Sin abono de bosque	2647 a	11296 b	4800 a	771 a

\* Tratamientos con la misma letra no tienen diferencia significativa al 5%.

#### 4.4 EFECTO DE LAS COBERTURAS VERDES, ESTIÉRCOL DE BOSQUE Y DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE EL PORCENTAJE DE BULBOS FLORECIDOS.

En los abonos verdes y en la dosis de nitrógeno se encontró diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ), sobre el porcentaje de cebollas florecidas. No ocurrió lo mismo en el abono orgánico y en las interacciones estudiadas.

En las coberturas verdes, las que dieron mayor rendimiento en materia verde y materia seca y a su vez, mejores rendimientos de cebolla, fueron las con mayor porcentaje de plantas florecidas (ver cuadro 26).

**Cuadro 26: Porcentaje promedio de plantas florecidas, según cobertura verde.**

	Maíz+Caupí	Maíz	Caupí	Testigo	Moha	Promedio
% florecidas	26,45 a*	25.6 a	15.8 b	15.02 b	13.15 b	19.2

\* los tratamientos con la misma letra no tienen diferencias significativas al 5%.

Los principales factores que influyen en la inducción floral son, en orden decreciente: las temperaturas bajas, la variedad y el tamaño de planta durante la época fría. Dado que los dos primeros fueron comunes a todos los tratamientos, la explicación estaría dada porque estas mejores coberturas estimularon el crecimiento vegetativo, factor este que promovió una mayor formación del escapo floral.

Con respecto al nitrógeno, las dosis intermedias (30 y 60), dieron el mayor porcentaje de flores y las dosis extremas, los menores porcentajes (ver cuadro 27). Este resultado se contradice con lo esperado, o sea que las dosis más altas (90 y 120 kg/ha) produjeran mayor tamaño de planta y esto debería reflejarse en un mayor porcentaje de cebollas florecidas. En este ensayo, de todas formas, por el hecho de fraccionar las dosis, a 90 y 120 les correspondió la última aplicación de N el 1/8, siendo absorbidas estas cuando los fríos más intensos ya habían transcurrido. No aumentó entonces, el porcentaje de bulbos florecidos en las dosis altas (aunque esto tampoco explica la reducción del mismo).

**Cuadro 27: Porcentaje de plantas florecidas, según dosis de nitrógeno (kg/ha).**

	30	60	0	90	120	Promedio
% florecidas	27.22 a	21.6 ab	18.87 bc	15.12 c	13.20 c	19.2

\* los tratamientos con la misma letra no tienen diferencias significativas al 5%.

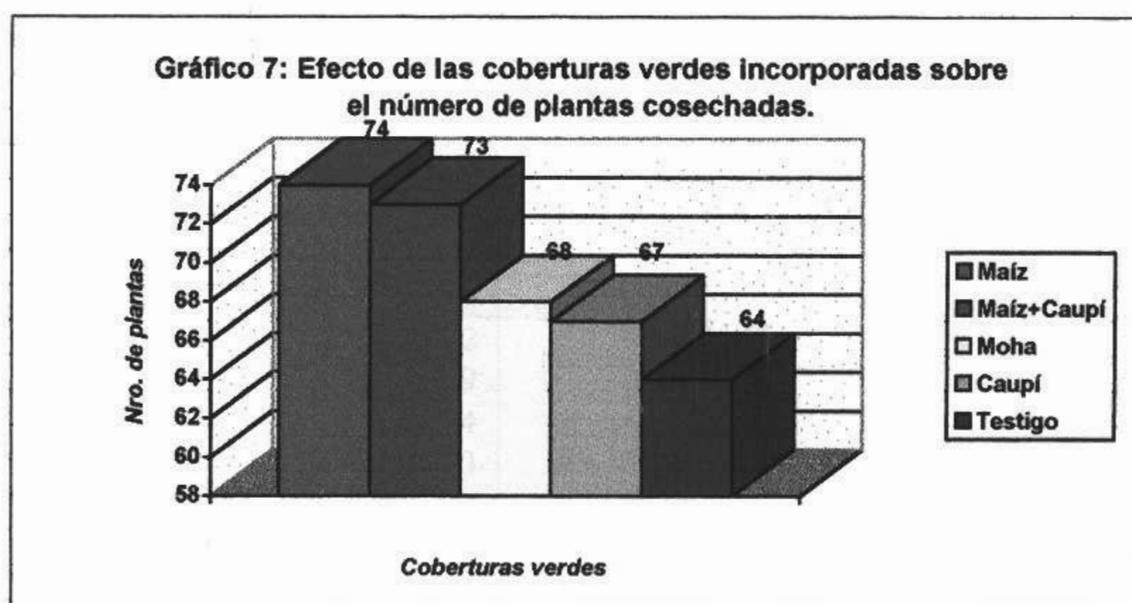
#### 4.5 EFECTO DE LAS COBERTURAS VERDES, ESTIÉRCOL DE BOSQUE Y DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE EL NÚMERO DE PLANTAS DE CEBOLLA.

El número de plantas cosechadas junto con el peso individual de los bulbos son los factores que, como ya fue mencionado, explican el rendimiento del cultivo. Los resultados

obtenidos indican diferencias significativas entre: coberturas verdes, abono de bosque, dosis de nitrógeno y en la interacción de cobertura verde y dosis de nitrógeno.

#### 4.5.1 Efecto de los abonos verdes sobre el número de plantas de cebolla.

En los tratamientos de coberturas verdes encontramos tres estratos con diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) en cuanto a número de plantas cosechadas por parcela: los mejores abonos verdes (maíz y maíz+caupí) presentaron el mayor número de plantas. En un estrato intermedio están la moha y el caupí, siendo en el testigo donde hubo una mayor pérdida de plantas cosechadas (ver gráfico 7).



La contribución de las coberturas verdes en cuanto a la mejora de las propiedades físicas y nutricionales del suelo se reflejaron sobre el normal desarrollo de las plantas (tanto en su desarrollo vegetativo como en su comportamiento sanitario). Estos efectos fueron diferenciales según la especie utilizada, encontrándose una correlación positiva entre los aportes de biomasa de cada cobertura y el número de plantas cosechadas.

#### 4.5.2 Efecto del abono de bosque sobre el número de plantas de cebolla.

El abono de bosque influyó positivamente sobre el número de plantas cosechadas, encontrándose diferencias significativas ( $p < 0,0033$ ). Ver cuadro 28.

**Cuadro 28: Efecto del agregado de abono de bosque sobre el número de plantas cosechadas.**

	Número de plantas cosechadas/parcela.
Con abono de bosque	71.24 a
Sin abono de bosque	67.53 b

\* los tratamientos con la misma letra no tienen diferencias significativas al 5%.

Los efectos del agregado de materia orgánica bajo la forma de abono de bosque, incide de la misma forma que en lo hace en las coberturas verdes sobre el desarrollo y sobrevivencia de las plantas del cultivo de cebolla.

#### **4.5.3 Efecto de la dosis de nitrógeno y la interacción de dosis de nitrógeno con las coberturas verdes, sobre el número de plantas cosechadas.**

Al considerar el número de plantas y el nitrógeno, vemos que hay diferencias significativas entre las dosis estudiadas ( $p < 0,0034$ ). Se encontró diferencias significativas entre 0, 30 y 60 con 90 y 120 kg/ha de N, donde las dosis de 90 y 120 kg/ha mostraron una más alta reducción del número de plantas cosechadas por parcela. Esto puede deberse a que al aumentar los niveles de nitrógeno, aumenta la susceptibilidad de la cebolla al ataque de enfermedades foliares, reduciendo de esta manera el número de plantas cosechables. Ver cuadro 29.

**Cuadro 29: Número promedio de plantas por parcela según nivel de nitrógeno (kg/ha) y abono verde empleado.**

	0	30	60	90	120
Caupi	66	72	69	60	70
Maíz	72	79	77	71	73
Maíz+Caupi	75	74	75	70	70
Moha	73	70	72	68	60
Testigo	73	71	66	58	49
Promedio	72 a*	73 a	72 a	65 b	64 b

\* Tratamientos con la misma letra, no tienen diferencias significativas al 5%.

También vemos que en la interacción de las coberturas con la dosis de nitrógeno, se ven comportamientos diferentes. En las coberturas que produjeron más materia orgánica (maíz y maíz+caupi), no se produce una caída tan pronunciada en el número de plantas a dosis altas de nitrógeno, como en el testigo y la moha (que produjeron menos biomasa).

La explicación de estos resultados se deben a los problemas sanitarios relacionados a la materia orgánica y el nitrógeno, ya comentados en el punto 4.2.5.

### **4.6 EFECTO DE LAS COBERTURAS VERDES, ESTIÉRCOL DE BOSQUE Y DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE LAS VARIABLES: ALTURA DE PLANTA, NÚMERO DE HOJAS Y DIÁMETRO DEL BULBO.**

#### **4.6.1 Diámetro promedio de bulbos.**

Esta variable, que es una buena indicadora del rendimiento posterior del cultivo, fue afectada significativamente por el tipo de cobertura utilizada y la dosis de nitrógeno

agregada. En cambio el estiércol de bosque solo resultó significativo en la primer medición realizada (ver cuadros 30, 31 y 32).

Los tratamientos en que la cobertura incorporada fue maíz+caupí, resultaron con bulbos de diámetro mayor que el promedio del ensayo en las 3 fechas consideradas. El comportamiento del maíz, fue similar al anterior a excepción de la segunda medición donde fue significativamente inferior al maíz+caupí. La moha y el testigo tuvieron promedios inferiores y el caupí fue de comportamiento intermedio (ver cuadro 30).

**Cuadro 30: Evolución del diámetro promedio de bulbos (cm) en tres fechas durante el ciclo del cultivo, según cobertura verde utilizada.**

	Maíz	Maíz+Caupí	Caupí	Moha	Testigo	Promedio
20/9	3.62 a *	3.75 a	3.03 bc	3.14 b	2.88 c	3.30
5/10	4.13 b	4.86 a	4.68 a	3.86 b	3.35 c	4.33
28/10	5.83 a	5.76 a	5.26 b	4.60 c	5.34 b	5.36

\* Tratamientos con la misma letra en la fila, no tienen diferencias significativas al 5%.

**Cuadro 31: Evolución del diámetro promedio de bulbos (cm) en tres fechas durante el ciclo del cultivo, con y sin estiércol de bosque.**

	Con abono de bosque	Sin abono de bosque	Promedio
20/9	3.39 a *	3.21 b	3.30
5/10	4.329 a	4.328 a	4.33
28/10	5.42 a	5.30 a	5.36

\* Tratamientos con la misma letra en la fila, no tienen diferencias significativas al 5%.

Se encontró una respuesta positiva al agregado de nitrógeno sobre la variable diámetro de bulbos: hasta las máximas dosis utilizadas en la primera medición, hasta 90 kg/há en la segunda y hasta 60kg/há en el tercer muestreo. Al ser la última medición la más próxima a la cosecha, reflejó con mayor certeza lo que ocurrió con las respuestas en rendimiento de bulbos secos a las dosis de nitrógeno consideradas.

**Cuadro 32: Evolución del diámetro promedio de bulbos (cm) en tres fechas durante el ciclo del cultivo, según dosis de nitrógeno.**

	0	30	60	90	120	Promedio
20/9	2.68 d*	3.19 c	3.48 b	3.49 b	3.73 a	3.30
5/10	3.45 c	4.04 b	4.32 b	4.96 a	5.11 a	4.33
28/10	3.90 d	4.91 c	6.00 ab	5.76 b	6.23 a	5.36

\* Tratamientos con la misma letra en la fila, no tienen diferencias significativas al 5%.

#### 4.6.2 Altura de plantas.

Al considerar esta variable en relación a las coberturas, se puede ver dos estratos bien diferenciados: por un lado el maíz y el maíz+caupí con mayores alturas de planta y por el otro, testigo y moha con portes inferiores. Esto a su vez esta relacionado positivamente con los rendimientos alcanzados a la cosecha (cuadro 33).

**Cuadro 33: Evolución del promedio de altura de planta (cm) en tres fechas durante el ciclo del cultivo, según cobertura verde utilizada.**

	Maíz	Maíz+Caupí	Caupí	Moha	Testigo	Promedio
20/9	43.11 b *	54.43 a	40.54 c	39.61 c	39.60 c	43.47
5/10	48.48 b	49.27 b	53.86 a	42.89 c	43.72 c	48.06
28/10	52.13 b	56.07 a	51.74 b	45.82 d	48.39 c	50.82

\* Tratamientos con la misma letra en la fila, no tienen diferencias significativas al 5%.

El efecto del estiércol de bosque sobre la altura en las distintas fechas fue contradictorio. En la primer fecha hubo mayor altura de plantas en los tratamientos con estiércol y en las dos últimas el resultado fue el opuesto, no siendo clara la explicación. En este caso, las mayores alturas encontradas en los tratamientos sin estiércol, no están relacionadas a mayores rendimientos de bulbo seco del cultivo (cuadro 34).

**Cuadro 34: Evolución del promedio de altura de planta (cm) en tres fechas durante el ciclo del cultivo, con y sin estiércol de bosque.**

	Con abono de bosque	Sin abono de bosque	Promedio
20/9	44.66 a*	42.29 b	43.47
5/10	46.59 b	50.17 a	48.06
28/10	49.18 b	52.46 a	50.82

\* Tratamientos con la misma letra en la fila, no tienen diferencias significativas al 5%.

Hubo un efecto claro de la dosis de nitrógeno incrementando la altura de planta hasta la dosis de 60 kg/ha, a dosis superiores los resultados no son tan claros pero se mantiene un mayor promedio de altura que a dosis bajas (cuadro 35).

**Cuadro 35: Evolución del promedio de altura de planta (cm) en tres fechas durante el ciclo del cultivo, según dosis de nitrógeno.**

	0	30	60	90	120	Promedio
20/9	36.25 c*	42.56 b	47.20 a	43.27 b	48.08 a	43.47
05/10	38.98 d	44.37 c	52.21 b	51.39 b	54.75 a	48.06
28/10	43.23 d	49.31 c	57.38 a	51.04 bc	53.19 b	50.82

\* Tratamientos con la misma letra en la fila, no tienen diferencias significativas al 5%.

### 4.6.3 Número de hojas funcionales.

De las tres variables de crecimiento medidas esta fue la menos relacionada con los rendimientos de bulbos finalmente cosechados.

El tratamiento de coberturas verdes incorporadas afectó levemente el número de hojas funcionales medidas en las fechas mencionadas. El maíz +caupí resultó con mayor número de hojas en las dos primeras mediciones y en la tercer fecha el caupí ocupó el primer lugar (cuadro 36).

**Cuadro 36: Evolución del número de hojas promedio en tres fechas durante el ciclo del cultivo, según cobertura verde utilizada.**

	Maíz	Maíz+Caupí	Caupí	Moha	Testigo	Promedio
20/9	5.89 b *	6.34 a	6.09 ab	6.15 ab	5.93 b	6.08
5/10	7.34 b	11.81 a	7.53 b	6.84 b	6.78 b	8.65
28/10	5.94 ab	5.83 bc	6.26 a	5.43 cd	5.19 d	5.72

\* Tratamientos con la misma letra en la fila, no tienen diferencias significativas al 5%.

Al relacionar el número de hojas con el agregado de estiércol, vemos que hubo un efecto positivo en las dos primeras mediciones, no habiendo diferencias significativas en la última fecha (cuadro 37).

**Cuadro 37: Evolución del número de hojas promedio en tres fechas durante el ciclo del cultivo, con y sin estiércol de bosque.**

	Con abono de bosque	Sin abono de bosque	Promedio
20/9	6.20 a *	5.96 b	6.08
5/10	9.33 a	7.68 b	8.65
28/10	5.67 a	5.79 a	5.72

\* Tratamientos con la misma letra en la fila, no tienen diferencias significativas al 5%.

Los resultados de considerar la dosis de nitrógeno con el número de hojas funcionales fueron contradictorios y difíciles de explicar. En la primer fecha la dosis superior (120 kg/ha) fue la que presentó el mayor número de hojas, disminuyendo progresivamente al bajar las dosis de nitrógeno. En las mediciones posteriores las dosis de nitrógeno más bajas fueron las que dieron el mayor número de hojas (cuadro 38).

**Cuadro 38: Evolución del número de hojas promedio en tres fechas durante el ciclo del cultivo, según dosis de nitrógeno.**

	0	30	60	90	120	Promedio
20/9	5.41 d*	5.72 c	6.34 b	6.30 b	6.62 a	6.08
5/10	10.17 a	10.22 a	7.17 b	7.47 b	7.83 b	8.65
28/10	6.29 a	6.14 a	5.61 b	5.31 b	5.29 b	5.72

\* Tratamientos con la misma letra en la fila. no tienen diferencias significativas al 5%.

#### 4.7 EFECTO DE LAS COBERTURAS VERDES Y DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE LOS NITRATOS EN EL SUELO.

Los análisis de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) en el suelo resultaron bajos, sin encontrar diferencias significativas al considerar las coberturas verdes ni la dosis de nitrógeno. De todas maneras, se encontraron valores levemente más altos de nitratos en la primer fecha (10 de agosto) con respecto a la segunda. Los tratamientos que tuvieron las coberturas de moha y caupí fueron las que resultaron con niveles más altos de nitratos (ver cuadro 39).

**Cuadro 39: Resultados de análisis de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) en ppm, según cobertura verde.**

	10 de agosto	4 de octubre
Moha	2.5	2.1
Caupí	2.0	1.8
Testigo	1.8	1.2
Maíz+caupí	1.7	1.4
Maíz	1.6	1.2
Promedio	1.9	1.6

Con respecto a la dosis de nitrógeno, los incrementos de esta provocó en general leves aumentos de los valores de nitratos en el suelo (ver cuadro 40).

**Cuadro 40: Resultados de análisis de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) en ppm, según dosis de nitrógeno.**

	10 de agosto	4 de octubre
0	1.8	1.3
30	1.6	1.3
60	1.9	1.3
90	2.1	1.8
120	2.3	2.0
Promedio	1.9	1.5

Estos bajos valores de nitratos encontrados podrían deberse a diferentes causas, como ser: -lavado por efecto de las precipitaciones y por el riego por goteo, lo cual fue facilitado por la textura muy arenosa del suelo y la mayor altura dada por los canteros.

-inmovilización de nitratos de parte de los microorganismos del suelo al existir materia orgánica recientemente incorporada que al momento del análisis de suelo estuviera parcialmente descompuesta.

-suelo degradado, con bajo contenido de materia orgánica original disminuido por el uso intensivo del mismo, que aporta bajos niveles de nitratos y no lo retiene cuando el nitrógeno es agregado bajo las formas solubles.

- el  $N-NO_3$  fue tomado por la planta.

-no se descarta además que puedan existir errores experimentales en el manejo de las muestras analizadas.

## 5. CONCLUSIONES

\* Los *rendimientos en biomasa de las coberturas verdes* no fueron altos debido a la implantación tardía. En el primer lugar se colocó el maíz seguido del maíz+caupí. Luego, en un segundo estrato se colocaron moha y caupí y por último el testigo (cobertura de malezas).

\* Hubo respuesta positiva al *riego* por aspersión especialmente en el maíz solo y el maíz+caupí y muy baja en el resto de los tratamientos.

\* El *rendimiento promedio de bulbos secos de cebolla* varió en forma significativa según la cobertura verde incorporada y la dosis de nitrógeno utilizada. En cambio, con estiércol de bosque solo hubo una ligera tendencia a aumentar el rendimiento, sin que esta sea significativa.

\* Los rendimientos de bulbos secos (total y comercial) de cebolla fueron mayores en los tratamientos con coberturas de *maíz y maíz-caupí*, seguidos por los que tuvieron caupí y moha y por último el testigo. Esto se puede deber a la cantidad de materia orgánica incorporada y/o al tipo o especie de cobertura utilizada.

\* El efecto del *estiércol de bosque* sobre el rendimiento de cebolla, solo fue significativo cuando no hubo cobertura verde plantada (testigo). De todas maneras, ese efecto fue menor que el logrado por el maíz solo y el maíz+caupí.

\* Independientemente de la cobertura utilizada, se encontró *respuesta positiva* al agregado de nitrógeno hasta *60 kg/há*, no habiendo diferencias significativas con las dosis mayores (90 y 120 kg/ha).

\* Cuando las coberturas verdes incorporadas fueron *maíz solo y maíz + caupí*, se observó respuesta positiva al agregado de nitrógeno hasta *120 kg/ha*.

\* En cuanto al *rendimiento de bulbos secos de cebolla discriminado por categorías*, la mayor proporción de cebollas del ensayo estuvieron *entre 5 y 9 cm* de diámetro ecuatorial de bulbos. Los resultados indican diferencias significativas según cobertura verde y dosis de nitrógeno y no con el agregado de estiércol de bosque. De esta manera, al aumentar la dosis de nitrógeno, disminuyó la proporción de cebollas chicas (menor a 5 cm) aumentando la proporción de las demás categorías (5 a 7, 7 a 9 y mayores a 9 cm). Por su parte, las coberturas de maíz y maíz+caupí lograron el mismo efecto seguidas por el caupí solo. Esto último indica que las coberturas que aportaron más biomasa al suelo, promovieron la producción de cebollas de mayor calibre.

\* El *porcentaje de cebollas florecidas* estuvo influenciado en forma significativa por las coberturas verdes y la dosis de nitrógeno. Las coberturas que aportaron más materia orgánica (maíz y maíz+caupí) aumentaron el porcentaje de cebollas florecidas. Las dosis de nitrógeno intermedias también promovieron la formación de escapos florales y no las extremas, resultado este que se contradice con lo esperado, especialmente en las dosis altas. Aunque debido al fraccionamiento del N, se observó que esas dosis altas no produjeron mayor tamaño de planta en la época más fría, en la cual teóricamente dicho tamaño provocaría una mayor emisión de escapos florales.

\* En el *número de plantas cosechadas* por parcela, tanto las coberturas de maíz y maíz+caupí como el agregado de estiércol de bosque produjeron un efecto positivo sobre esta variable. En cuanto a las dosis de nitrógeno, en promedio las dosis altas (90 y 120 kg/ha) redujeron el número de plantas cosechadas, lo que fue más notorio sobre las peores coberturas (testigo y moha).

\* En las *medidas de crecimiento* durante el cultivo, se observó en el caso de *diámetro de bulbos y altura de plantas*, un comportamiento similar al de rendimiento de cebolla cosechada frente a los tres tratamientos estudiados. No fue así en el caso de *número de hojas funcionales*, principalmente en dosis de nitrógeno y coberturas verdes.

\* El *análisis de nitratos* en el suelo, mostró niveles bajos, y pequeñas diferencias según la fecha de muestreo considerada, cobertura utilizada y dosis de nitrógeno empleada. Estos datos en forma general, si bien hay que hacer un muestreo mayor de fechas, estarían indicando la baja capacidad de este tipo de suelo de retener nitratos y la importancia de contar con materia orgánica que libere nitrógeno a medida que el cultivo lo demanda, fraccionar más las fertilizaciones o una combinación de ambas.

\* De este ensayo se puede concluir que las coberturas verdes son una alternativa tecnológica válida para incorporar materia orgánica en los suelos y obtener respuestas positivas en el cultivo inmediato a ellas, con costos muy competitivos en comparación con otras fuentes de materia orgánica. También es de esperar efectos a mediano y largo plazo, en la medida de que estas sean integrantes frecuentes de las rotaciones, manteniendo o mejorando la sustentabilidad del sistema productivo.

## 6. RESUMEN

El objetivo del ensayo fue evaluar por un lado el comportamiento productivo de tres especies y la mezcla de dos de ellas como coberturas verdes estivales, con y sin riego por aspersión. Posteriormente, medir el efecto de estas sobre la producción de un cultivo de cebolla dulce con cinco niveles de nitrógeno, con y sin agregado de abono de bosque.

El ensayo fue realizado entre enero y noviembre de 1994 en un suelo del tipo argisol dístico ócrico.

El diseño estadístico fue el de parcelas sub-subdivididas al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas grandes o principales fueron las coberturas verdes utilizadas (maíz, maíz+caupí, moha, caupí y testigo); las subparcelas fueron las distintas dosis de nitrógeno en el cultivo de cebolla (0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha de N) y estas fueron, a su vez, subdivididas en tratamientos con y sin estiércol de bosque.

La siembra de las coberturas se realizó el 12/1 y la incorporación el 10/5. El cultivo de cebolla se trasplantó en la segunda quincena de junio y fue cosechado en la primera quincena de noviembre.

Las determinaciones realizadas en las coberturas verdes fueron: kg/ha de materia verde y seca producida de la parte aérea. En el cultivo de cebolla se midió las siguientes variables de crecimiento: altura de planta, diámetro de bulbo y número de hojas funcionales. Además se tomaron muestras para evaluar el contenido de nitratos en el suelo en dos momentos del ciclo vegetativo. En la cosecha se determinó el rendimiento por categorías de bulbos secos de cebolla (kg/ha).

Las mejores coberturas verdes que resultaron del ensayo fueron maíz solo y maíz+caupí, las cuales mostraron además respuesta positiva al riego.

Se encontró una importante respuesta en rendimiento (kg/ha) y tamaño de bulbo de cebolla a la incorporación de coberturas verdes, que fue mayor en las de maíz y maíz+caupí. El agregado de estiércol de bosque solo produjo respuestas significativas en el testigo, sin cobertura sembrada. El agregado de nitrógeno tuvo respuesta positiva en promedio hasta la dosis de 60 kg/ha, habiendo interacción con el tipo de cobertura, donde en el maíz y maíz+caupí siguió habiendo respuesta a niveles más altos de N.

Se encontró una alta correlación entre el rendimiento de cebollas y las variables de crecimiento, altura de plantas y diámetro de bulbos muestreados, no siendo tan clara la relación con el número de hojas funcionales.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. **ALTIERI, M.** 1987. Agroecología: bases científicas de la agricultura alternativa. Santiago de Chile, Cetal-Ediciones. 227 p.
2. \_\_\_\_\_,\_. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de Plagas. Valparaíso, Chile, Cetal Ediciones. 162 p.
3. **CALEGARI, A; PEÑALVA, M.** 1994. Abonos verdes: importancia agroecológica y especies con potencial de uso en el Uruguay. Canelones, MGAP (Junagra)- GTZ. 151 p.
4. **DA COSTA, B.** 1993. Adubacao verde no sul de Brasil. Assessoria e Servicos a projetos em Agricultura Alternativa. 2 ed. Rio de Janeiro, AS-PTA. 346 p.
5. **DALZELL, H.W.; BIDDLESTONE, A; GRAY, K; THURAIRAJAN, K.** 1991. Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales, Roma, FAO. 178 p.
6. **FRION, L.** 1990. Ecología microbiana del suelo. Montevideo, Universidad de la República. 503 p.
7. **GENTA, H.; BERNAL, R.; GUTIERREZ, A.** 1991. Producción de cebolla en el litoral norte del Uruguay. INIA-Salto Grande. Boletín de divulgación N° 11.
8. **GOTO, R.; KIMOTO, T.** 1992. Efectos de diferentes abonos orgánicos en la producción de cebolla de verano. Horticultura Brasileña N° 10(2).
9. **KAHNT, G.** 1989. Abono verde. Montevideo, Hemisferio sur. 156 p.
10. **KIEHL, E. J.** 1985. Fertilizantes orgánicos. Sao Paulo, Agronómica Ceres. 365 p.
11. **MARISQUIRENA, G.** 1997. Repertorio de los trabajos de investigación relacionados con el sector granjero. Universidad de la República- Uruguay, Facultad de Agronomía.
12. **MOLTINI, C.; GENTA, H.; ZAMALVIDE, J.** 1994. Manejo de suelo y fertilización en cebolla. Salto. Trabajo presentado en el curso Cebolla Dulce Para Exportación en el norte del país.
13. **NUCCI, C.** 1991. Manual de agricultura orgánica. Sao Paulo, Abril. Supl. de Guía Rural, Brasil. 226 p.
14. **NUÑEZ, R.; LAIRD, R.** 1966. Fertilidad de suelos. México, Colegio de posgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo. pp. 151-202. Serie de apuntes N° 6
15. **PEÑALVA, M.** 1992. Abonos verdes: experiencias en el sur del país. Montevideo, Proyecto MGAP- G.T.Z. 52 p.
16. **PEREIRA, G.** 1994. Resultados experimentales de manejo de suelos arenosos. Salto. Trabajo presentado en el curso Cebolla Dulce Para Exportación en el norte del país.
17. **PIÑEIRO, D.** 1992. Opiniones, actitudes y comportamientos de los productores hortícolas de Salto. Salto, Grupo de investigación en sociología agraria (GISA), Universidad de la República.
18. **PRIMAVESI, A.** 1984. Manejo ecológico del suelo. 5 ed. Buenos Aires, Librería el Ateneo. 499 p.

19. **REIJNTJES,C.; HAVENKORT,B.; WATERS-BAYER,A.** 1995. Cultivando para el futuro. Introducción a la agricultura sustentable de bajos insumos externos. Montevideo, Editorial Nordan-Comunidad. 274 p.
20. **REMEDI DE SOUZA,M.** 1995. Efecto del agregado de materia orgánica y dosis de nitrógeno sobre la producción de frutillas en suelos arenosos de Salto. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 114 p.
21. **RESTREPO RIVERA,J.** 1996. Aportes de los abonos verdes usados en la agricultura orgánica como cobertura. Boletín de divulgación (Colombia). 8 p.
22. **SILVA, A.** 1995. La materia orgánica del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía., 46 p.
23. **VALDIVIESO,C.; ESPINOSA, A.** 1993. Utilización de la Vicia y la Arveja como abono verde en la producción de maíz, poroto y zapallo.Revista CLADES (Chile) n°5/6: 55-56.
24. **VIVAN, J.L.** 1993. Pomar ou floresta: princípios para manejo de agroecossistemas. Rio de Janeiro, AS- PTA. 93 p.

**Anexo1: Rendimiento de materia verde y seca (kg/ha) y %de materia seca de las especies de coberturas verdes estudiadas.**

<b>Block</b>	<b>Especie</b>	<b>Mat.verde (kg/ha)</b>	<b>% mat.seca</b>	<b>Mat.seca (kg/ha)</b>
1	Maiz	38100	17.3	6605
2	Maiz	35800	20	7173
3	Maiz	29200	19	5590
4	Maiz	24870	21	5522
1	M+C	36230	19.5	7060
2	M+C	23300	19.8	4613
3	M+C	25400	20	5114
4	M+C	18400	20.2	3722
1	Caupi	17367	21.3	3697
2	Caupi	17300	21	3628
3	Caupi	14830	20.8	3089
4	Caupi	16770	21.8	3658
1	Moha	16800	28.6	4813
2	Moha	13700	29.3	4019
3	Moha	15000	23	3441
4	Moha	16470	24.4	4026
1	Testigo	7700	27	2079
2	Testigo	5600	26.9	1507
3	Testigo	5630	26	1477
4	Testigo	4670	29.5	1379
	<b>PROMEDIO</b>	<b>19156,9</b>	<b>22,1</b>	<b>4110,6</b>

ANEXO 2: ANALISIS ESTADÍSTICO DE LAS CUBERTURAS VERDES.

General Linear Models Procedure  
Class Level Information

Class	Levels	Values
* RIEGO	2	r s
B	4	1 2 3 4
ESPECIE	5	Caupi M+C Maiz Moha Testigo

Number of observations in data set = 20

Dependent Variable: MVERDE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	1835693897	166881263	16.55	0.0003
Error	8	80649054	10081132		
Corrected Total	19	1916342951			

P Square	C.V.	Root MSE	MVERDE Mean
0.952915	16.52412	3125.08	19156.19

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RIEGO	1	82649582	82649582	8.20	0.0210
B(RIEGO)	2	49898141	24949070	2.47	0.1457
ESPECIE	4	1620793459	405198365	40.19	0.0001
RIEGO*ESPECIE	4	82352715	20588179	2.04	0.1810

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RIEGO	1	82649582	82649582	8.20	0.0210
B(RIEGO)	2	49898141	24949070	2.47	0.1457
ESPECIE	4	1620793459	405198365	40.19	0.0001
RIEGO*ESPECIE	4	82352715	20588179	2.04	0.1810

T tests (LSD) for variable: MVERDE

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

Alpha= 0.05 df= 8 MSE= 10081132

Critical Value of T= 2.31

Least Significant Differences= 5177.3

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	ESPECIE
A	31993	4	Maiz
B	25833	4	M+C
C	16567	4	Caupi
C	15493	4	Moha
D	5900	4	Testigo

General Linear Models Procedure  
Class Level Information

Class	Levels	Values
RIEGO	2	r s
B	4	1 2 3 4
ESPECIE	* 5	Caupi M+C Maiz Moha Testigo

Number of observations in data set = 20

Dependent Variable: MSECA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	53972800.0	4906610.2	10.25	0.0014
Error	8	3830764.8	478845.6		
Corrected Total	19	57803564.8			
	R-Square	C.V.	Root MSE	MSECA Mean	
	0.933728	16.83420	691.987	4110.60	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RIEGO	1	3342348.8	3342348.8	6.98	0.0296
B(RIEGO)	2	1114581.2	557290.6	1.16	0.3600
ESPECIE	4	48386635.3	12096658.8	25.26	0.0001
RIEGO*ESPECIE	4	1129234.7	282308.7	0.59	0.6798

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RIEGO	1	3342348.8	3342348.8	6.98	0.0296
B(RIEGO)	2	1114581.2	557290.6	1.16	0.3600
ESPECIE	4	48386635.3	12096658.8	25.26	0.0001
RIEGO*ESPECIE	4	1129234.7	282308.7	0.59	0.6798

T tests (LSD) for variable: MSECA

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

Alpha= 0.05 df= 8 MSE= 478845.6  
Critical Value of T= 2.31  
Least Significant Difference= 1128.3

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	ESPECIE
A	6222.5	4	Maiz
A			
B	5127.3	4	M+C
B			
B	4074.8	4	Moha
C			
C	3518.0	4	Caupi
D	1610.5	4	Testigo

General Linear Models Procedure  
Class Level Information

Class	Levels	Values
RIEGO	2	r s
B	4	1 2 3 4
ESPECIE	5	Caupi M+C Maiz Moha Testigo

Number of observations in data set = 20

Dependent Variable: PMS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	262.852000	23.895636	32.07	0.0001
Error	8	5.960000	0.745000		
Corrected Total	19	268.812000			

R-Square	C.V.	Root MSE	PMS Mean
0.977828	3.782357	0.86313	22.8200

Dependent Variable: PMS

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RIEGO	1	1.250000	1.250000	1.68	0.2313
B(RIEGO)	2	7.650000	3.825000	5.13	0.0368
ESPECIE	4	224.952000	56.238000	75.49	0.0001
RIEGO*ESPECIE	4	29.000000	7.250000	9.73	0.0036

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RIEGO	1	1.250000	1.250000	1.68	0.2313
B(RIEGO)	2	7.650000	3.825000	5.13	0.0368
ESPECIE	4	224.952000	56.238000	75.49	0.0001
RIEGO*ESPECIE	4	29.000000	7.250000	9.73	0.0036

T tests (LSD) for variable: PMS

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

Alpha= 0.05 df= 8 MSE= 0.745

Critical Value of T= 2.31

Least Significant Difference= 1.4074

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	ESPECIE
A	27.3500	4	Testigo
A			
A	26.3250	4	Moha
B	21.2250	4	Caupi
B			
C	19.8750	4	M+C
C			
C	19.3250	4	Maiz

**ANEXO 3: RENDIMIENTO DE LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE CEBOLLA (KG/HA),  
RENDIMIENTO TOTAL Y COMERCIAL, % DE FLORECIMIENTO Y NÚMERO DE CEBOLLAS POR  
PARCELA, SEGÚN COBERTURA VERDE, ESTIÉRCOL APLICADO Y DOSIS DE NITRÓGENO.**

Blo.	Tra.	Ab.	Nit.	5 kg-ha	5-7 kg-ha	7-9 kg-ha	9 kg-ha	Tot.comercial	Tot kg-ha	%flores	N°cebollas
1	mc	c	0	2889	13889	0	0	13889	16778	78	81
1	mc	c	30	2500	16667	4167	0	20834	23334	79	80
1	mc	c	60	194	11389	24722	1944	38055	38249	47	81
1	mc	c	90	306	13333	17778	5389	36500	36806	50	78
1	mc	c	120	389	13889	21388	3722	38999	39388	37	78
1	mc	s	0	7556	7222	1667	0	8889	16445	63	79
1	mc	s	30	5020	14444	1944	0	16388	21408	65	80
1	mc	s	60	778	17778	13611	972	32361	33139	52	81
1	mc	s	90	1500	2916	20556	2028	25500	27000	66	79
1	mc	s	120	389	18611	18333	4583	41527	41916	22	82
1	cau	c	0	5556	9444	0	0	9444	15000	76	82
1	cau	c	30	2167	20167	4111	0	24278	26445	60	80
1	cau	c	60	1000	18056	13694	0	31750	32750	26	81
1	cau	c	90	667	14444	22222	1111	37777	38444	44	82
1	cau	c	120	1583	15833	8333	6667	30833	32416	17	76
1	cau	s	0	5972	4833	0	0	4833	10805	32	81
1	cau	s	30	2778	17500	4444	0	21944	24722	60	82
1	cau	s	60	1611	17777	11806	889	30472	32083	42	79
1	cau	s	90	139	10056	31111	10277	51444	51583	48	77
1	cau	s	120	1444	16389	11667	1028	29084	30528	28	79
1	moh	c	0	4306	2194	0	0	2194	6500	3	68
1	moh	c	30	3472	14972	638	0	15610	19082	54	82
1	moh	c	60	4444	11250	14444	0	25694	30138	27	78
1	moh	c	90	3722	7222	9389	0	16611	20333	6	78
1	moh	c	120	1944	15556	8194	0	23750	25694	46	78
1	moh	s	0	6667	6667	0	0	6667	13334	30	81
1	moh	s	30	3722	17778	3333	0	21111	24833	53	70
1	moh	s	60	3611	14306	9028	0	23334	26945	16	79
1	moh	s	90	722	14722	17361	9889	41972	42694	42	76
1	moh	s	120	417	11111	24167	11111	46389	46806	21	76
1	mai	c	0	2083	16667	778	0	17445	19528	36	58
1	mai	c	30	2444	18611	4083	0	22694	25138	76	81
1	mai	c	60	417	21111	14167	3194	38472	38889	66	80
1	mai	c	90	1556	14167	12083	0	26250	27806	35	77
1	mai	c	120	1056	15278	14722	3500	33500	34556	20	80
1	mai	s	0	1389	16667	1944	0	18611	20000	49	80
1	mai	s	30	1944	23889	2083	0	25972	27916	66	82
1	mai	s	60	0	16667	23056	5417	45140	45140	47	79
1	mai	s	90	0	19444	4417	0	23861	23861	29	76
1	mai	s	120	694	12500	15000	4556	32056	32750	17	65
1	tes	c	0	4861	11111	556	0	11667	16528	29	82
1	tes	c	30	1250	26667	5694	2139	34500	35750	62	77
1	tes	c	60	417	15556	18333	3889	37778	38195	51	80
1	tes	c	90	694	18806	12083	972	31861	32555	31	83
1	tes	c	120	1389	12500	10444	972	23916	25305	6	68
1	tes	s	0	7167	4444	0	0	4444	11611	19	80
1	tes	s	30	1528	19444	5556	972	25972	27500	43	81
1	tes	s	60	556	20833	6667	0	27500	28056	57	80
1	tes	s	90	1944	28833	7278	778	36889	38833	11	81
1	tes	s	120	1389	16667	14556	0	31223	32612	8	78

**ANEXO 3: RENDIMIENTO DE LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE CEBOLLA (KG/HA),  
RENDIMIENTO TOTAL Y COMERCIAL, % DE FLORECIMIENTO Y NÚMERO DE CEBOLLAS POR  
PARCELA, SEGÚN COBERTURA VERDE, ESTIÉRCOL APLICADO Y DOSIS DE NITRÓGENO.**

Blo.	Trat	Ab	Nit.	5 kg-ha	5-7 kg-ha	7-9 kg-ha	9 kg-ha	Tot comercial	Tot kg-ha	%flores	N°cebollas
2	mc	c	0	5861	5333	0	0	5333	11194	9	80
2	mc	c	30	2861	14722	1111	0	15833	18694	25	76
2	mc	c	60	2361	11944	0	0	11944	14305	22	68
2	mc	c	90	2778	8889	8611	0	17500	20278	7	66
2	mc	c	120	1056	15917	3750	0	19667	20723	16	67
2	mc	s	0	4667	4944	0	0	4944	9611	10	72
2	mc	s	30	1306	17083	2361	0	19444	20750	34	81
2	mc	s	60	3472	11833	556	0	12389	15861	15	75
2	mc	s	90	2778	14250	4167	0	18417	21195	11	74
2	mc	s	120	278	15833	16667	0	32500	32778	23	73
2	cau	c	0	5556	5972	0	0	5972	11528	8	81
2	cau	c	30	5000	10389	1889	0	12278	17278	11	74
2	cau	c	60	1667	17583	7111	2222	26916	28583	35	79
2	cau	c	90	2305	11667	3611	0	15278	17583	0	63
2	cau	c	120	3139	9278	6944	0	16222	19361	0	64
2	cau	s	0	5667	7861	0	0	7861	13528	12	77
2	cau	s	30	3444	11222	7417	0	18639	22083	7	74
2	cau	s	60	2361	16194	5361	2111	23666	26027	23	78
2	cau	s	90	4389	14167	2750	0	16917	21306	21	80
2	cau	s	120	1778	14883	6278	972	22133	23911	6	64
2	moh	c	0	6667	5333	0	0	5333	12000	30	81
2	moh	c	30	2639	10833	0	0	10833	13472	14	71
2	moh	c	60	3056	9306	4028	0	13334	16390	8	76
2	moh	c	90	2278	10889	3194	1055	15138	17416	9	65
2	moh	c	120	2083	5139	1472	0	6611	8694	5	42
2	moh	s	0	5139	1000	0	0	1000	6139	1	74
2	moh	s	30	4083	6444	0	0	6444	10527	14	63
2	moh	s	60	3333	6806	694	0	7500	10833	2	68
2	moh	s	90	2500	10222	4028	0	14250	16750	14	67
2	moh	s	120	5278	3389	0	0	3389	8667	0	63
2	mai	c	0	3833	10556	556	0	11112	14945	29	75
2	mai	c	30	1667	20139	1889	972	23000	24667	39	81
2	mai	c	60	1250	1500	9444	0	10944	12194	23	77
2	mai	c	90	944	15556	16111	1083	32750	33694	24	73
2	mai	c	120	333	18750	14444	0	33194	33527	18	76
2	mai	s	0	3611	11667	0	0	11667	15278	25	81
2	mai	s	30	2139	16389	4444	0	20833	22972	38	76
2	mai	s	60	1389	19167	8444	0	27611	29000	37	79
2	mai	s	90	417	17083	15278	2222	34583	35000	17	83
2	mai	s	120	667	14028	15694	4167	33889	34556	21	76
2	tes	c	0	4444	9305	667	0	9972	14416	24	79
2	tes	c	30	2139	13472	3167	0	16639	18778	13	76
2	tes	c	60	3056	7083	833	861	8777	11833	9	46
2	tes	c	90	3611	8889	2139	0	11028	14639	5	65
2	tes	c	120	1528	4944	0	0	4944	6472	0	28
2	tes	s	0	4583	6611	0	0	6611	11194	24	72
2	tes	s	30	3611	11111	2917	0	14028	17639	17	70
2	tes	s	60	2667	11361	1667	0	13028	15695	3	72
2	tes	s	90	2639	12083	2833	0	14916	17555	0	59
2	tes	s	120	2722	6306	4861	889	12056	14778	2	54

**ANEXO 3: RENDIMIENTO DE LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE CEBOLLA (KG/HA),  
RENDIMIENTO TOTAL Y COMERCIAL, % DE FLORECIMIENTO Y NÚMERO DE CEBOLLAS POR  
PARCELA, SEGÚN COBERTURA VERDE, ESTIÉRCOL APLICADO Y DOSIS DE NITRÓGENO.**

Blo.	Trat.	Ab.	Nit.	5 kg-ha	5-7 kg-ha	7-9 kg-ha	9 kg-ha	Tot.comercial	Tot kg-ha	%flores	N°cebollas
3	mc	c	0	3472	12639	1056	0	13695	17167	18	78
3	mc	c	30	1667	15333	611	0	15944	17611	30	63
3	mc	c	60	1361	20278	2972	0	23250	24611	14	79
3	mc	c	90	1167	15556	10167	5833	31556	32723	16	74
3	mc	c	120	1250	13639	8222	944	22805	24055	5	63
3	mc	s	0	3806	10417	667	0	11084	14890	12	64
3	mc	s	30	2250	12278	3000	0	15278	17528	28	67
3	mc	s	60	1333	13611	5000	0	18611	19944	25	63
3	mc	s	90	833	17361	12139	0	29500	30333	18	72
3	mc	s	120	1056	16139	13139	0	29278	30334	18	72
3	cau	c	0	4667	1056	0	0	1056	5723	2	49
3	cau	c	30	4667	7500	1056	0	8556	13223	1	69
3	cau	c	60	3417	5694	528	0	6222	9639	0	54
3	cau	c	90	1778	4306	0	0	4306	6084	0	31
3	cau	c	120	2917	13389	2972	0	16361	19278	3	69
3	cau	s	0	3583	0	0	0	0	3583	0	41
3	cau	s	30	3389	3417	0	0	3417	6806	3	53
3	cau	s	60	3083	6306	0	0	6306	9389	5	43
3	cau	s	90	1944	12500	1111	0	13611	15555	6	70
3	cau	s	120	2917	11972	4333	0	16305	19222	1	68
3	moh	c	0	2361	15167	0	0	15167	17528	6	78
3	moh	c	30	2694	13722	0	0	13722	16416	7	75
3	moh	c	60	1778	13417	8139	0	21556	23334	4	71
3	moh	c	90	3000	11528	444	0	11972	14972	0	65
3	moh	c	120	3111	6944	4250	0	11194	14305	0	60
3	moh	s	0	3556	9611	0	0	9611	13167	3	69
3	moh	s	30	2778	6528	556	0	7084	9862	6	53
3	moh	s	60	2667	9250	472	0	9722	12389	0	58
3	moh	s	90	2639	6278	0	0	6278	8917	2	54
3	moh	s	120	2167	3889	1083	0	4972	7139	0	38
3	mai	c	0	2778	12361	3056	0	15417	18195	10	69
3	mai	c	30	2778	17111	1139	0	18250	21028	23	81
3	mai	c	60	1194	19750	1250	0	21000	22194	31	77
3	mai	c	90	2583	12056	1611	0	13667	16250	10	66
3	mai	c	120	1222	17778	8611	972	27361	28583	11	73
3	mai	s	0	1556	13889	6639	1000	21528	23084	11	71
3	mai	s	30	2917	14528	722	0	15250	18167	19	75
3	mai	s	60	1722	18000	1750	0	19750	21472	42	79
3	mai	s	90	2417	8333	611	0	8944	11361	4	49
3	mai	s	120	2444	11917	3806	861	16584	19028	3	67
3	tes	c	0	4306	11972	556	0	12528	16834	4	77
3	tes	c	30	2278	13889	5000	0	18889	21167	3	71
3	tes	c	60	2083	15278	6750	0	22028	24111	7	72
3	tes	c	90	833	11389	6806	917	19112	19945	14	49
3	tes	c	120	2500	13194	5278	0	18472	20972	1	68
3	tes	s	0	4250	4167	0	0	4167	8417	5	63
3	tes	s	30	2722	3500	1111	0	4611	7333	0	52
3	tes	s	60	3611	4333	1194	0	5527	9138	0	44
3	tes	s	90	2639	3389	0	0	3389	6028	0	38
3	tes	s	120	1472	3472	0	0	3472	4944	4	27

**ANEXO 3: RENDIMIENTO DE LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE CEBOLLA (KG/HA),  
RENDIMIENTO TOTAL Y COMERCIAL, % DE FLORECIMIENTO Y NÚMERO DE CEBOLLAS POR  
PARCELA, SEGÚN COBERTURA VERDE, ESTIÉRCOL APLICADO Y DOSIS DE NITRÓGENO.**

Blo.	Trat.	Ab	Nit.	5 kg-ha	5-7 kg-ha	7-9 kg-ha	9 kg-ha	Tot.comercial	Tot kg-ha	%flores	N°cebollas
4	mc	c	0	4167	8611	0	0	8611,428	12778	7	70
4	mc	c	30	806	18334	4167	0	22500,828	23306	29	78
4	mc	c	60	889	17973	7861	889	26723,2056	27612	17	74
4	mc	c	90	1083	17778	9000	0	26778,7632	27862	16	73
4	mc	c	120	333	16667	8806	2778	28251,0396	28584	7	66
4	mc	s	0	4806	6806	0	0	6805,806	11612	7	75
4	mc	s	30	1972	15389	694	0	16083,9252	18056	27	69
4	mc	s	60	1389	18973	9223	0	28195,482	29584	15	78
4	mc	s	90	1528	7639	2306	972	10917,0684	12445	5	46
4	mc	s	120	1806	13000	5195	1889	20084,0724	21890	13	62
4	cau	c	0	3333	9361	0	0	9361,4556	12695	3	68
4	cau	c	30	3611	10973	2278	0	13250,4876	16862	9	78
4	cau	c	60	1945	16528	1167	0	17695,0956	19640	13	76
4	cau	c	90	2639	8695	0	0	8694,7644	11334	0	52
4	cau	c	120	1389	14862	8889	2000	25750,9476	27140	3	72
4	cau	s	0	4722	2222	0	0	2222,304	6945	2	49
4	cau	s	30	4167	8750	0	0	8750,322	12917	10	63
4	cau	s	60	3333	10834	1750	833	13417,1604	16751	3	66
4	cau	s	90	2083	1444	0	0	1444,4976	3528	9	26
4	cau	s	120	1111	12223	9528	2222	23973,1044	25084	3	70
4	moh	c	0	6639	4584	0	0	4583,502	11223	15	73
4	moh	c	30	3528	16028	1056	0	17083,962	20612	8	76
4	moh	c	60	1667	13056	9834	0	22889,7312	24556	10	73
4	moh	c	90	3611	14167	3833	972	18972,9204	22584	8	74
4	moh	c	120	2083	16667	5556	0	22223,04	24306	4	76
4	moh	s	0	4361	4167	556	0	4722,396	9084	8	63
4	moh	s	30	3889	9945	1250	0	11194,8564	15084	9	67
4	moh	s	60	417	20695	6972	0	27667,6848	28084	28	70
4	moh	s	90	1861	13612	4528	1389	19528,4964	21390	9	66
4	moh	s	120	1833	9306	2139	0	11444,8656	13278	4	44
4	mai	c	0	5000	8473	0	0	8472,534	13473	12	76
4	mai	c	30	2556	14778	3972	0	18750,69	21306	14	77
4	mai	c	60	389	20001	7084	861	27945,4728	28334	20	76
4	mai	c	90	500	16806	13362	1056	31223,3712	31723	13	76
4	mai	c	120	1000	15278	13250	972	29501,0856	30501	5	76
4	mai	s	0	4250	8056	0	0	8055,852	12306	31	64
4	mai	s	30	1917	16945	3195	0	20139,63	22056	27	77
4	mai	s	60	1556	16667	2472	2528	21667,464	23223	11	69
4	mai	s	90	2500	15001	1833	2528	19361,8236	21862	5	72
4	mai	s	120	417	15223	12778	0	28001,0304	28418	10	72
4	tes	c	0	4417	9278	556	0	9833,6952	14251	9	74
4	tes	c	30	5139	7222	972	0	8194,746	13334	3	75
4	tes	c	60	2417	12362	3889	0	16250,598	18667	10	67
4	tes	c	90	3945	3195	0	0	3194,562	7139	0	49
4	tes	c	120	2222	4167	0	0	4166,82	6389	120	40
4	tes	s	0	6389	1722	0	0	1722,2856	8111	3	60
4	tes	s	30	3583	3195	972	0	4166,82	7750	3	66
4	tes	s	60	3556	10834	0	0	10833,732	14389	1	70
4	tes	s	90	2083	5834	667	0	6500,2392	8584	0	44
4	tes	s	120	1528	2611	639	0	3250,1196	4778	0	27

ANEXO 4: ANALISIS ESTADÍSTICO DEL RENDIMIENTO TOTAL DE CERDILLA (KG/HA)

General Linear Models Procedure

Class	Levels	Values
B	4	1 2 3 4
AV	5	cau mai mc moh tes
AB	2	c s
NIT	5	0 30 60 90 120

\*Number of observations in data set = 200

Dependent Variable: TOTAL

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	48	1.2197E+10	2.5410E+08	6.84	0.0001
Error	151	9.6074E+09	3.7135E+07		
Corrected Total	199	1.2804E+10			

P-Square 0.685050      C.V. 30.15405      Root MSE 6093.86      TOTAL Mean 20209.1

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	3	4751983826	1583994609	42.65	0.0001
AV	4	1891310784	472827696	12.73	0.0001
NIT	4	3153003725	788250931	21.23	0.0001
AB	1	96657827	96657827	2.60	0.1088
AV*NIT	16	770603776	48162736	1.30	0.2058
AV*AB	4	101586545	25396636	0.68	0.6042
AB*NIT	4	47993760	11998440	0.32	0.8622
B*AV	12	1383588628	115299052	3.10	0.0006

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	3	4751983826	1583994609	42.65	0.0001
AV	4	1891310784	472827696	12.73	0.0001
NIT	4	3153003725	788250931	21.23	0.0001
AB	1	96657827	96657827	2.60	0.1088
AV*NIT	16	770603776	48162736	1.30	0.2058
AV*AB	4	101586545	25396636	0.68	0.6042
AB*NIT	4	47993760	11998440	0.32	0.8622
B*AV	12	1383588628	115299052	3.10	0.0006

Tests of Hypotheses using the Type III MS for B\*AV as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AV	4	1891310784	472827696	4.10	0.0254

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

Alpha= 0.05 df= 151 MSE= 37135180

Critical Value of T= 1.98

Least Significant Difference= 2692.3

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	AV
A	24600	40	mai
A			
A	23069	40	mc
B	18934	40	cau
B			
B	17637	40	moh
B			
B	16806	40	tes

General Linear Models Procedure

T tests (LSD) for variable: TOTAL

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

Alpha= 0.05 df= 151 MSE= 37135180

Critical Value of T= 1.98

Least Significant Difference= 1702.7

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	AB
A	20904.3	100	c
A			
A	19513.9	100	s

Alpha= 0.05 df= 151 MSE= 37135180  
 Critical Value of T= 1.98  
 Least Significant Difference= 2692.3  
 Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	NIT
A	23592	40	120
A	23284	40	60
A	22149	40	90
B	19085	40	30
C	12936	40	0

Level of AV	Level of NIT	N	-----TOTAL----- Mean	SD
cau	0	8	9975.8750	4079.4188
cau	30	8	17542.0000	6625.4344
cau	60	8	21857.7500	9423.1733
cau	90	8	20677.1250	16481.0973
cau	120	8	24617.5000	5183.5296
mai	0	8	17101.1250	3691.9551
mai	30	8	22906.2500	2986.9934
mai	60	8	27555.7500	10425.6305
mai	90	8	25194.6250	8469.1386
mai	120	8	30239.8750	5157.5545
mc	0	8	13809.3750	2892.3391
mc	30	8	20085.8750	2444.6454
mc	60	8	25413.1250	8382.5358
mc	90	8	26080.2500	7789.4261
mc	120	8	29958.5000	7811.3797
moh	0	8	11121.8750	3802.9971
moh	30	8	16236.0000	5118.2762
moh	60	8	21583.6250	7398.5151
moh	90	8	20632.0000	9898.7410
moh	120	8	18611.1250	13381.1129
tes	0	8	12670.2500	3379.4269
tes	30	8	18656.3750	9660.3040
tes	60	8	20010.5000	9631.2940
tes	90	8	18159.7500	12017.1680
tes	120	8	14531.2500	10709.2773

Level of AV	Level of AB	N	-----TOTAL----- Mean	SD
cau	c	20	19050.3000	9191.5528
cau	s	20	18817.8000	11556.8544
mai	c	20	24826.5500	7703.0740
mai	s	20	24372.5000	8199.9411
mc	c	20	23802.9000	8289.9439
mc	s	20	22335.9500	8492.0749
moh	c	20	17977.7500	6078.1545
moh	s	20	17296.1000	11377.9833
tes	c	20	18864.0000	8948.4472
tes	s	20	14747.2500	9754.2751

Level of AB	Level of NIT	N	-----TOTAL----- Mean	SD
c	0	20	13914.2000	3617.8204
c	30	20	20375.1500	5303.1181
c	60	20	24211.2000	8854.9873
c	90	20	22508.5000	9694.2844
c	120	20	23512.4500	9214.5112
s	0	20	11957.2000	4625.7064
s	30	20	17795.4500	6718.3373
s	60	20	22357.1000	9431.1725
s	90	20	21789.0000	12763.2210
s	120	20	23670.8500	12108.2764

ANEXO 5: ANALISIS ESTADISTICO DEL RENDIMIENTO COMERCIAL DE GBFOLLA (KG-HA)

General Linear Models Procedure  
Class Level Information

Class	Levels	Values
B	4	1 2 3 4
AV	5	cau mai mc moh tes
AB	2	c s
NIT	5	0 30 60 90 120

Number of observations in data set = 200

Dependent Variable: RENDIMIENTO COMERCIAL

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	48	1.5520E+10	3.2333E+08	7.32	0.0001
Error	151	6.6702E+09	4.4174E+07		
Corrected Total	199	2.2190E+10			
	R-Square	C.V.	Root MSE	COMERCIAL Mean	
	0.699404	37.69289	6646.33	17632.9	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	3	5143598930	1714532977	38.81	0.0001
AV	4	2580463565	645115891	14.60	0.0001
NIT	4	5055795133	1263948783	28.61	0.0001
AB	1	117221016	117221016	2.65	0.1054
AV*NIT	16	821158130	51322383	1.16	0.3050
AV*AB	4	128493937	32123484	0.73	0.5747
AB*NIT	4	63691433	15922858	0.36	0.8364
B*AV	12	1609335362	134111280	3.04	0.0008

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	3	5143598930	1714532977	38.81	0.0001
AV	4	2580463565	645115891	14.60	0.0001
NIT	4	5055795133	1263948783	28.61	0.0001
AB	1	117221016	117221016	2.65	0.1054
AV*NIT	16	821158130	51322383	1.16	0.3050
AV*AB	4	128493937	32123484	0.73	0.5747
AB*NIT	4	63691433	15922858	0.36	0.8364
B*AV	12	1609335362	134111280	3.04	0.0008

Tests of Hypotheses using the Type III MS for B\*AV as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AV	4	2580463565	645115891	4.81	0.0151

General Linear Models Procedure

T tests (LSD) for variable: Rend.Comercial

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

Alpha= 0.05 df= 151 MSE= 44173728

Critical Value of T= 1.99

Least Significant Difference= 2936.4

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	AV
A	22861	40	mai
A			
A	20922	40	mc
B			
B	15961	40	cau
B			
B	14469	40	moh
B			
B	13951	40	tes

General Linear Models Procedure  
 T tests (LSD) for variable: Rend. Comercial

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

Alpha= 0.05 df= 151 MSE= 44173728  
 \* Critical Value of T= 1.98  
 Least Significant Difference= 2936.4

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	NIT
A	21983	40	120
A			
A	21348	40	60
A			
A	20210	40	90
B	16210	40	30
C	8413	40	0

General Linear Models Procedure

T tests (LSD) for variable: Rend. Comercial

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

Alpha= 0.05 df= 151 MSE= 44173728  
 Critical Value of T= 1.98

Least Significant Difference= 1857.1

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	AB
A	18398.4	100	c
A			
A	16867.3	100	s

Level of AV	Level of NIT	N	-----COMERCIAL-----	
			Mean	SD
cau	0	8	5093.6250	3705.7435
cau	30	8	13889.1250	7200.1211
cau	60	8	19555.5000	10235.9527
cau	90	8	18684.0000	17245.8828
cau	120	8	22582.7500	5868.6238
mai	0	8	14038.6250	4949.1469
mai	30	8	20611.1250	3313.0827
mai	60	8	26566.2500	10923.2912
mai	90	8	23830.1250	9262.5559
mai	120	8	29260.6250	5715.0862
mc	0	8	9156.3750	3484.0059
mc	30	8	17788.1250	2741.8009
mc	60	8	23941.1250	9275.2284
mc	90	8	24583.5000	8412.7575
mc	120	8	29138.8750	8234.2290
moh	0	8	6159.8750	4486.1681
moh	30	8	12885.3750	5008.9884
moh	60	8	18962.1250	7660.6479
moh	90	8	18090.2500	10527.5094
moh	120	8	16246.6250	14315.0572
tes	0	8	7618.1250	3940.9030
tes	30	8	15875.0000	10588.8894
tes	60	8	17715.3750	10801.8965
tes	90	8	15861.3750	12742.4187
tes	120	8	12687.5000	10757.4278

Level of AB	Level of NIT	N	-----COMERCIAL-----	
			Mean	SD
c	0	20	9554.3500	4482.3427
c	30	20	17582.0000	6123.9094
c	60	20	22461.2500	9574.3745
c	90	20	20508.5000	10607.7214
c	120	20	21886.0500	9774.9350
s	0	20	7272.3000	5427.7571
s	30	20	14837.5000	7153.5183
s	60	20	20234.9000	18401.4214
s	90	20	19911.2000	13401.7223
s	120	20	22080.5000	12904.0122

Level of AV	Level of AB	N	-----COMERCIAL-----	
			Mean	SD
cau	e	20	16100.1000	10264.7704
cau	s	20	15821.9000	12576.8266
mai	e	20	23047.4500	8676.6009
mai	s	20	22675.2500	9145.3234
mc	e	20	21933.4000	9540.9868
mc	s	20	19909.8000	9855.8812
moh	e	20	14723.6000	6695.1491
moh	s	20	14214.1000	12454.9088
tes	e	20	16187.6000	9894.8332
tes	s	20	11715.3500	10519.4702