



**Universidad de la República
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EFFECTO DE DOS MATERIALES
ORGANICOS Y TRES DOSIS DE
NITROGENO SOBRE LA PRODUCCION
DE FRUTILLA**

por

**Ana Lucía ILARDIA ELHORDOY
Fabrizio Omar MEIRELLES PARODI**

T E S I S

1998

MONTEVIDEO

URUGUAY

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**EFFECTO DE DOS MATERIALES ORGANICOS Y TRES DOSIS DE
NITROGENO SOBRE LA PRODUCCION DE FRUTILLA**

por

**Ana Lucía ILARDIA ELHORDOY
Fabrizio Omar MEIRELLES PARODI**

FACULTAD DE AGRONOMIA

BIBLIOTECA

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.
(Orientación: Producción Vegetal
Intensiva)

**MONTEVIDEO
URUGUAY
1998**

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	IV
 1. <u>INTRODUCCION</u>	 1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
2.1. <u>MATERIA ORGANICA</u>	2
2.1.1. <u>Funciones de la materia orgánica en el suelo</u>	2
2.1.2. <u>Efecto de la materia orgánica en las propiedades físicas</u>	3
2.1.3. <u>Estabilización de agregados</u>	3
2.1.3.1. Productos de la síntesis.....	3
2.1.3.2. Productos de la descomposición	3
2.1.3.3. Tejidos microbianos	4
2.2. <u>ESTIERCOL</u>	6
2.2.1. <u>Edad</u>	6
2.2.2. <u>Dieta</u>	6
2.2.3. <u>Material acompañante</u>	6
2.2.4. <u>Almacenamiento del estiércol</u>	6
2.3. <u>ABONO VERDE</u>	7
2.3.1. <u>Definición</u>	7
2.3.2. <u>Efectos y cambios que provocan en el suelo</u>	7
2.3.2.1. Efectos físicos.....	7
2.3.2.2. Cambios biológicos	8
2.3.2.3. Cambios químicos	8
2.3.2.4. Efecto en los niveles de materia orgánica del suelo.....	8
2.3.3. <u>Importancia de la relación carbono/nitrógeno de la cobertura verde</u>	8
2.4. <u>NITROGENO</u>	12
2.4.1. <u>Influencia del nitrógeno en el cultivo de frutilla</u>	12
2.4.2. <u>Efecto de la dosis de nitrógeno en el comportamiento productivo de la frutilla</u>	12
2.4.3. <u>Aspectos a tener en cuenta para la toma de decisiones en la fertilización nitrogenada para el cultivo de frutilla</u>	14
 3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	 16
3.1. <u>UBICACIÓN – AÑO</u>	16
3.1.1. <u>Suelo</u>	16
3.2. <u>DISEÑO DEL EXPERIMENTO</u>	17
3.2.1. <u>Parcelas principales</u>	19
3.2.1.1. Cobertura verde	19
3.2.1.2. Estiércol	19
3.2.1.3. Estiércol más cobertura verde	19
3.2.2. <u>Subparcelas</u>	20

3.3. EVALUACIONES REALIZADAS	21
3.4. MODELO Y ANALISIS ESTADISTICO	21
3.5.MANEJO GENERAL DEL CULTIVO	22
3.5.1. <u>Preparación del suelo y encanterado</u>	22
3.5.2. <u>Colocación del riego y mulch</u>	22
3.5.3. <u>Material Vegetal</u>	22
3.5.4. <u>Transplante</u>	22
3.5.5. <u>Control de heladas</u>	22
3.5.6. <u>Riego</u>	23
3.5.7. <u>Sanidad</u>	23
3.5.8. <u>Cosecha</u>	23
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	24
4.1. EFECTO DE LOS AGREGADOS DE MATERIA ORGANICA	24
4.2. EFECTO DE LAS DOSIS DE NITROGENO	25
4.3. ANALISIS DE LAS INTERACCIONES	29
5. <u>CONCLUSIONES</u>	39
6. <u>RESUMEN</u>	40
7. <u>SUMMARY</u>	41
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	42
9. <u>ANEXOS</u>	44

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Héctor Genta

Ing. Agr. José Zamalvide

Fecha:

Autor:

Lucía ILARDÍA ELORDOY

Fabrizio MEIRELLES PARODI

AGRADECIMIENTOS

- A los **Ingenieros Agrónomos Héctor Genta y José Zamalvide** por el apoyo y conducción brindada a lo largo de toda la tesis.
- A **Carlos Barros** por ayudarnos a lo largo de todo el trabajo de campo y estar siempre dispuesto a responder y /o solucionarnos cualquier duda o problema.
- Al **Personal de Horticultura de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía San Antonio** por su invalorable ayuda a lo largo de todo el trabajo de campo.
- A **todas las personas** que de una u otra manera hicieron posible la realización de esta tesis.

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Gráficas	Página
1. Horizonte superficial de un mismo suelo en diversos casos	4
2. Evaluación de una relación carbono/nitrógeno alta con el tiempo	10
3. Velocidad de descomposición de las diversas fracciones de una raíz de leguminosa	10
4. Rendimiento total de fruta para las interacciones de los manejos de suelo con las dosis de nitrógeno	30
5. Rendimiento total de fruta comercial para las interacciones de los manejos de suelo con las dosis de nitrógeno	31
6. Rendimiento total de fruta de categoría primera para las interacciones de los manejos de suelo con las dosis de nitrógeno	32
7. Rendimiento comercial mensual para el manejo de suelo Estiércol	34
8. Rendimiento comercial mensual para el manejo de suelo cobertura verde	35
9. Rendimiento comercial mensual para el manejo de suelo Estiércol + cobertura verde	35
 Cuadro N°	
1. Relación entre contenido de materia orgánica y retención de agua	5
2. Composición química aproximada de los organismos vegetales (% en BS)	11
3. Relaciones carbono/nitrógeno de algunos restos orgánicos	11
4. Temperatura media, mínima y máxima, mensual; y diferencia con la serie histórica respectiva	16
5. Análisis de suelo	17
6. Distribuciones mensuales de nitrógeno y potasio de acuerdo a la curva estimada de producción para las distintas dosis de nitrógeno	20
7. Rendimiento total (tt/há) de fruta de primera, segunda, comercial y total	24
8. Rendimiento mensual de fruta comercial (tt/há)	24
9. Rendimiento (tt/há) de fruta de primera, segunda, comercial y total	25
10. Peso promedio de fruta de categoría 1 y 2	26
11. Rendimiento mensual de fruta comercial (tt/há)	27
12. Número de fruta comercial mensual (decenas de miles/há)	28
13. Peso promedio de fruta comercial (gramos)	28
14. Rendimiento total de fruta (tt/há)	29
15. Rendimiento de fruta comercial total (tt/há)	30
16. Rendimiento de fruta de categoría 1 y categoría 2 (tt/há)	31
17. Rendimiento comercial mensual (tt/há)	33
18. Número de fruta comercial mensual (decenas de miles/há)	36
19. Peso promedio de fruta de categoría 1 y 2 (gramos)	37
20. Peso promedio de fruta comercial mensual (gramos)	38

1. INTRODUCCION

En los suelos arenosos de Salto, es donde se desarrolla la mayor parte de la horticultura de primor de este departamento. Dichos suelos están sometidos a un uso muy intensivo y tienen bajos tenores de materia orgánica (entre 0.2 y 0.7%). Por lo antes mencionado, es imprescindible el aporte de materia orgánica para sustentar la producción a través de los años.

El material orgánico más utilizado en la zona es el "mantillo de bosque", que es una mezcla de estiércol vacuno y ovino, con hojas, ramas y cáscara de Eucalyptus con distinto grado de descomposición y algo de tierra. Es recolectado debajo de los montes de abrigo. Generalmente constituye un material viejo, con alto nivel de descomposición y sometido a altas pérdidas de nutrientes por las lluvias.

Otra forma de aporte de materia orgánica, que aún prácticamente no se utiliza en la zona, es la cobertura verde. Este surge como un posible sustituto del mantillo de bosque, teniendo en cuenta que cada vez resulta más difícil y costoso el conseguir mantillo de buena calidad. Además el abono verde es sencillo de realizar e insume pocos gastos en mano de obra al productor.

También se ha utilizado compost de diferentes orígenes como aporte de materia orgánica, pero sólo a nivel experimental.

El cultivo elegido para este trabajo fue la frutilla, dada su importancia económica para la zona. Además este cultivo permite, por los meses en que se desarrolla su ciclo (de abril a diciembre), utilizar cobertura verde como aporte de materia orgánica cultivándolo de enero a marzo. Otra razón para la elección de este cultivo es la respuesta que tiene al agregado de materia orgánica, dado que se cultiva principalmente en suelos arenosos (para ser de primor).

La variedad utilizada fue Oso Grande, dado que presenta características de interés para la zona, principalmente su precocidad y gran tamaño de fruta.

El objetivo de este trabajo es estudiar como influyen en el rendimiento, los efectos simples y las interacciones de los diferentes materiales orgánicos utilizados con las distintas dosis de nitrógeno, con el fin de poder ajustar el manejo productivo más adecuado para esta variedad.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. MATERIA ORGANICA

Se conoce como materia orgánica del suelo, al conjunto de residuos vegetales y animales de toda clase, en diferente grado de descomposición y transformación por acción de los microorganismos que a su vez se integran en dicho conjunto (Domínguez,1993).

La descomposición de los restos vegetales y animales en el suelo, se da por diferentes tipos de microorganismos y diversos agentes de la flora edáfica. En este proceso, parte del carbono es incorporado por los microorganismos, parte es convertido en humus, y otro es liberado a la atmósfera como CO₂. El humus es la fracción de la materia orgánica del suelo, relativamente resistente a la degradación (Thompson et.al,1978; Silva,1986).

Según Thompson, la mayoría de los suelos agrícolas tienen entre 1% y 6% de materia orgánica.

La calidad y cantidad de materia orgánica de los suelos está determinada por la actividad de los microorganismos y por la cantidad y calidad de los restos. A su vez, la actividad microbiana está influenciada por la humedad, temperatura, pH, aereación del suelo, suministro de energía y alimento.

La materia orgánica se descompone en suelos tropicales y subtropicales húmedos con gran rapidez (1 a 2 Kg/año/m²)(Gómez,1978).

La reducción del porcentaje de materia orgánica perjudica física y químicamente al suelo, redundando esto en una baja en la producción. Por consiguiente, la adición de materia orgánica es muy necesaria (Gómez,1978). Debido a esto, existe una demanda creciente de materiales orgánicos a aplicar al suelo para mejorar las propiedades físicas. Esto se da principalmente en producciones muy intensivas, donde la superficie es pequeña para las rotaciones y/o varios años de pastura, donde hubo excesivo laboreo, y donde los residuos del cultivo son escasos.

2.1.1. Funciones de la materia orgánica en el suelo

La materia orgánica favorece la actividad microbiana, mejora la estructura del suelo, la aereación, permeabilidad al agua, la capacidad de conservar la humedad y el intercambio de aire con la atmósfera. Tiene un efecto regulador de la temperatura del suelo, retarda la fijación de los ácidos fosfóricos minerales y forma productos orgánicos de la descomposición que ayudan al desarrollo de las plantas. También es una fuente de liberación lenta y uniforme de nitrógeno y otros nutrientes, teniendo influencias benéficas en la cantidad de proteína vegetal (Gómez,1978).

El mismo autor, indica que la materia orgánica interviene en la cohesión de las partículas finas.

Los coloides orgánicos (del humus) y los inorgánicos (arcilla), se asocian íntimamente, mostrando una estrecha relación con las propiedades físico-químicas del suelo.

La materia orgánica tiene funciones químicas importantes:

- fuente de nitrógeno y otros nutrientes
- alta capacidad de intercambio de bases por las sustancias húmicas
- retención por los coloides orgánicos de Ca, Mg y K adicionados al

suelo, y posterior liberación gradual.

2.1.2. Efecto de la materia orgánica en las propiedades físicas

Los efectos de la materia orgánica son complejos porque están influenciados por la naturaleza de los materiales agregados, de la propia materia orgánica y del suelo.

La materia orgánica mejora la estructura, formando agregados "migajosos" muy estables. Como consecuencia de esto, mejora la aireación, permeabilidad, y capacidad de reserva de agua (Domínguez,1993).

2.1.3. Estabilización de agregados

Los productos de la descomposición de plantas y residuos de animales, son responsables de la estabilización de agregados del suelo.

Hay una correlación positiva entre suelos con alto contenido de materia orgánica y la estabilidad de los agregados (Doyle y Hamlyn, 1960; Harris et. al,1966, citados por Mc Rae et. al,1985).

Baver et.al (1972), demostraron que la agregación está correlacionada positivamente con los contenidos de arcilla y materia orgánica. La correlación con la cantidad de materia orgánica es mayor cuanto menor es el contenido de arcilla.

Según Ruks et.al (1992), los elementos orgánicos capaces de producir uniones de partículas (agregados) son los productos de la síntesis producida por los microorganismos, los productos de la descomposición que efectúan de los restos orgánicos y sus propios tejidos.

2.1.3.1. Productos de la síntesis

Como productos principales se consideran a los polisacáridos que se producen en gran cantidad y rápidamente cuando los deshechos vegetales son degradados por la microbiología del suelo. Sin embargo son considerados productos transitorios en el ciclo de la materia orgánica, porque con la misma velocidad que son producidos, también son degradados.

Los polisacáridos son adsorbidos en las superficies de las arcillas, mediante puentes de hidrógeno; fuerzas de Van der Waals y cationes intercambiables que actúan como puentes.

2.1.3.2. Productos de descomposición

Los ácidos húmicos son productos muy estables de la descomposición biológica de la materia orgánica. Son mezclas de polímeros de alto peso molecular, y este peso crece con el grado de polimerización (ácidos fúlvicos < ácidos húmicos pardos < ácidos húmicos grises).

La unidad básica es un núcleo aromático (fenólico o quinónico), al que se unen cadenas alifáticas (polisacáridos y péptidos).

La importancia de las cadenas alifáticas y núcleos aromáticos varía también en estos compuestos. En los ácidos fúlvicos la importancia de las cadenas alifáticas es mayor.

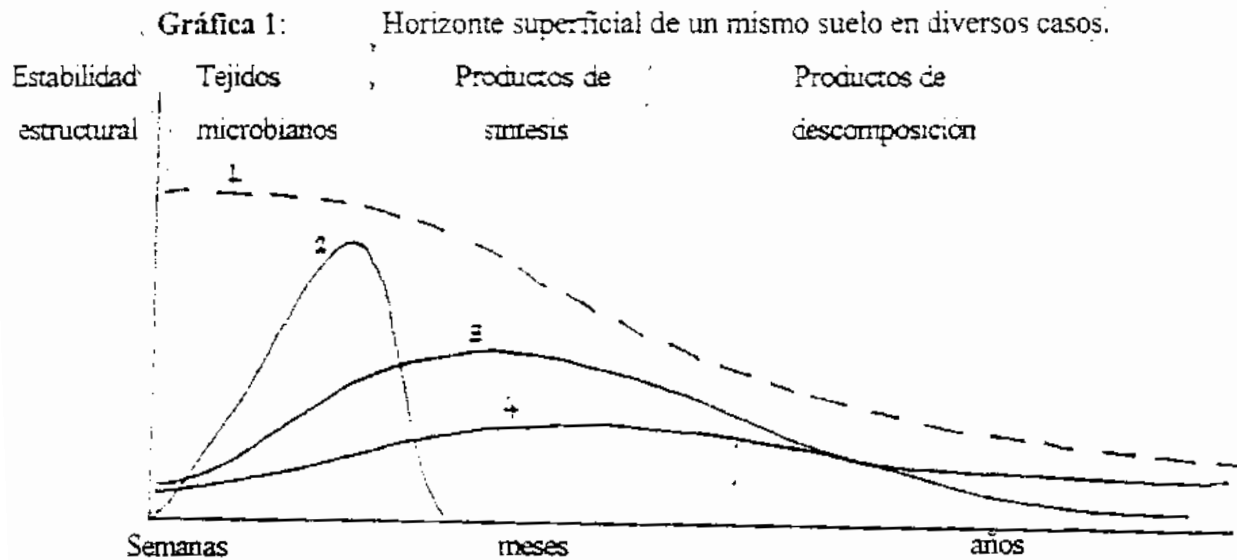
Se producen complejos muy estables entre los compuestos orgánicos y la fracción arcilla. Para que se produzca la unión es fundamental la existencia de deshidratación (estación seca).

Los ácidos húmicos y los polisacáridos mencionados como productos de la síntesis ocuparían el lugar del agua en las intercapas.

2.1.3.3. Tejidos microbianos

Aparte del efecto directo que producen en la estructura por medio de los productos de sus actividades de síntesis y descomposición, provocan agregación de materiales por acción de sus propios tejidos. Por ejemplo los hongos, cuyos micelios forman una red alrededor de las partículas del suelo, uniéndolas.

A continuación se presenta el efecto de la materia orgánica en la agregación.



Tiempo desde la incorporación

Fuente: Monnier, 1965, citado por Ruck et al (1992).

Referencias:

- curvas 2, 3, 4: Se incorporan a un suelo totalmente desagregado:
 - 2- Abono verde con baja relación C/N
 - 3- Paja de trigo con alta relación C/N
 - 4- Estiércol fermentado
- curva 1: Se trata del mismo suelo que las otras curvas. Al principio se encontraba desde

- hacía años bajo vegetación de pradera y fue arado y puesto en cultivo intensivo, sin agregados de materia orgánica.

La agregación en las primeras semanas se debe a los cuerpos microbianos. El abono verde fácilmente descomponible muestra un máximo muy pronunciado durante la acción intensa de su fermentación, cosa que no pasó con la paja de trigo donde su fermentación no fue tan intensa y produjo un incremento menor de la población microbiana.

El estiércol ya ha sido fermentado antes de incorporarse al suelo, por lo que su efecto se manifiesta, a través de los productos de síntesis que ya posee al ingresar al suelo, y los de su descomposición en el tiempo.

En el caso de suelo bajo pradera que se pone en cultivo, hay un deterioro de la estructura debido a las labores.

- ✓ Disminución del aporte de residuos orgánicos al suelo bajo cultivo en relación al suelo bajo pasturas.
- ✓ Menor efecto de crecimiento de raíces.
- ✓ Destrucción mecánica de agregados por maquinaria y pisoteo.
- ✓ Disminución relativa de la protección de la parte aérea de las plantas contra el efecto destructivo de la estructura, que provoca la lluvia.

Según Mc Rae y Mehuys (1985), la adición de materia orgánica al suelo disminuye automáticamente la densidad de esa zona dado que el material agregado es de densidad más baja que la matriz del suelo.

La materia orgánica no afecta directamente todos los parámetros físicos. La estabilidad de agregados y disminución de la densidad son los parámetros con mayor posibilidad de ser afectados. Mejoras en estos parámetros podría conducir a mejoras en el movimiento o retención de agua.

En el siguiente cuadro se muestra la relación entre el contenido de materia orgánica y la retención de agua, para un Spodosol de Florida (0-5cm).

Cuadro 1: Relación entre contenido de materia orgánica y retención de agua

COBERTURA VEGETAL	M.O (%)	AGUA DISPONIBLE (mm/10cm)
Bosque	1.72	10.36
Gramíneas	3.93	15.10
Gramíneas y leg.	7.67	24.40

Fuente: Silva y Hammond, 1986. Citado por Silva (1986).

En cuanto al movimiento del agua, la materia orgánica tiene un fuerte efecto en la infiltración del agua dentro del suelo. Wischmeier y Mannering (1956) citados por Mc Rae et. al (1985), encontraron que la materia orgánica era la variable que mejor correlacionaba con el incremento en la infiltración. Diferencias texturales tenían una pequeña influencia.

Los mismo autores consideraron que en algunos suelos arenosos, un decrecimiento en la infiltración es conveniente, y la materia orgánica podría jugar un importante rol.

2.2. ESTIERCOL

Según Malavolta (1970), como simple fuente de nutrientes, el estiércol puede ser sustituido con ventaja económica por los abonos minerales, pero, los efectos indirectos de que el estiércol es capaz, en vista de su alto tenor de materia orgánica, no pueden ser producidos por los fertilizantes que de ella no disponen.

De la misma forma, Selke (1971) indica que los abonos minerales no tienen la misión de reemplazar a los orgánicos sino la de complementarlos, ya que aplicando abonos minerales exclusivamente, no es posible mantener los suelos en el mismo estado de fertilidad, pero tampoco sin el uso de estos abonos pueden alcanzarse rendimientos máximos.

2.2.1. Edad

Las deyecciones de animales adultos es más rica en nutrientes, porque en los jóvenes hay una mayor asimilación de nutrientes.

2.2.2. Dieta

Dietas balanceadas y ricas en nitrógeno, dejan deyecciones más ricas en nutrientes.

2.2.3. Material acompañante

En el norte del país, el estiércol más utilizado es el mantillo de bosque recogido de los dormideros de vacunos y ovinos, debajo de los árboles. Este material se mineraliza, y además está sometido a grandes pérdidas de nutrientes por recibir lluvias durante mucho tiempo. Se encuentra mezclado con hojas y ramas, por lo que es un material muy heterogéneo. Estos materiales acompañantes también tienen diferentes contenidos de nutrientes y muchas veces determinan que se den procesos de inmovilización según su contenido de nitrógeno, relación C/N y lignina. El estiércol con materiales acompañantes ocasionaría una mejora más bien física comparada con el estiércol aplicado solo.

2.2.4. Almacenamiento del estiércol

El estiércol "fresco" o reciente, consta de una parte sólida (55%) y una parte líquida (45%). La fracción líquida se pierde fácilmente por volatilización de nitrógeno como amoníaco o por arrastre con el agua de drenaje.

El estiércol almacenado o "viejo" está constituido por una fracción sólida (sólidos resistentes en un 30% + sólidos lábiles en un 25%). Los sólidos resistentes contienen el nitrógeno que sobrevive al ataque microbiano y están constituidos por sustancias que resistieron el ataque de los jugos gástricos y de las bacterias del animal, y quizá también resistan otro ataque de microorganismos. El estiércol bovino contiene además sustancias como la lignina o similares que se han combinado con proteínas para formar compuestos resistentes.

La mineralización del nitrógeno residual cambia con el tiempo ya sea en un estiércol "fresco" o "viejo" produciéndose en el primer año la mayor parte de la mineralización.

En el estiércol "fresco" se mineraliza aproximadamente un 70% de N (fracción lábil + fracción líquida) y en el estiércol "viejo" se mineraliza un 45% del total de heces (el 25% de 55).

El resto del nitrógeno se va mineralizando a tasas muy bajas durante varios años, y esta tasa va a depender además de las características del material, de las características de suelo y clima.

2.3. ABONOS VERDES

2.3.1. Definición

Se puede definir al abono verde como plantas cultivadas con la finalidad de ser generalmente enterradas en el momento de floración, a fin de enriquecer el suelo con materia orgánica y elementos fertilizantes, sobre todo nitrógeno (Gómez, 1978).

2.3.2. Efectos y cambios que provocan en el suelo

2.3.2.1. Efectos físicos

Mejora la estructura del suelo. Un suelo bien estructurado incluye unión y arreglo entre partículas individuales y formación de agregados muy estables. La estabilidad de agregados frente a los efectos dispersantes del agua es importante para el mantenimiento de una estructura porosa en los suelos arables (Russell, 1980). Esta estructura porosa es la que va a garantizar una buena aereación, penetración y retención de agua, y ausencia de impedimento mecánico para el desarrollo de raíces (Silva, 1986).

Trabajos con suelos arenosos en Nueva Jersey por Benoit et.al (1962) citado por Mc Rae et.al (1985), indicaron que varios años de adición anual, podrían ser necesarios antes de que incrementara la estabilidad de agregados (3 años, en estos estudios). Encontraron además que la incorporación solo en los primeros centímetros, no aumentaban la estabilidad de los agregados.

De Haan (1977) encontró que todos los abonos verdes utilizados en este experimento aplicados anualmente por diez años descendieron la densidad, particularmente en suelos arenosos.

En cuanto a contenido de agua y disponibilidad: Existen sugerencias de que la retención de agua podría ser aumentada en suelos arenosos.

Slingh (1962) y De Haan (1977) citados por Mc Rae et.al (1985), sugirieron que la capacidad total de retención de agua de suelos arenosos, podría ser incrementada por la diversidad de materiales orgánicos.

2.3.2.2. Cambios biológicos

La adición de la cobertura de rastrojo al suelo, aumenta la actividad de microorganismos y animales del suelo, que participan en la descomposición. En esta intervienen las bacterias (en las primeras etapas), hongos y actinomicetes (en etapas posteriores, o maduras), termitas, lombrices,

nemátodos).

(Ghildyal et.al,1951; Alexander,1961; Burgues et.al,1967; Jacks y otros,1955. Citados por Ayanaba,1977).

2.3.2.3. Cambios químicos

Entre los efectos químicos, figuran el aumento del humus y de la CIC.

La adición de material orgánico al suelo, estimula la descomposición tanto de los residuos añadidos como del humus del suelo. Sin embargo, una cierta cantidad de la materia orgánica añadida resiste a la degradación, o sea degrada lentamente, de tal forma que el resultado neto es en general, por lo menos en forma temporal, un aumento del humus.

El material orgánico agregado también suministra elementos fertilizantes. La materia orgánica en proceso de descomposición libera otros nutrientes, incluidas las sales solubles, vitaminas y micronutrientes.

(Alexander,1961. U.S. Plan Nutrition Staff,1965. Citados por Ayanaba et.al, 1977).

También puede existir inmovilización de nutrientes de las plantas, dependiendo de las condiciones que prevalezcan. Como consecuencia de esto, pueden presentarse deficiencia de nutrientes o condiciones tóxicas.

Estos cambios en las propiedades edafológicas mejoran la fertilidad del suelo, y aumentan considerablemente los rendimientos de los cereales, leguminosas de grano y cultivos de tuberosas (FAO. Boletín N°27, 1977).

2.3.2.4. Efecto en los niveles de materia orgánica del suelo

Es generalmente aceptado que los abonos verdes podrían mantener o incrementar la materia orgánica o mantener o incrementar lo niveles de nitrógeno disponible del suelo, pero no ambos al mismo tiempo.

(Pieter et.al, 1938; Allison,1973; Warman,1980. Citados por Mc Rae et.al, 1985).

Algunos no aceptan que los abonos verdes podrían mantener los niveles de materia orgánica del suelo. (Pinck et.al, 1946; Poyser et.al, 1957. Citados por el mismo autor anterior).

2.3.3. Importancia de la relación c/n del abono verde

La evolución de la materia orgánica en el suelo depende de muchos factores:

- ✓ Clima (humedad y temperatura)
- ✓ Características químicas del suelo (pH, acidez y salinidad)
- ✓ Composición química de los residuos vegetales o animales

El último punto es en particular importante. La relación entre el contenido de carbono y nitrógeno de dichos residuos es determinante.

La relación C/N de los microorganismos está comprendida en el rango de 6 a 10.

Los materiales ricos en C como pajas, rastrojos, etc, con relaciones C/N mayores a 30, requieren que los microorganismos para su transformación utilicen el nitrógeno mineral del suelo, para compensar el desequilibrio de estos materiales. Esto produce una inmovilización del nitrógeno del suelo.

Los nutrientes inmovilizados microbiológicamente solo se mineralizan después de la muerte de los microbios.

Los productos con una relación entre 15 y 30 (estiércol, residuos de trébol, etc), tienen un balance relativamente equilibrado, por lo que en su descomposición no se altera el contenido de nitrógeno mineral del suelo.

Aquellos materiales con relación inferior a 15, producen en su descomposición por los microorganismos la liberación de nitrógeno mineral (Domínguez, 1993).

La actividad microbiana se ve influenciada por una serie de factores tales como: humedad, pH, aireación, temperatura, y suministro de energía y alimento.

Períodos de alternancia de humedad y sequía liberan más nitrógeno mineral, que aquellos de humedad continua e igual duración. La causa de este efecto, es debida en parte el incremento en la producción de CO₂ originada por el tratamiento desecante, y posiblemente por la descomposición de algo del protoplasma microbiano producido por los períodos húmedos y muertos por el tratamiento desecante (Allison, 1955. Citado por Ayanaba et.al en FAO, 1977).

La descomposición en suelos calientes inmoviliza más nitrógeno que en suelos tibios, y en suelos ácidos más que en suelos neutros.

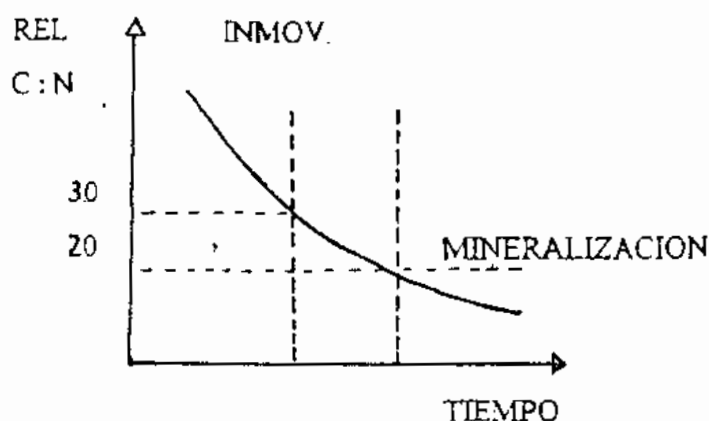
El factor más importante del medio ambiente, es el O₂ presente en el medio, que determina los tipos y concentraciones de nutrientes liberados.

Si la aireación se torna pobre, la tasa de descomposición baja, la población del suelo descende, y una mayor proporción del carbono orgánico que es tomado por los microorganismos es excretado bajo formas de compuestos altamente energéticos y una menor proporción es liberada como CO₂.

La descomposición anaeróbica se traduce sobre todo en la producción de humus, ácidos orgánicos, gases y minerales, mientras que la aeróbica que es más completa, produce CO₂, H₂O, minerales y menos humus (Alexander, 1961; Russell, 1973; Tusneem et.al, 1971. Citados por Ayanaba et.al, 1977).

En general, a medida que la materia orgánica es atacada y descompuesta por los microorganismos, va descendiendo la relación C/N hasta situarse en torno a la relación del humus que es de 10 aproximadamente (Domínguez, 1993; Heinzmann, 1985).

Gráfica 2: Evolución de una relación C/N alta con el tiempo.

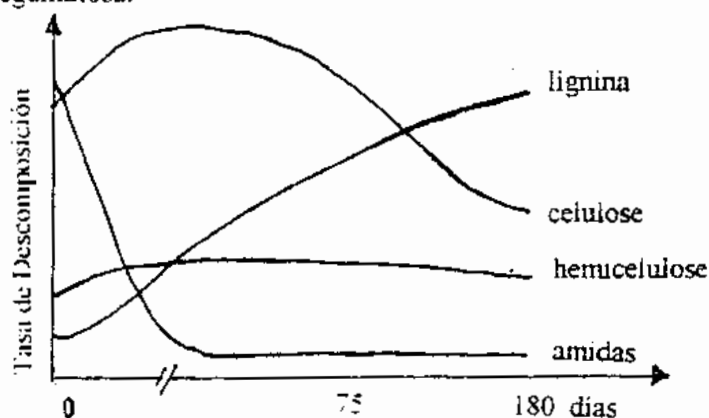


Fuente: Tarchitzky, 1996.

Cuando se incorporan residuos orgánicos al suelo, los constituyentes rápidamente disponibles como azúcares, aminoácidos y proteínas son rápidamente aprovechados.

Compuestos más resistentes como lignina son descompuestos lentamente y tienden a acumularse en el suelo en forma parcialmente descompuesta, que junto con otros compuestos resistentes, formarán a lo largo del tiempo los principales componentes del humus (Muzzilli, 1986).

Gráfica 3: Velocidad de descomposición de las diversas fracciones de una raíz de leguminosa.



Fuente: Kononova, 1961. Citado por Primavesi, 1980.

Según Silva (1986), todos los tejidos vegetales contienen en términos generales los mismos grupos de sustancias: CERAS, GRASAS, RESINAS, PROTEINAS, CHO. LIGNINA, etc, pero la proporción de estos varía con las especies vegetales (gramínea o leguminosa) y con

los diversos momentos del ciclo vegetativo.

Cuadro 2: Composición química aproximada de los organismos vegetales (% en base seca)

	Ceras	Proteínas	Celulosa	Hemicel.	Lignina
Legum.					
Raíces	10-12	10-15	20-25	25-30	10-15
Hojas	-	12-20	15	10-12	5
Gram.					
Raíces	5-12	5-10	25-30	25-30	15-3

Cuadro 3: Relaciones carbono/nitrógeno de algunos restos orgánicos

Leguminosas (15-30cm)	10
Gram. joven (15-20cm)	15-20
Gram. madura	40-60
rastrojo maíz	60
Estiércol	20

Fuente: Kononova, 1982.

El abono verde con leguminosas, no sería ventajoso en la mejora del tenor de materia orgánica del suelo, a pesar de colocar nutrientes prontamente disponibles para las plantas. Esto se debe a que por tener una menor relación C/N que las gramíneas, se descomponen más rápidamente, y los efectos físicos son menos prolongados en el suelo.

Por el contrario, las gramíneas parecen ser más apropiadas para estos efectos por su mayor productividad de materia seca, densidad de plantas, sistema radicular más denso y ramificado (Primavesi, 1980; Bayer, 1973).

El momento de incorporar el abono verde al suelo, es después de la floración, pero antes de que empiece a llenar los granos.

Es importante, realizar un picado previo a los restos, e incorporarlos aproximadamente dos meses antes de la siembra del cultivo principal, ya que puede haber competencia de nitrógeno entre los microorganismos que atacan el material y el cultivo principal.

La cantidad de especies que pueden cultivarse como abono verde es muy grande. Sin

embargo se ve reducida por: el tiempo de crecimiento disponible, el tipo de suelo (que determina posibilidades de laboreo, y el clima (sobre todo precipitaciones) (Kahnt, 1989).

2.4. NITROGENO

El efecto de la dosis de nitrógeno varía en resultados en cuando al comportamiento productivo de la frutilla frente al agregado de diferentes niveles de nitrógeno.

A veces los resultados son muy distintos dependiendo del autor, esto podría ser explicado por condiciones de clima y suelo en que fueron realizados. También por el efecto varietal, así como el largo del ciclo de cosecha, dado que hay regiones que se cosecha durante año y medio y otros por seis meses.

2.4.1. Influencia del nitrógeno en el cultivo de frutilla

La importancia del desarrollo de la planta de frutilla en relación a la producción de fruta es indicada en el trabajo de Morrow y Darrow, Sproat et.al y Long y Murneek. Citados por Kahnt et.al (1989), quienes encontraron correlación del desarrollo de hoja con la producción de flores y fruta.

El nitrógeno sería el mayor factor de influencia en el desarrollo de la planta.

Darrow et.al y Waltman. citados por el mismo autor, obtuvieron un incremento en el número y tamaño de hojas por aplicaciones de nitrógeno.

Los efectos en el crecimiento de raíces fueron notados por Lineberry en Carolina del Norte. Encontró que aplicaciones de otoño de rápida disponibilidad de nitrógeno, producían aproximadamente el doble de crecimiento del sistema radicular en el siguiente invierno.

El crecimiento de todas las partes de la planta de frutilla puede ser estimulado por la aplicación de nitrógeno durante la estación activa de crecimiento. Esto es evidente, a causa del creciente nivel de nitrógeno en fruta durante todo el período de cosecha.

May y Pritts, 1990. Citado por Carrato et.al, señalan que el nitrógeno es esencial durante el crecimiento temprano, la diferenciación de yemas y la floración.

Sin embargo la aplicación en primavera debería ser evitada en muchas situaciones, dado que puede provocar entre otras cosas fruta blanda, maduración tardía, incremento de follaje, reducida circulación de aire e incremento en la presión de enfermedades.

Hay una tendencia al aumento en los requerimientos de nitrógeno, al aumentar los rendimientos en los momentos picos de producción.

La demanda de nitrógeno en frutilla depende del potencial productivo del cultivo.

Hernando y Casado, 1976. Citados por Carrato et.al, estudiaron la respuesta a la fertilización nitrogenada en plantaciones de invierno de frutilla variedad Tioga. Observaron que la respuesta al nitrógeno fue positiva y además encontraron que cuando se aplican dosis más altas de K, fue requerida una dosis mayor de nitrógeno para obtener el rendimiento más alto.

2.4.2. Efecto de la dosis de nitrógeno en el comportamiento productivo de la frutilla

LIBRERIA
BIBLIOTECA

Locascio, Myers y Martin, 1977, citados por Carrato et.al, trabajando con la variedad Tioga sobre suelo arenoso fino, encontraron respuesta de frutilla hasta los 135 Kg/há de N. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Locascio y Myers (1976) quienes comparando la aplicación de 94 Kg/há de N y 134 Kg/há de N obtuvieron un rendimiento máximo con las dosis máximas.

Voth, Ulrich y Bringhurst, 1967, citados por Remedi et.al, aplicando dosis entre 0 y 134 Kg/há para todas las variedades utilizadas en su ensayo, observaron incrementos de rendimiento.

Pero cuando se aumentó la dosis a 402 Kg/há de N, solamente la variedad Solana dio una producción significativamente más alta.

Los autores explican la diferencia entre variedades por la capacidad diferencial para tomar el N. Welch y Quick,(1981) indican que esta capacidad estaría dada por el sistema radicular, ya que hay variedades que tienen un sistema radicular menor, por lo tanto tienen menor capacidad de explorar y remover el N del suelo, por lo tanto necesitan más nitrógeno.

Albergt y Howard (1986).Citados por Remedi et.al, obtuvieron respuesta hasta los 224 Kg/há de N. Dichos autores trabajando con cultivares Doven y Tufts, utilizando dosis de 0, 112 y 224 Kg/há de N, encontraron que el incremento de las dosis aumentó los rendimientos de fruta, el número de fruta, el N foliar, el tamaño de planta y el color del follaje.

Estudiando el efecto de dosis, fraccionamiento y fuente de N sobre rendimiento y calidad de la frutilla para la variedad Cruz, Buenahora en 1990 en la zona de Bella Unión utilizó dosis de 150 a 250 Kg/há de N. Constató que el aumento de la dosis bajó significativamente el rendimiento comercial. Además la dosis más alta tuvo un ataque de antracnosis, el cual afectó en forma negativa el número de plantas vivas por parcela.

Voth,et.al (1961) estudiaron el comportamiento de la variedad Lassen y Solana frente al agregado de N. Para dichas variedades se obtuvo un aumento de rendimiento hasta los 168 Kg/há de N. El aumento de 168 a 336 Kg/há de N no produjo un aumento significativo del rendimiento. El peso promedio de fruta de las plantas fertilizadas fue aproximadamente igual al de las plantas del tratamiento sin N. Estos autores encontraron también ciertas diferencias varietales con respecto a la habilidad para utilizar el N.

Albregts y Howard (1981) citados por Remedi et.al, trabajando en un suelo arenoso aplicaron Osmocote (16-2.2-13.3) a dosis que aportaban 112, 168, y 224 Kg/há de N, obtuvieron que el rendimiento total, peso de fruta, tamaño de planta y color del follaje no fueron diferentes entre las dosis.

Según Remedi, la cantidad de N a agregar al cultivo de frutilla de la var. Chandler, sería del orden de las 150 a 200 unidades de N/há, siendo a partir del mes de octubre la mayor demanda del cultivo.

Incremento en la dosis de N por encima de 75 kg/há. en experimentos con la variedad Aiko, no incrementó significativamente los rendimientos, ni el N en hojas, estolones o en frutas.

Gran número de ensayos con dosis nitrogenadas indican que Aiko necesita de 20 a 30 % más de N que Tioga para producir cerca del máximo rendimiento.

Esto se explica por el hábito aéreo semienano, y al pequeño sistema radicular que presenta, limitándola en la exploración radicular (Jahn et.al, 1958).

Welch y Quick (1981), en un experimento de 4 años, con las variedades Tioga y Aiko, no obtuvieron respuesta en el rendimiento por encima de 168 Kg/há de N.

Verich, Mostafa y Allen (1980) citados por Carrato et.al, en California para la variedad Shasta comparando el efecto de dosis de N, y efecto de aplicación del mismo, no obtuvieron respuesta más allá de los 134 Kg/há de N.

En Chile, Razeto (1973), mencionado por Opazo (1976), recomienda una dosis total entre 80 y 150 Kg/há de N, dependiendo de las condiciones de suelo; enfatiza que no se debería aplicar más de 40 a 50 Kg/há de N en cada refertilización.

Human y Kotze (1989). Citado por Carrato et.al, trabajaron con la variedad Selekt, comprobaron un aumento en la producción, al incrementar la dosis de N aplicado de 54.75 a 73 Kg/há.

Genta, indica que a nivel experimental, en la zona noroeste, la respuesta a la aplicación de N varió entre 100 y 150 Kg/há de N. Estos resultados se obtuvieron para cultivos con aportes de estiércol antes del transplante, y con niveles de rendimiento de entre 30 y 50 toneladas/há. Las mayores respuestas corresponden a experimentos con los más altos rendimientos.

Carrato y Hackembruch (1997) concluyeron que no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento comercial con diferentes dosis (100, 150 y 200 Kg/há de N) estudiadas. La dosis de 100 Kg, fue suficiente para lograr la máxima producción obtenida.

Welch et.al (1981) indican que mucho N podría reducir la calidad de fruta, producir un excesivo desarrollo de planta e incrementar el número de estolones. Concluyendo que el exceso de N puede ser tan o más perjudicial que el déficit. Los trastornos más comunes en fruta son: pérdida de firmeza, albinismo, mayor acidéz, menor coloración rojiza, mayor susceptibilidad a enfermedades. A su vez, los niveles excesivos de N pueden causar desarrollo foliar excesivo y en consecuencia menor circulación de aire, mayor ataque de enfermedades, y mayor dificultad en la cosecha (Genta et.al, 1996).

2.4.3. Aspectos a tener en cuenta para la toma de decisiones en la fertilización nitrogenada para el cultivo de frutilla

A continuación se citan criterios a tener en cuenta para un manejo más racional del nitrógeno

- ✓ Evolución mensual de la expectativa de rendimiento
- ✓ Cantidad y calidad de la materia orgánica aplicada
- ✓ Tipo de suelo
- ✓ Se estima que en suelos muy arenosos puede ser necesario aplicar entre 30 y 70% más de N previamente decidido, según cantidad e intensidad de las lluvias, sistema de riego, y eficiencia de uso
- ✓ Historia de la chacra
- ✓ Color y vigor de la planta
- ✓ Calidad de la fruta

✓ Análisis foliar
(Genta et.al,1996).

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN - AÑO

El ensayo se realizó en el predio del Sr. Rúben José Gabrielli, situado en Avda. Libania y Avda. Portugal (Paraje Tropezón). Dpto. de Salto, durante el año 1997.

A continuación se presentan los registros de temperatura para el período durante el cual se realizó el ensayo.

Cuadro 4: Temperatura media, mínima y máxima, mensual; y diferencia con la serie histórica respectiva

MES	T.Media (°C)	DIF.	T.Mínima (°C)	DIF.	T. Máxima (°C)	DIF.
Mayo	16.2	+1.2	10.4	+0.4	23.1	+2.5
Junio	12.6	+0.9	8.3	+1.1	18.0	+0.9
Julio	14.8	+2.8	9.9	+2.6	20.8	+3.5
Agosto	15.4	+2.2	10.0	+2.0	21.9	+2.9
Setiembre	16.2	+1.3	10.2	+1.1	22.8	+2.0
Octubre	19.1	+1.1	13.1	+1.2	24.9	+0.7
Noviembre	22.2	+1.5	17.0	+2.8	27.5	+0.6

Fuente: Dirección Nacional de Meteorología

Referencias:

DIF. diferencia de temperatura, con respecto a la media de una serie de años (1961-1990) para el departamento de Salto.

De la observación del cuadro se desprende que en los meses durante los cuales se desarrolló el cultivo, las temperaturas estuvieron siempre por encima de la serie histórica utilizada como referencia.

3.1.1. Suelo

El suelo corresponde a un Argisol de la unidad Salto, según la clasificación de suelos de la Dirección de Suelos y fertilizantes.

Los suelos dominantes en esta unidad son Argisoles dísticos ócricos/melánicos típicos/abrupticos Ar.

Los asociados son Planosoles éutrico melánicos LAc y Argisoles dísticos

ócricos/melánicos típicos Ar/ArGv.

El ensayo se realizó sobre un suelo tipo Argisol, con un horizonte A FrAr de aproximadamente 40 cm de espesor y con un horizonte Bt, AcAr, que presentaba un espesor de 45 cm.

El suelo utilizado tuvo en los últimos 35 años cultivos hortícolas. Los cultivos que precedieron al ensayo fueron poroto, arveja y cebolla.

Para evaluar la fertilidad del suelo, se efectuó una análisis cuyos resultados se muestran a continuación

Cuadro 5: Análisis de Suelo.

Bloque	M.O (%)	PH en H2O	P Bray I (ppm)	K (meq/100 gr)
I	0.4	6.0	61	0.10
II	0.6	6.0	39	0.09

3.2. DISEÑO DEL EXPERIMENTO

El ensayo constó de tres parcelas principales correspondientes a tres manejos de suelos diferentes (estiércol, cobertura verde, y estiércol más cobertura verde). A su vez, cada parcela principal se dividió en tres subparcelas que correspondieron a dosis distintas de nitrógeno (80 kg/há, 160 kg/há, y 240 kg/há). Se efectuaron dos repeticiones o bloques.

Cada parcela principal constó de 6 canteros de 30 m de largo por 0.90 m de ancho, distanciados entre sí 1.50 m.

A cada subparcela le correspondieron 2 canteros de 30 m de largo, donde se evaluaron los 6 metros centrales de cada uno.

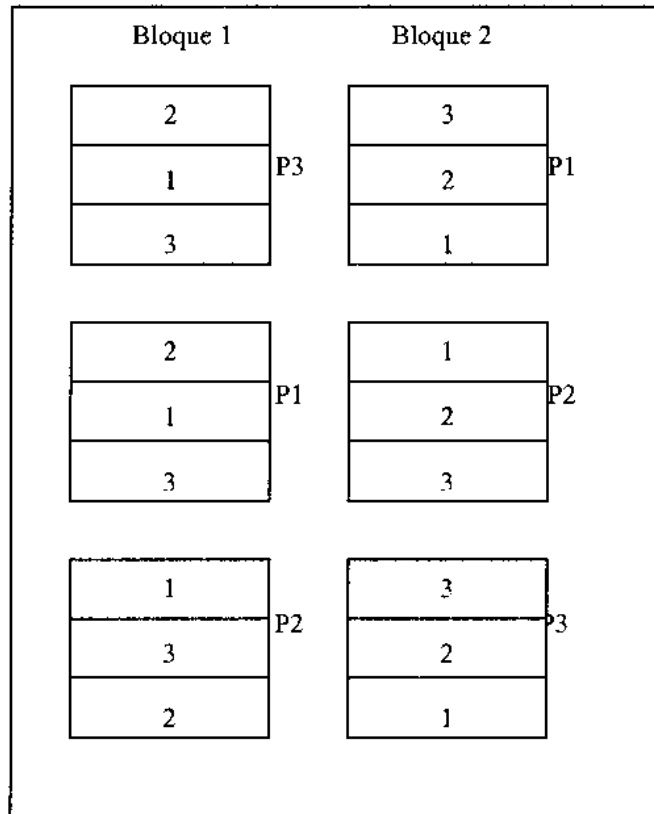
A continuación se presenta el diagrama del ensayo.

DIAGRAMA DEL ENSAYO

N ← S

Avda. Libania

Avda. Portuguesa



REFERENCIAS:

(P): Parcela Principal 1- estiércol 2- cobertura verde (sorgo) 3- estiércol + cobertura	Subparcela Dosis N: Kg/há 1- 80 2- 160 3- 240
---	--

3.2.1. Parcelas principales

3.2.1.1. Cobertura Verde

En las parcelas que correspondían a los tratamientos con incorporación de cobertura verde como enmienda orgánica, se sembró el sorgo híbrido forrajero SX 121.

La fertilización de base fue con urea y superfosfato de Ca, a razón de 100 kg/há y 250 Kg/há respectivamente.

La siembra fue al voleo, el 22 de noviembre de 1996, a una densidad de 20 Kg de semilla por hectárea.

El cultivo se realizó en seco, contó con una sola refertilización a razón de 100 kg/há de urea (12/12/96).

El 18/2/97, cuando la cobertura verde se encontraba en la etapa fenológica de grano lechoso, la cátedra de forrajeras (E.E.F.A.S), realizó las evaluaciones del sorgo, de rendimiento promedio de materia seca (15240 kg/há), de altura promedio (2.0 m) y del número promedio de macollos por metro cuadrado (62).

Tres días más tarde, el 21/2/97 se picó el sorgo en pequeños trozos con una choper. Se incorporó con arado de disco y adicionó 120 Kg/há de urea para favorecer la descomposición.

La fertilización de base para la frutilla, en las parcelas con este manejo de suelos fue la siguiente:

- ✓ 150 kg de KCl/há (90 unidades de K₂O/há).
- ✓ 820 Kg de superfosfato de Ca/há (180 unidades de P₂O₅/há).

La incorporación de estos productos se realizó con una rastra de dientes.

3.2.1.2. Estiércol

El material utilizado fue mantillo de bosque, a razón de 100 m³/há. El 4/5/97 se esparció sobre los canteros y posteriormente se pasó una rastra de dientes. Esta enmienda orgánica además de presentar estiércol ovino y bovino contiene hojas y ramas con diferente grado de descomposición. El estiércol utilizado en el ensayo fue comprado a abastecedores normales. Si bien no se realizaron análisis del contenido de nutrientes, de la observación visual se desprendía que no era un material viejo, y su calidad era buena.

La fertilización de base para el cultivo de frutilla fue 100 m³ de estiércol/há, 150 kg de KCl/há (90 unidades de K₂O/há) y 820 kg de superfosfato de Ca/há (180 unidades de P₂O₅/há).

Los fertilizantes se incorporaron con una rastra de dientes.

3.2.1.3. Estiércol + Cobertura Verde

En estas parcelas se combinaron los dos materiales orgánicos antes citados. Es decir se incorporó la cobertura verde tal cual fue descrito anteriormente, más el agregado de 100 m³/há de estiércol el 4/5/97.

La fertilización de base para el cultivo fue de 150 kg de KCl/há (90 unidades de K₂O/há) y 820 kg de superfosfato de Ca/há (180 unidades de P₂O₅/há). Los fertilizantes se incorporaron de la misma forma que en los manejos anteriores.

3.2.2. Subparcelas

Si bien en el trabajo se habla de dosis de nitrógeno cuando nos referimos a las subparcelas, en realidad son distintas dosis de fertilizantes con una relación constante N:K de 1:1.5.

Las dosis de nitrógeno y potasio correspondientes a cada subparcela fueron de:

80 Kg de nitrógeno/há : 120 kg de K₂O/há

160 kg de nitrógeno/há : 240 kg de K₂O/há y

240 kg de nitrógeno/há : 360 kg de K₂O/há

Las fuentes de fertilizante utilizadas para los tres casos fueron: UREA (46% de nitrógeno) y KNO₃ (13% de nitrógeno).

Los dos productos fueron aplicados totalmente mediante fertirrigación. La frecuencia fue dos veces por semana. El procedimiento consistió en regar por goteo durante 20 minutos, luego inyectar el fertilizante en la línea de riego (durante 15 minutos), y continuar regando.

La distribución de los fertilizantes en los meses se realizó teniendo en cuenta una curva estimada de producción para la variedad Oso Grande. Esta curva se obtuvo de experiencias anteriores realizadas por la cátedra de Horticultura para dicha variedad.

A continuación, en el cuadro se presenta dicha distribución:

Cuadro 6: Distribuciones mensuales de N y K de acuerdo a la curva estimada de producción para las distintas dosis de nitrógeno

MES	% de la producción	TRATAMIENTO NITROGENO (KG/HA.)					
		80		160		240	
		N	K ₂ O	N	K ₂ O	N	K ₂ O
07	10	8.0	12	16	24	24	36
08	16	12.8	19.2	25.6	38.4	38.4	57.4
09	26	20.8	31.2	41.6	62.4	62.4	93.6
10	22	17.6	26.4	35.2	52.8	52.8	79.2
11	26	20.8	31.2	41.6	62.4	62.4	93.6
TOTAL	100	80	120	160	240	240	360

3.3. EVALUACIONES REALIZADAS

La fruta fue clasificada en diferentes categorías de acuerdo al tamaño:

- ✓ Categoría 1ª: Diámetro ecuatorial de fruta mayor a 2.5cm
- ✓ Categoría 2ª: Diámetro ecuatorial de fruta entre 1.8 cm y 2.5 cm.
- ✓ Categoría 3ª: Menor a 1.8 cm. También se incluyó la fruta deforme.

Se denominó comercial a la suma de categoría 1ª y 2ª.

Se evaluaron:

Para la categoría 1ª y 2ª

- ✓ Número total de fruta (expresado en decenas de miles/há)
- ✓ Rendimiento total de fruta (tt/há)
- ✓ Peso promedio (expresado en gramos)

Para la categoría comercial

- ✓ Número total de fruta (expresado en decenas de miles/há)
- ✓ Rendimiento total de fruta (tt/há)
- ✓ Número de fruta mensual (expresado en decenas de miles/há)
- ✓ Rendimiento de fruta mensual (tt/há)
- ✓ Peso promedio de fruta mensual (expresado en gramos)

Para la suma de las categorías

- ✓ Número total de fruta para todo el ciclo (expresado en decenas de miles/há)
- ✓ Rendimiento total de fruta para todo el ciclo (tt/há)

3.4. MODELO Y ANALISIS ESTADISTICO

El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas en bloques al azar. Este modelo es empleado en experimentos factoriales, cuando un tratamiento no se puede manejar en parcelas pequeñas. Así se denominan cuando los efectos de dos o más factores se investigan en forma simultánea. Involucra la asignación de tratamientos de un factor a parcelas principales dispuestas en un diseño completamente aleatorio, de bloques completos al azar. Los tratamientos del segundo factor, se asignan a subparcelas dentro de cada parcela principal.

Para efectuar el análisis estadístico se utilizó el programa MSTAT. Se realizó un análisis de varianza donde las fuentes de variación fueron:

- ✓ Bloques

- ✓ Tratamientos de parcelas principales (M.O)
- ✓ Error de las parcelas principales
- ✓ Tratamientos de subparcelas (N)
- ✓ Interacción (M.O por N)
- ✓ Error de las subparcelas

Para determinar cuales de los tratamientos dentro del ANOVA son los significativamente diferentes, se separaron las medias con la prueba de Duncan, efectuándose a un nivel de significación del 10%, 5% y 1%.

3.5. MANEJO GENERAL DEL CULTIVO

3.5.1. Preparación del suelo y encantrado

El laboreo consistió en una pasada de excéntrica (11/3/97), y se encantró el 29/4/97, con un encantrador de discos.

3.5.2. Colocación del riego y mulch

Se colocaron dos cintas de riego por cantero, del tipo Super Thypoon con una distancia entre goteros de 30 cm, y un caudal de 1.5 l/hora.

Los canteros se cubrieron con film de polietileno negro de 40 micrones.

3.5.3. Material vegetal

La variedad utilizada fue Oso Grande. Las mudas producidas en bandejas provenientes de un vivero comercial, se transplantaron a raíz cubierta con un pequeño pan de sustrato.

3.5.4. Transplante

La disposición de las plantas fue de 4 hileras por cantero en tresbolillo. La distancia entre plantas fue de 0.30 m y entre hileras de 0.25 m. A cada par de hileras le correspondió una cinta de riego.

Para el bloque II, la fecha de transplante fue el 9/5/97, y para el bloque I el 14/5/97. Por diferentes problemas operativos, el ensayo se pudo instalar recién un mes después de la fecha normal para el transplante para la zona (primera quincena de abril).

Antes del transplante se humedecieron los canteros para facilitar el prendimiento de los plantines.

3.5.5. Control de heladas

Como forma de protección contra las heladas, se construyeron microtúneles. Para los mismos se utilizó alambre galvanizado N° 12 para formar los arcos distanciados a 2 metros entre sí. La altura de los túneles fue de 0.50 m sobre el centro del cantero.

Se utilizó Agryl (manta térmica) como material para confeccionar los túneles. Los mismos se abrieron para realizar curas, cosechas, y facilitar la polinización.

Para el bloque II, los microtúneles se colocaron el 26/6, y para el bloque I, el 14/7. Se retiraron definitivamente a fines de octubre.

3.5.6. Riego

Se efectuaron riegos en base a la observación de la humedad existente en el suelo y de la demanda atmosférica.

3.5.7. Sanidad

Se realizaron curas preventivas calendario, para proteger el cultivo de ataques fúngicos y/o bacterianos. Para el caso de los insectos, las curas se efectuaron cuando se constató la presencia del agente.

Si bien se observaron plantas afectadas por bacterias (*Xanthomonas fragariae*), antracnosis (*Colletotricum* sp) y ácaros (*Tetranychus* spp), en ninguno de los casos los ataques se consideraron de importancia.

3.5.8. Cosecha

Se tomó como criterio para realizar la cosecha, el 75 % de la fruta de color rojo.

El período de cosecha comenzó el 8 de agosto y finalizó a fines de noviembre de 1997. En los comienzos se realizó una cosecha semanal, y luego con el aumento de la producción, y aumento de la temperatura ambiente que aceleraba la maduración, la cosecha se hizo cada dos días.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. EFECTO DE LOS AGREGADOS DE MATERIA ORGANICA

En el siguiente cuadro se presentan los rendimientos totales de los diferentes tratamientos de suelos para las variables estudiadas (promediadas por nitrógeno).

Cuadro 7: Rendimiento total (tt/há) de fruta de primera, segunda, comercial y total.

TRATAMIENTO	PRIMERA	SEGUNDA	COMERCIAL	TOTAL
ESTIERCOL	23.83	3.49	27.33	29.18
COBERTURA	24.17	3.39	27.56	29.55
EST + COB	21.36	3.60	24.96	27.10
Pr	-----	-----	-----	-----
CV(%)	9.17	31.35	10.75	10.99

Referencias:

- ✓ Pr nivel de significación en el ANOVA
- ✓ C.V(%) coeficiente de variación (porcentaje)
- ✓ COBERTURA cobertura verde
- ✓ EST+COB estiércol +cobertura verde

Para las cuatro variables, estadísticamente no se observaron diferencias significativas en el rendimiento de fruta entre los tres manejos de suelos utilizados.

Lo mismo sucede para el número de fruta y peso promedio (véase anexo 1 y 3).

A continuación se presentan los rendimientos mensuales de los distintos manejos de suelo.

Cuadro 8: Rendimiento mensual de fruta comercial (tt/há)

TRATAMIENTO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
ESTIERCOL	1.80	7.02	10.67	7.84
COBERTURA	2.31	6.95	9.63	8.67
EST + COB	2.27	6.83	8.63	7.24
Pr	0.38	-----	-----	-----
C.V (%)	9.47	14.09	11.36	9.87

No se encontraron diferencias entre los tratamientos para ninguno de los meses de cosecha. Lo mismo sucede para el número de fruta (véase anexo 2). Para la variable Peso promedio de fruta comercial mensual, únicamente se observaron diferencias entre los tratamientos para el mes de agosto. El tratamiento cobertura verde resultó mayor que los tratamientos estiércol y estiércol + cobertura verde. No hay diferencias significativas entre los tres manejos de suelo para los meses de mayor producción. (octubre y noviembre). (véase anexo 4).

Para poder observar si existen o no diferencias entre los distintos manejos de suelo, debería continuarse el ensayo por varios años.

Si bien la adición de materia orgánica (en los tres manejos de suelo) mejora las propiedades físicas del suelo, estas mejoras no podrían observarse en un solo ciclo de cultivo. Según MC Rae et. al, en suelos arenosos se necesitarían varios años de aplicación anual para incrementar la estabilidad de los agregados, que es uno de los parámetros físicos de suelo con mayor probabilidad de ser modificado.

Lo mismo sucedería con otros beneficios por la adición de materia orgánica como mejoras en la actividad microbiana, capacidad de conservar la humedad, efecto regulador de la temperatura y fuente de liberación lenta y uniforme de nitrógeno. Esto conduciría a una mejora en el poder buffer del suelo, que sería de gran importancia, sobre todo para suelos arenosos. El bajo poder buffer de estos suelos, implica que se debe satisfacer en forma muy ajustada los requerimientos del cultivo para que no se vea afectado el rendimiento de forma importante.

4.2. EFECTO DE LAS DOSIS DE NITROGENO

En el cuadro siguiente se presentan los rendimientos de las diferentes variables estudiadas, en función de la dosis de nitrógeno aplicada en el fertirriego.

Cuadro 9: Rendimiento (tt/há) de fruta de primera, segunda, comercial y total.

N (KG/HA)	PRIMERA	SEGUNDA	COMERCIAL	TOTAL
80	20.56 b**	3.38	23.94	25.74 b*
160	24.07 a	3.46	27.53	29.86 a
240	24.68 a	3.65	28.33	30.24 a
Pr ₍₁₎	0.03	-----	0.17	0.09
C.V(%)	9.17	31.35	10.75	10.99

Las cifras seguidas de igual letra en la columna no difieren significativamente.

Niveles de significación:

* 10%

** 5%

*** 1%

(1) Pr de la diferencias de medias (Duncan)

Para rendimiento total, cuando se aplicaron dosis de 160 y 240 Kg de nitrógeno/há, no difirieron significativamente entre sí, y fueron superiores al rendimiento obtenido cuando se aplicó la dosis de 80 Kg de nitrógeno/há.

Para rendimiento comercial, si bien no se observaron diferencias significativas entre dosis, la tendencia es la misma que para rendimiento total.

Para la variable rendimiento de primera, las dosis de 160 y 240 kg/ha dan los mayores valores y difieren significativamente de la dosis 80.

Los resultados obtenidos para esta categoría siguen la misma tendencia que el rendimiento total. La categoría primera representa el 80 % del rendimiento total de fruta.

Para la categoría 2 no se observaron diferencias significativas entre las dosis de nitrógeno utilizadas. Esta categoría es poco representativa en lo que respecta a los kg/há obtenidos en el total de fruta.

Para la variable número de frutas, en estas categorías, a pesar de no encontrarse diferencias significativas entre las dosis, se observa la misma tendencia que para rendimiento total (véase anexo 5).

Si bien, según la bibliografía consultada existen diferencias varietales en la respuesta a nitrógeno, los resultados obtenidos en el ensayo, concuerdan con lo indicado por Remedi, donde para la variedad Chandler, la cantidad de nitrógeno a aplicar sería de 150 a 200 unidades de N/há. De la misma forma Genta, indica que a nivel experimental para la zona noroeste, la respuesta a la aplicación de nitrógeno varió entre 100 y 150 kg de nitrógeno/há, para cultivos con niveles de rendimiento de entre 30 y 50 t/há. Las mayores respuestas correspondieron a los experimentos con los más altos rendimientos.

Los resultados obtenidos en el ensayo, también concuerdan con lo indicado por Voth et.al (1961), quien para la variedad Lassen obtuvo un aumento de rendimiento hasta los 168 kg de nitrógeno/há. Coincidentemente, Welch y Quick (1981), en un experimento de 4 años con las variedades Tioga y Aiko no encontraron respuesta en el rendimiento por encima de esta dosis.

A continuación se presentan los pesos promedios de la fruta de categoría primera y segunda en relación con la dosis de nitrógeno aplicada.

Cuadro 10: Peso promedio de fruta de categoría 1 y 2

NITROGENO (KG/HA)	PRIMERA	SEGUNDA
80	16.95 b*	8.67
160	17.07 b	9.0
240	17.65 a	9.0
Pr	0.09	0.22
C.V (%)	2.77	3.75

Las cifras seguidas de la misma letra en una misma columna no difieren

significativamente.

El peso promedio de primera, fue mayor para la dosis de 240 kg de nitrógeno/há. No hubo diferencia significativa entre las medias para las dosis 80 y 160.

En el peso promedio de segunda no se encontraron diferencias significativas al variar las dosis de nitrógeno.

El siguiente cuadro muestra el rendimiento mensual para la categoría comercial según la dosis de nitrógeno aplicada.

Cuadro 11: Rendimiento mensual de fruta comercial (t/há)

NITROGENO (KG/HA)	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
80	1.82 b*	6.38	8.54 b**	7.20 b**
160	2.32 a	7.24	10.13 a	7.84 ab
240	2.23 a	7.18	10.25 a	8.71 a
Pr	0.01	0.31	0.02	0.04
C.V (%)	9.47	14.09	8.04	9.87

Cifra seguida de la misma letra para cada mes, no difiere significativamente.

Para los meses de agosto y octubre, el rendimiento comercial fue mayor con las dosis de 160 y 240 kg de nitrógeno/há, que fueron iguales estadísticamente entre sí.

En noviembre la dosis con la cual se obtuvo el mayor rendimiento fue 240 kg de nitrógeno/há, y el menor rendimiento se obtuvo con la dosis de 80 kg de nitrógeno/há. La dosis de 160 kg de nitrógeno/há presentó un valor intermedio, no difiriendo significativamente de los dos anteriores.

Al inicio de cosecha (agosto) y en el pico máximo de rendimiento (octubre), hubo respuesta positiva hasta la dosis de 160 kg de nitrógeno/há.

Si bien no se evaluó ninguna variable relacionada al desarrollo de la planta, al inicio de cosecha y durante todo el ciclo se observó un menor tamaño de planta con la dosis de 80 kg de nitrógeno/há, que podría haber repercutido en un menor rendimiento de fruta.

Morrow y Darrow, Sproat et.al y Long y Murneek, citados por Kahnt et.al(1989), destacan la importancia del desarrollo de la planta de frutilla en relación a la producción de fruta, dado que encontraron correlación entre el desarrollo de las hojas y la producción de flores y fruta. Darrow et.al, citado por el mismo autor indica que el nitrógeno sería el mayor factor de influencia en el desarrollo de la planta. También May y Pritts(1990), citado por Carrato et.al., señalan que el nitrógeno es esencial durante el crecimiento temprano, la diferenciación de yemas y la floración.

En el cuadro 12 se presenta el número de fruta comercial mensual en función de las dosis

de nitrógeno.

Cuadro 12: Número de fruta comercial mensual (decenas de miles/há.)

NITROGENO (KG/HA)	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
80	12.84 b*	38.55	48.82	57.36 b**
160	15.02 a	46.48	56.01	58.53 b
240	15.35 a	41.86	54.62	65.94 a
Pr	0.08	0.29	0.17	0.03
C.V (%)	11.42	18.69	11.36	7.33

Las cifras seguidas de la misma letra en la columna, no difiere significativamente.

En los meses de setiembre y octubre no hubo diferencias significativas en el número de frutas según las diferentes dosis.

En el mes de agosto, las dosis de 160 y 240 Kg de nitrógeno/há., no difirieron estadísticamente entre sí y el número de frutas obtenido fue mayor que cuando se utilizó la dosis de 80 kg de nitrógeno/há.

En noviembre las dosis de 80 y 160 Kg de nitrógeno por há no difirieron entre sí y dieron menor número de fruta que cuando se utilizó la dosis de 240 Kg de nitrógeno/há.

A continuación se presentan los resultados del peso promedio de fruta comercial mensual según las dosis de nitrógeno utilizada.

Cuadro 13: Peso promedio de fruta comercial mensual (gramos).

NITROGENO (KG/HA)	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
80	13.83	16.47	17.47 b*	12.52
160	15.17	16.0	17.95 ab	13.17
240	14.32	17.1	18.8 a	13.23
Pr	0.31	0.24	0.06	0.21
C.V.(%)	9.60	6.0	4.32	5.18

La cifra seguida de igual letra en la columna no difiere significativamente.

En el mes de octubre la dosis de 240 Kg de nitrógeno/há, fue significativamente superior a la dosis de 80 Kg de nitrógeno/há. A su vez la dosis de 160 Kg de nitrógeno/há., no difiere de las dos anteriores.

4.3. ANALISIS DE LAS INTERACCIONES

En el siguiente cuadro se muestra el rendimiento obtenido de las interacciones entre los manejos de suelo y las distintas dosis de nitrógeno.

Cuadro 14: Rendimiento total de fruta (tt/há)

NITROGENO (KG/HA)	MANEJO DE SUELOS		
	ESTIERCOL	COBERTURA	EST + COB
80	27.12	24.59	25.50
160	30.99	31.79	26.79
240	29.44	32.28	29.02
Pr	-----		
C.V.(%)	10.99		

Si bien no se encontraron diferencias significativas en las interacciones para el rendimiento total, se observan las siguientes tendencias:

- Para el estiércol hay una respuesta positiva a las dosis de nitrógeno hasta 160 kg/há. El incremento en rendimiento con respecto al obtenido con la dosis de 80 kg de nitrógeno/há es de 3.87 tt/há. Con la dosis 240 el incremento en rendimiento fue de 2.32.

- Para la cobertura verde, el rendimiento incrementó en 7.2 tt/há cuando se utilizó la dosis de 160 kg de nitrógeno/há y en 7.69 tt/há, cuando se utilizó la dosis máxima, con respecto al rendimiento obtenido con la dosis de 80 kg de nitrógeno/há.

- Para el estiércol + cobertura verde, el incremento en rendimiento fue de 1.29 tt/há para la dosis de 160 kg de nitrógeno/há y 3.52 tt/há cuando se utilizó la dosis de 240 tt/há, con respecto al rendimiento obtenido con la dosis mínima de nitrógeno.

Para el número total de fruta la tendencia es la misma (véase anexo 6).

Cabe aclarar que el diseño de parcelas divididas en bloques al azar tiene la limitante de ser poco sensible en el ANOVA (o sea no se encuentran diferencias significativas), pero a nivel práctico, con la dosis 80 el estiércol supera a la cobertura verde en cuanto al rendimiento obtenido; esto podría ser explicado por la relación C/N más baja del estiércol con respecto a la cobertura que permite que exista algo de mineralización de nitrógeno.

Según Domínguez (1993), al utilizar estiércol con una relación C/N aproximada entre 15 y 30, el balance es relativamente equilibrado, por lo que en su descomposición no libera ni inmoviliza nitrógeno del suelo de manera importante. En materiales con alta relación C/N (mayores a 30), como puede ser el caso del sorgo, disminuyen o inmovilizan el contenido de nitrógeno mineral del suelo, mediante los microorganismos.

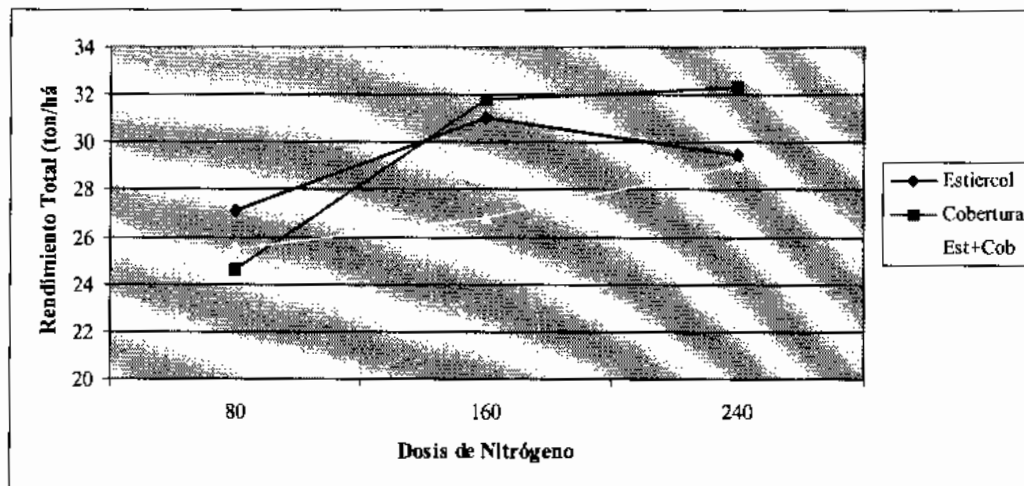
Esto explicaría la existencia de una respuesta positiva al aumento de la dosis de nitrógeno

hasta 240 kg de nitrógeno/há, para el tratamiento de cobertura verde y de estiércol + cobertura verde.

El comportamiento del estiércol + cobertura verde no es claro.

Las tendencias anteriormente citadas se presentan en la gráfica siguiente

Gráfica 4. Rendimiento total de fruta para las interacciones de los manejos de suelo con las dosis de nitrógeno.



Si bien la variable dosis de nitrógeno es discreta estadísticamente, se graficó como continua, para poder observar más claramente las tendencias.

A continuación se presentan los rendimientos de fruta comercial para las distintas interacciones.

Cuadro 15: Rendimiento de fruta comercial total (tt/há)

	MANEJO DE SUELOS		
	ESTIERCOL	COBERTURA	EST. + COB
80	26.20	25.79	24.81
160	30.0	31.03	23.93
240	28.47	31.24	27.97
Pr	-----		
C.V. (%)	10.75		

Para el rendimiento comercial, las interacciones no fueron significativas. Sin embargo se observaron las siguientes tendencias:

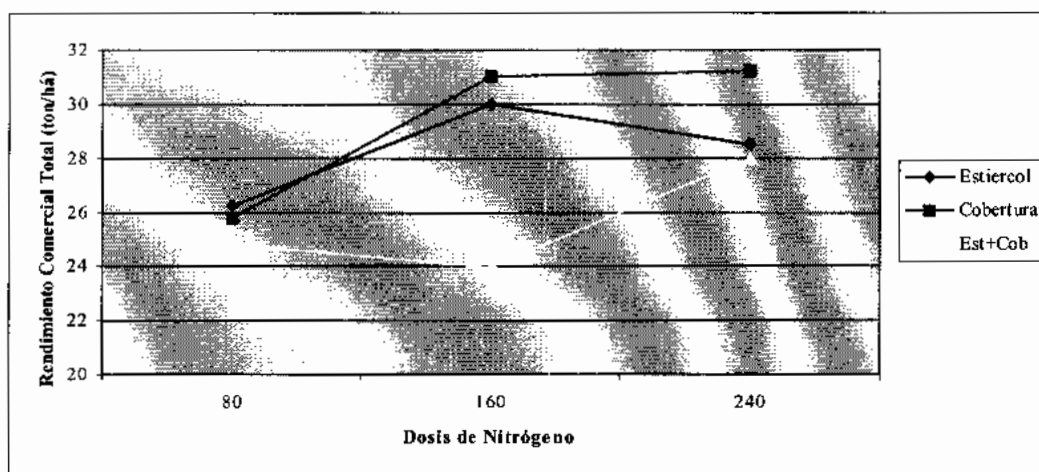
- Para el estiércol hubo una respuesta positiva hasta la dosis de 160 kg de nitrógeno/há.

- Para la cobertura verde y estiércol + cobertura verde, el mayor rendimiento se obtiene con la dosis de 240 kg de nitrógeno /há .

La explicación para esta tendencia es la misma que para el rendimiento total de fruta y para la variable número de fruta comercial total (véase anexo 7).

En la gráfica siguiente se pueden observar las tendencias anteriormente citadas

Gráfica 5: Rendimiento total de fruta comercial para las interacciones de los manejos de suelo con las dosis de nitrógeno.



En el siguiente cuadro se presentan los rendimientos obtenidos en las interacciones para la fruta de categoría primera y segunda.

Cuadro 16: Rendimiento de fruta de categoría 1 y categoría 2 (t/há)

NITROG (KG/HA)	PRIMERA			SEGUNDA		
	EST.	COB.	EST + COB	EST.	COB	EST + COB
80	22.77	20.17	20.86	3.43	5.62	3.95
160	26.28	27.49	20.52	3.72	3.55	3.41
240	24.77	27.58	24.26	3.70	3.66	3.72
Pr	0.21			-----		
C.V.(%)	9.17			31.35		

Para las categorías 1 y 2, las interacciones no fueron significativas para la variable rendimiento de fruta. Lo mismo sucede para la variable número de fruta de estas categorías (véase anexo 8 y 9).

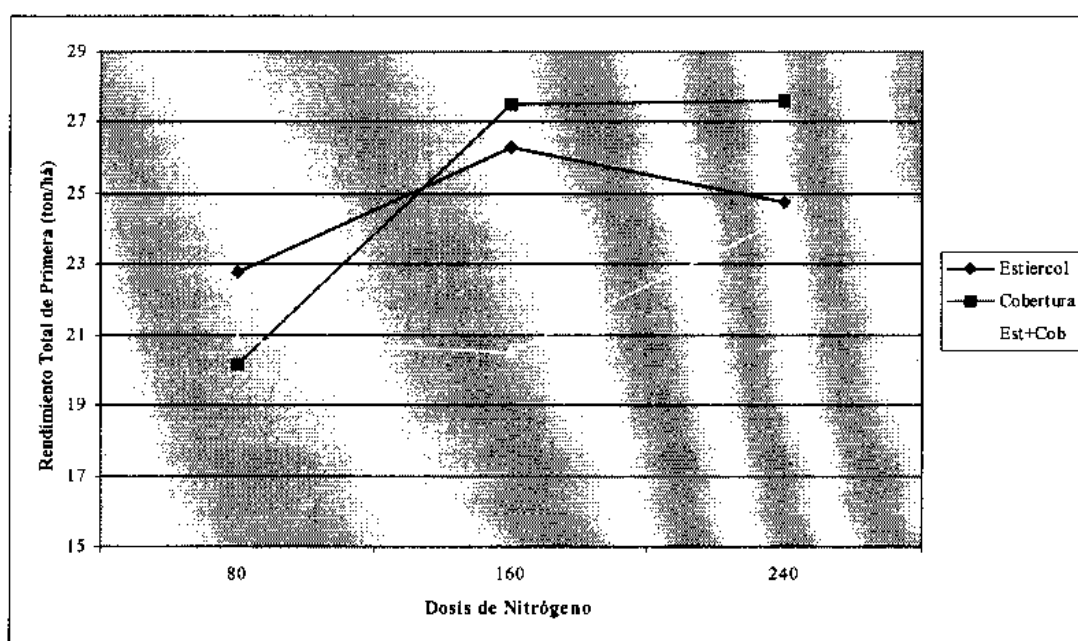
La explicación de las tendencias para la categoría 1 coincide con lo dicho para el

rendimiento total.

Para la categoría segunda el tratamiento cobertura verde tiene el mayor rendimiento de fruta con la menor dosis de nitrógeno. Sin embargo el estiércol y la cobertura verde + estiércol prácticamente no varían el rendimiento al variar las dosis de nitrógeno. Esta categoría no representa más del 13 % del rendimiento comercial.

A continuación se grafican los datos del rendimiento total para la fruta de categoría primera, donde se pueden observar las tendencias anteriormente citadas.

Gráfica 6: Rendimiento total de fruta de categoría 1 para las interacciones de los manejos de suelo con las dosis de nitrógeno.



A continuación se muestran los rendimientos mensuales de las interacciones entre los manejos de suelos y las diferentes dosis de nitrógeno.

Cuadro 17: Rendimiento comercial mensual (t/há)

MES	MANEJO DE SUELO	DOSIS DE NITROGENO			Pr	C.V.(%)
		80	160	240		
AGOSTO	ESTIERCOL	1.74	1.87	1.79	0.16	9.47
	COBERTURA	2.0	2.58	2.34		
	EST + COB	1.73	2.52	2.57		
SETIEMBRE	ESTIERCOL	6.47	7.72	6.89	----	14.09
	COBERTURA	6.19	7.27	7.40		
	EST + COB	6.50	6.74	7.26		
OCTUBRE	ESTIERCOL	9.46 bc*	11.62 a	10.93 ab	0.06	8.04
	COBERTURA	7.38 d	10.39 ab	11.13 a		
	EST + COB	8.78 cd	8.38 cd	8.72 cd		
NOVIEMBRE	ESTIERCOL	7.60 cd*	7.92 bcd	8.01 bcd	0.06	9.87
	COBERTURA	6.98 de	9.70 a	9.34 ab		
	EST + COB	7.01 de	5.92 e	8.78 abc		

Las seguidas de una misma letra dentro de cada mes no difieren significativamente.

Para los meses de agosto y setiembre, las interacciones no fueron significativas.

Para el mes de octubre, las interacciones de estiércol con 160 kg de nitrógeno/há y cobertura verde con 240 kg de nitrógeno/há son significativamente mayores a:

- estiércol con 80 kg de nitrógeno/há
- cobertura verde con 80 kg de nitrógeno/há
- todas las interacciones que tienen el tratamiento de cobertura verde más estiércol

Cuando se utilizó estiércol, la dosis que dio mayor rendimiento fue la de 160 kg de nitrógeno/há, y el menor valor se obtuvo con la dosis de 80 kg de nitrógeno/há. La dosis de 240 kg de nitrógeno/há no difirió estadísticamente de las dos anteriores.

Con cobertura verde, la dosis que dio mayor rendimiento fue la de 240 kg de nitrógeno/há, y el menor valor se obtuvo con la dosis de 80 kg de nitrógeno/há.

La cobertura verde con dosis de 80 Kg de nitrógeno/há y el estiércol + cobertura verde con las tres dosis fueron los menores rendimientos par este mes.

Para el mes de noviembre, la cobertura verde con 160 kg de nitrógeno/há es

significativamente mayor a los tres manejos de suelo con dosis de 80 Kg de nitrógeno/há, y estiércol + cobertura verde con 160 kg de nitrógeno/há; pero no difiere significativamente de cobertura verde y de estiércol más cobertura verde con 240.

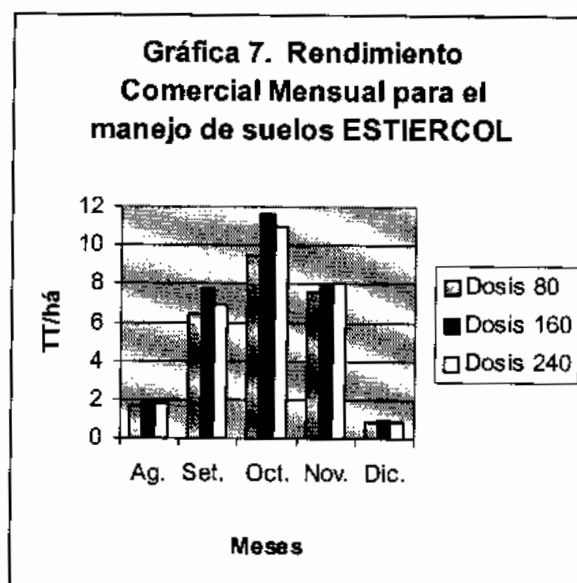
Cuando se utilizó estiércol, si bien no hay diferencias estadísticas entre las tres dosis de nitrógeno, hay una tendencia a obtener un menor rendimiento con la dosis de 80 kg de nitrógeno/há.

Con cobertura verde, el mayor rendimiento se obtuvo con las dosis de 160 y 240 kg de nitrógeno/há, siendo menor y diferente estadísticamente el rendimiento con la dosis de 80 kg de nitrógeno/há.

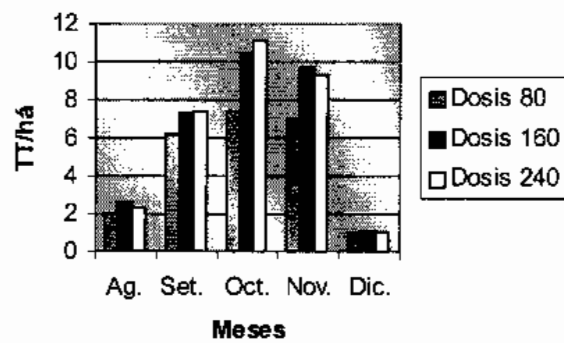
Para el caso de estiércol + cobertura verde, el mayor rendimiento se obtuvo con la dosis de 240 kg de nitrógeno/há, siendo estadísticamente menor el rendimiento obtenido cuando se utilizaron las dosis 80 y 160 kg de nitrógeno/há, que se comportaron iguales entre sí.

Las características fisiológicas particulares del cultivo de frutilla, donde primero se da un desarrollo vegetativo y luego coexiste el desarrollo vegetativo con el reproductivo, hacen que los requerimientos de la planta se hagan máximos en esta segunda etapa. Esto indica la importancia de la distribución de los nutrientes a lo largo del ciclo del cultivo en función de las necesidades de la planta.

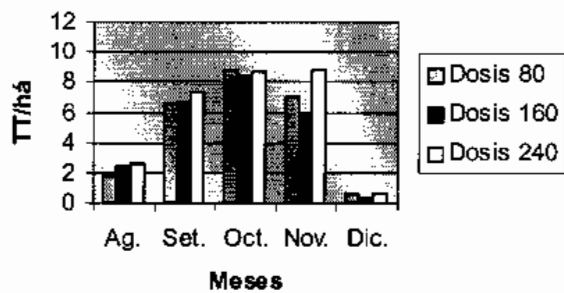
Los datos del cuadro anterior se grafican a continuación (gráficas 7, 8 y 9).



Gráfica 8. Rendimiento Comercial Mensual para el manejo de suelos ABONO VERDE



Gráfica 9. Rendimiento Comercial Mensual para el manejo de suelos ESTIERCOL+ ABONO VERDE



El siguiente cuadro muestra el número de fruta comercial mensual para las diferentes interacciones.

Cuadro 18: Número de fruta comercial mensual (decenas de miles/há)

MES	MANEJO DE SUELO	DOSIS DE NITROGENO			Pr	C.V.(%)
		80	160	240		
AGOSTO	ESTIERCOL	12.08	12.56	12.08	0.26	11.42
	COBERTURA	14.09	15.78	15.75		
	EST + COB	12.36	16.67	18.23		
SETIEMBRE	ESTIERCOL	37.34	41.81	40.03	-----	18.69
	COBERTURA	37.56	42.0	42.86		
	EST + COB	40.75	55.64	42.70		
OCTUBRE	ESTIERCOL	56.39	64.87	59.75	0.33	11.36
	COBERTURA	43.11	56.22	59.64		
	EST + COB	46.95	46.95	44.47		
NOVIEMBRE	ESTIERCOL	60.34 bc*	59.81 bc	61.0 abc	0.07	7.33
	COBERTURA	57.36 c	68.00 ab	69.87 a		
	EST + COB	54.39 cd	47.78 d	66.94 ab		

Cifras seguidas de igual letra en cada mes, no difieren significativamente entre sí.

A excepción del mes de noviembre, en los demás meses las interacciones no fueron significativas para el número de fruta.

Para el mes citado, la cobertura verde con 240 kg de nitrógeno/há es significativamente mayor a la cobertura verde con 80 kg de nitrógeno y a la cobertura verde más estiércol con 160 kg de nitrógeno/há. A su vez no difiere significativamente de: estiércol con 240, cobertura verde con 160 y cobertura verde + estiércol con 240 kg de nitrógeno/há.

La cobertura verde con dosis de 80 kg de nitrógeno/há se comportó igual al estiércol con las tres dosis, y a estiércol + cobertura verde con dosis de 80 kg de nitrógeno/há. A su vez estiércol + cobertura verde con dosis de 160 kg de nitrógeno/há es igual al mismo manejo de suelos con dosis de 80 kg de nitrógeno/há.

Cuando se utilizó estiércol, si bien no hay diferencias estadísticas existe la tendencia a un mayor número de fruta obtenido con la dosis de 240 kg de nitrógeno/há.

Con la cobertura verde el mayor rendimiento se obtuvo con las dosis 240 y 160 kg de nitrógeno/há que tuvieron el mismo comportamiento y difirieron estadísticamente de la dosis de 80 kg de nitrógeno/há.

Para el caso de cobertura verde + estiércol, el mayor rendimiento se obtuvo con la dosis de 240 kg de nitrógeno/há, que difirió de las dosis 80 y 160 kg de nitrógeno/há que fueron iguales estadísticamente entre sí.

A continuación se presentan los pesos promedios para las categorías primera y segunda para las distintas interacciones.

Cuadro 19: Peso promedio de fruta de categoría 1 y 2 (gramos)

MANEJO DE SUELO	CATEGORIA PRIMERA			CATEGORIA SEGUNDA		
	80	160	240	80	160	240
ESTIERCOL	16.85 ab	17.90 a**	17.65 ab	8.50 bc	9.0 ab*	9.0 ab
COBERTURA	16.65 b	17.90 a	17.65 ab	8.0 c	9.0 ab	9.0 ab
EST + COB	17.35 ab	15.4 c	17.65 ab	9.5 a	9.0 ab	9.0 ab
Pr	0.01			0.08		
C.V.(%)	2.77			3.75		

Las cifras seguidas de la misma letra en cada categoría, no difieren estadísticamente entre sí.

La cobertura verde más estiércol con una dosis de 160 kg de nitrógeno/há fue la interacción que resultó en un menor peso promedio de fruta, difiriendo estadísticamente con el resto de las interacciones.

La cobertura verde con una dosis de 80 kg de nitrógeno/há resultó superior significativamente a los resultados obtenidos para la interacción cobertura verde más estiércol con una dosis de 160 kg de nitrógeno/há.

A su vez es significativamente menor a las interacciones de estiércol con dosis de 160 kg de nitrógeno/há y cobertura verde con 160 kg de nitrógeno/há. Estas últimas no difieren estadísticamente entre sí.

El tratamiento con estiércol y las tres dosis de nitrógeno así como en la cobertura verde con 160 y 240 kg de nitrógeno/há, la cobertura verde + estiércol con la dosis de 80 y 240 kg de nitrógeno/há; no difieren significativamente entre sí.

El menor peso promedio de fruta se obtuvo con la interacción cobertura verde y 80 kg de nitrógeno/há, difiriendo significativamente de la media cuando se utilizó estiércol + cobertura verde con una dosis de 80 kg de nitrógeno/há.

El siguiente cuadro muestra el peso promedio de fruta mensual para la categoría comercial para las interacciones de los manejos de suelos con las diferentes dosis de nitrógeno.

Cuadro 20: Peso Promedio de fruta comercial mensual (gramos)

MES	MANEJO DE SUELO	DOSIS DE NITROGENO			Pr	C.V.(%)
		80	160	240		
AGOSTO	ESTIERCOL	14.1	14.7	14.25	-----	9.60
	COBERTURA	14.1	16.1	14.75		
	EST + COB	13.3	14.7	13.95		
SETIEMBRE	ESTIERCOL	17.25 ab	18.50 a	17.15 ab	0.03	6.00
	COBERTURA	16.45 ab**	17.25 ab	17.30 ab		
	EST + COB	15.70 ab	12.25 b	16.85 ab		
OCTUBRE	ESTIERCOL	16.80	17.85	18.25	0.34	4.32
	COBERTURA	17.05	18.40	18.60		
	EST + COB	18.55	17.60	19.55		
NOVIEMBRE	ESTIERCOL	12.60	13.25	13.15	0.13	5.18
	COBERTURA	12.05	14.25	13.35		
	EST + COB	12.90	12.00	13.20		

Cifras seguidas de igual letra, para un mismo mes, no difieren significativamente entre sí.

A excepción del mes de setiembre, las interacciones no fueron significativas.

En dicho mes, el mayor peso promedio de fruta se obtuvo con estiércol + 160 kg de nitrógeno/há que difirió del estiércol + cobertura verde con la misma dosis. El resto de las interacciones no fueron significativas.

Observando el peso promedio a lo largo del ciclo, llega a los máximos valores en los meses de setiembre y octubre, y luego decae.

5. CONCLUSIONES

1. Los rendimientos obtenidos con la incorporación de estiércol o cobertura verde fueron promedialmente muy similares.
2. No se constataron evidencias de efectos alelopáticos del sorgo sobre el rendimiento de frutilla.
3. No es claro poder explicar la respuesta de manejo de suelos con estiércol + cobertura verde
4. Para la variedad Oso Grande con un rendimiento de 30 tt/há, la máxima producción para el manejo de suelo Estiércol, se logró aplicando por fertirriego durante el ciclo de cultivo una dosis de 160 Kg de nitrógeno/ha. Para el manejo de suelo cobertura verde el rendimiento máximo se obtuvo con la dosis de 240 Kg de nitrógeno por há.
5. La dosis de 80 kg de nitrógeno/há aplicada en fertirriego no fue suficiente para alcanzar el rendimiento máximo, independientemente del tipo de materia orgánica incorporada.
6. En el mes pico de producción (octubre), el mayor rendimiento se obtuvo utilizando estiércol con una dosis de 160 kg de nitrógeno/há y cobertura verde con la dosis de 240 kg de nitrógeno/há.
7. En el mes de octubre, la combinación de estiércol más cobertura verde no mostró beneficios en el rendimiento, independientemente de las dosis de nitrógeno utilizadas.
8. Dado que los efectos de los aportes de materia orgánica son lentos y acumulativos, para determinar cual de los tres manejos de suelo es más beneficioso, se debería continuar este tipo de experimento por varios años.
9. Se sugeriría que en los experimentos futuros se pudiera considerar una mayor cantidad de repeticiones que en el presente, de forma tal de maximizar las diferencias entre los bloques y contribuir a la precisión para detectar las diferencias entre tratamientos.

6. RESUMEN

Con el objetivo de estudiar como influyen en el rendimiento de la frutilla var. Oso Grande, los efectos simples y las interacciones de diferentes materiales orgánicos con distintas dosis de nitrógeno, se realizaron tres manejos de suelos (estiércol, cobertura verde y estiércol + cobertura verde), a los que se aplicaron tres dosis de nitrógeno (80 kg de nitrógeno/há, 160 kg de nitrógeno/há y 240 kg de nitrógeno/há, manteniendo la relación nitrógeno/potasio constante (1:1,5).

Los rendimientos obtenidos con la incorporación de estiércol o cobertura verde fueron muy similares y superiores a los obtenidos con el manejo de suelos estiércol más cobertura verde.

En términos generales, para un rendimiento de 30 tt/há en esta variedad, la dosis de 160 kg de nitrógeno/há fue suficiente en todos los manejos de suelo, para alcanzar el mayor rendimiento.

Las interacciones de manejo de suelo con las dosis de nitrógeno, son significativas en los meses pico de producción, Octubre y Noviembre, donde los requerimientos de nutrientes del cultivo se hacen máximos ya que coexisten el desarrollo vegetativo y reproductivo.

7. SUMMARY

In order to study the influence of both the simple effects and the interactions between different organic materials and different doses of nitrogen over the yeield of strawberry of the variety Big Bear, three ways to apply soil improvement were used (manure, green covering and manure + green covering) to which three doses of N were applied (namely 80 kg N/há, 160 kg N/há and 240 kg N/há, keeping the N/K ratio invariable (1:1,5)

The yields obtained with the use of manure or green covering were practically the same and even higher than those reached with manure plus green covering.

Generally speaking, for a yield of 30 tons a hectare in this variety, a dose of 160 kg/ha was found to be enough to get the best yield whatever the soil improvement.

The interactions of soil improvement with the nitrogen doses are significative in the peak months of October and November, when the nutrient requirements of the crop are at the top (as the vegetative development and the reproductive one coexist.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ALDABE, R. 1978. Frutilla. Montevideo, Epsilon. 98p (Serie Horticultura N°5)
2. BAVER, L.D; GARDNER, W.R y GARDNER, W.H.1972. Física de Suelos.México. Hispano-Americana.
3. BUENAHORA, J.H. 1990. Efecto de las dosis, fraccionamientos y fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad de la frutilla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.
4. CALEGARI, A. et. al. 1992. Adubação Verde no Sul do Brasil. Río de Janeiro: AS-PT, 346p.
5. Uruguay. MGAP. 1979. Carta de Reconocimiento de suelos del Uruguay. Dirección de Suelos y Fertilizantes. Montevideo. v3.
6. CARRATO, A. 1997. Efecto de la dosis y fraccionamiento de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad de la frutilla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 91 p.
7. DE HAAN, S. 1977. Humus its formation its relation with the mineral part of the soil and its significance for soil productivity. In: Soil organic matter studies. Vienna. Int. Atomic Energy Agency. v2, pp. 21-30.
8. DOMINGUEZ, A. 1993. Fertiirrigación; El desarrollo vegetal y las relaciones suelo-planta. Madrid, Mundi- Prensa. 217 p.
9. FAO. 1977. Materias Orgánicas Fertilizantes. Roma,183 p. (Boletín N° 27).
10. GENTA, H.J; MOLTINI, C; ZAMALVIDE. 1996. Curso de Actualización en Fertilidad de Suelos. Montevideo, Facultad de Agronomía. v2 pp. 47-52.
11. GOMEZ, R. 1978. Adubos e Adubações. 7ª ed. Sao Paulo, Livraria Novel. pp 35-71.
12. HEINZMANN, F.X. Mineralización de los residuos de los cultivos de invierno y asimilación de nitrógeno para los cultivos de verano en siembra directa. In: Congreso brasilero de ciencia del suelo.(Curitiba: 1983). Anais. Curitiba, soc. Bras. Ci. solo, 1983. p 59.
13. LITTLE, T y HILLS, F. 1976. Métodos Estadísticos para la investigación en la agricultura. México, editorial Trillas. 270 p.
14. MALAVOLTA, E. ABC da Adubação. Sao Paulo, Ceres,1970.
15. MC RAE, R and MEHUYS, G. 1985. The Effect of Green Manuring on the Fisical properties of temperate area soils. Advances in Soil Science. 3: 71-91
16. MUZILLI, O. 1986. A Adubação Verde como alternativa para a melhoria da fertilidade do solo e racionalização do uso de fertilizantes. Secretaria de Agricultura, fundación IAPAR. Boletín Técnico N° 68, 14 p.
17. OPAZO, J.D. 1976. Efecto sobre los rendimientos y contenido foliar de 2 fuentes de

- nitrógeno en frutilla. Investigación Agrícola. Chile. 2 (1):11.14.
18. PRIMAVESI, A. 1980. O Manejo Ecológico do Solo. Sao Paulo, Nobel, p 108-134.
 19. REMEDI, M. 1995. Efecto del agregado de materia orgánica y dosis de nitrógeno sobre la producción de frutilla en suelos arenosos de Salto. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 114 p.
 20. RUCKS, L; GARCIA, F; KAPLAN, A. 1992. Propiedades Físicas del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 121 p.
 21. RUSSELL, E. W. 1980. Soil conditions and plant growth. 10º ed, London, William Clowes. 806 p.
 22. SELKE, W. 1971. Los Abonos. Academia-España. pp:148.
 23. SILVA, A. 1986. La materia orgánica del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 50 p.
 24. TARCHITZKY, J. 1996. Nutrición Mineral y Fertirrigación. Montevideo. Sociedad Uruguaya de Horticultura. (SUH). Curso Superior de Actualización Hort. 30 p.
 25. THOMPSON and TROECH. 1978. Soils and Soil Fertility. 4ª ed. New York, Mc Graw-Hill pp 108-135.
 26. Universidad de la República (Uruguay) Facultad de Agronomía. Materiales Orgánicos y Abonos Verdes. Montevideo. 12 p.
 27. VOTH, V. Proesbesting, Sr. E.L. and Bringham, R.S. 1961. Response of Strawberries to Nitrogen in Southern California. Proceedings American Society Horticulture of Science. 78:270-274.
 28. WELCH, N.C. and QUICK, J. 1981. Fertilizing Summer - planted strawberries in California's Central Coast. California Agriculture 35 (9/10):26.

9. ANEXOS

Anexo 1: Número de fruta para el total del ciclo (decenas de miles/há)

MANEJO DE SUELO	PRIMERA	SEGUNDA	COMERCIAL	TOTAL
ESTIERCOL	133.60	39.14	172.74	199.87
COBERTURA	134.52	39.55	174.07	202.158
EST + COB	125.08	39.52	164.60	188.34
Pr	-----	-----	-----	-----
C.V.(%)	11.89	4.95	9.92	9.53

Anexo 2: Número de fruta comercial mensual (en decenas de miles/há)

MANEJO DE SUELO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
ESTIERCOL	12.24	39.79	60.34	60.38
COBERTURA	15.21	40.81	52.99	65.08
EST + COB	15.75	46.36	46.12	56.37
Pr	0.45	-----	-----	-----
C.V.(%)	11.42	18.69	11.36	7.33

Anexo 3: Peso promedio de categoría 1 y 2 (gramos)

MANEJO DE SUELOS	PRIMERA	SEGUNDA
ESTIERCOL	17.47	8.83
COBERTURA	17.40	8.67
EST + COB	16.80	9.17
Pr	-----	0.30
C.V.(%)	2.77	3.75

Anexo 4: Peso promedio de fruta comercial mensual (gramos)

MANEJO DE SUELOS	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
ESTIERCOL	14.35 b*	17.63	17.63	13.0
COBERTURA	14.98 a	17.0	18.02	13.22
EST + COB	13.98 b	14.93	18.57	12.70
Pr	0.05	0.31	-----	-----
C.V.(%)	9.6	6.0	4.32	5.18

Las cifras seguidas de igual letra no difieren significativamente en cada mes.

Anexo 5: Número de fruta para el total del ciclo (decenas de miles/há.)

DOSIS DE NITROGENO	PRIMERA	SEGUNDA	COMERCIAL	TOTAL
80	118.07	39.50	157.57	184.09
160	137.36	38.68	176.04	200.9
240	137.31	40.46	177.77	205.39
Pr	0.14	0.34	0.17	0.20
C.V.(%)	11.89	4.95	9.92	9.53

Anexo 6: Número total de fruta (decenas de miles/há)

DOSIS DE NITROGENO	MANEJO DE SUELO		
	ESTIERCOL	COBERTURA	EST + COB
80	192.67	182.12	177.48
160	206.62	208.20	187.89
240	200.34	216.17	199.67
Pr	-----		
C.V.(%)	9.53		

Anexo 7: Número de fruta comercial total (decenas de miles/há)

MANEJO DE SUELO	MANEJO DE SUELO		
	ESTIERCOL	COBERTURA	EST + COB
80	175.45	163.00	160.70
160	188.92	193.78	171.59
240	182.56	197.98	179.39
Pr	-----		
C.V.(%)	9.92		

Anexo 8: Número de fruta de categoría 1 (decenas de miles/há)

MANEJO DE SUELO	DOSIS DE NITROGENO		
	80	160	240
ESTIERCOL	134.92	146.58	140
COBERTURA	119.95	153.06	155.73
EST + COB	119.14	132.93	136.75
Pr	-----		
C.V.(%)	11.89		

Anexo 9: Número de fruta de categoría 2 (decenas de miles/há)

MANEJO DE SUELO	DOSIS DE NITROGENO		
	80	160	240
ESTIERCOL	40.53	42.34	42.56
COBERTURA	43.06	40.73	42.25
EST + COB	41.56	38.67	42.64
Pr	-----		
C.V.(%)	4.95		