

" RESPUESTA DEL APIO (Apium graveolens L) A LA FERTILIZACION
CON DOS FUENTES NITROGENADAS Y AL ABONAMIENTO CON GALLINAZA EN
LA ZONA HORTICOLA DE BOSA "

Por: FERNANDO GONZALEZ FERNANDEZ

Director de tesis:

Dr. RICARDO GUERRERO RIASCOS, I.A.

Asesor:

Dr. HARVEY ARJONA D, I.A.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

BOGOTA

1984

Dedico:

A mis padres

A mi esposa e hija

A mis hermanos

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a las siguientes personas:

- Dr. RICARDO GUERRERO R, I.A., Profesor Facultad Agronomía,
Bogotá. Universidad Nacional.
- Dr. HARVEY ARJONA D, I.A., Profesor Facultad de Agronomía,
Bogotá. Universidad Nacional.
- Dr. GUILLERMO CORREDOR, I.A., Profesor Facultad de Agronomía,
Bogotá. Universidad Nacional.
- Dr. JUAN OSPINA, I.A., Profesor Facultad de Agronomía,
Bogotá. Universidad Nacional.

MONOMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S.A.

Y a cada una de las personas que contribuyeron a la feliz culminación del presente trabajo.

"Este trabajo hace parte de las investigaciones realizadas por la Facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional de Colombia. Sin embargo, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente opiniones de la Universidad".

(Artículo 14 de la Resolución número 0047 del 10 de noviembre de 1981).

INDICE

	Pag
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Generalidades del Apio	3
2.2. Requerimientos nutricionales	4
2.3. Fertilización nitrogenada	6
2.4. El abono orgánico	8
2.5. Relación Carbono/Nitrógeno	12
2.6. Investigaciones previas sobre fertilización en Apio	13
3. MATERIALES Y METODOS	16
3.1. Materiales	16
3.2. Métodos	17
4. RESULTADOS Y DISCUSION	21
4.1. Respuesta del apio a la gallinaza	21
4.2. Respuesta del apio a niveles de Nitrógeno	23
4.3. Efecto de las fuentes nitrogenadas sobre el rendimiento	26
4.4. Efecto de las interacciones	31
4.5. Efecto sobre las variables de calidad	35
4.6. Análisis de correlación	36
4.7. Análisis económico	37

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
RESUMEN	42
SUMMARY	45
BIBLIOGRAFIA	61

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. TRATAMIENTOS USADOS EN EL ENSAYO	19
TABLA 2. RENDIMIENTO PROMEDIO DE APIO BAJO ABONAMIENTO CON TRES DOSIS DE GALLINAZA, CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y DOS FUENTES QUIMICAS	22
TABLA 3. RENDIMIENTO PROMEDIO DE APIO BAJO TRES DOSIS DE GALLINAZA	25
TABLA 4. RENDIMIENTO PROMEDIO DE APIO BAJO CUATRO NIVELES DE NITROGENO	25
TABLA 5. RENDIMIENTO PROMEDIO DE APIO BAJO DOS FUENTES NITROGENADAS	29

INDICE DE GRAFICAS

	Pag.
GRAFICA 1. EFECTO PROMEDIO DE LA GALLINAZA EN EL RENDIMIENTO DEL APIO	24
GRAFICA 2. EFECTO PROMEDIO DE LOS NIVELES DE NITROGENO EN EL RENDIMIENTO DE APIO	27
GRAFICA 3. EFECTO PROMEDIO DE DOS FUENTES NITROGENADAS QUIMICAS EN EL RENDIMIENTO DEL APIO	28
GRAFICA 4. EFECTO DE LA INTERACCION NIVEL DE NITROGENO POR FUENTE EN EL RENDIMIENTO DE APIO	32
GRAFICA 5. EFECTO DE LA INTERACCION GALLINAZA POR NIVEL DE NITROGENO POR FUENTE NITROGENADA	34

INDICE DE ANEXOS

TABLA 1. Datos de altura y perímetro total de peciños por planta en apio.	48
TABLA 2. Caracterización del suelo	49
TABLA 3. Análisis de varianza para rendimiento en apio	50
TABLA 3.1. Prueba de Duncan para niveles de Nitrógeno	51
TABLA 4. Análisis de varianza para altura de apio	52
TABLA 4.1. Prueba de Duncan para niveles de Nitrógeno	53
TABLA 5. Análisis de varianza para perímetro	54
TABLA 5.1. Prueba de Duncan para niveles de Nitrógeno	55
TABLA 6. Análisis de tendencias en apio. Análisis de regresión para niveles de Nitrógeno	56
TABLA 7. Análisis de regresión para fuentes	57
TABLA 8. Análisis de correlación	59
TABLA 9. Ingreso bruto, ingreso neto y ganancia por hectárea en apio	60

1. INTRODUCCION

El cultivo de las hortalizas juega un papel importante en la economía de la zona hortícola de Bosa, departamento de Cundinamarca, ya que gran cantidad de pequeños agricultores y jornaleros derivan su sustento de este tipo de explotación.

El Apio es actualmente la hortaliza preferida por los agricultores, debido a su precio y alta demanda en el mercado.

Para esta zona, no se reportan en la literatura investigaciones agronómicas que busquen mejorar las técnicas de producción en las hortalizas, como por ejemplo, el manejo actual de la fertilización, debido a la poca información existente y al mal uso que el agricultor hace de los fertilizantes y del abono orgánico.

En este estudio se evaluaron diferentes fuentes y dosis de Nitrógeno, tratando de determinar la respuesta del apio a este elemento; con el fin de racionalizar el uso de los fertilizantes por parte del agricultor para alcanzar su máxima eficiencia y disminuir costos.

Con relación al uso de fertilizantes en cultivos de tipo hortícola en nuestro país, es poca la información que se posee. Teniendo en cuenta el alto costo alcanzado por los fertilizantes químicos y considerando los efectos benéficos de la materia orgánica sobre el suelo, es necesario realizar ensayos de mezclas entre estos fertilizantes y los abo-

nos de establo, con el fin de minimizar costos y mejorar el nivel de fertilización de los suelos.

La fertilización de los cultivos es una práctica necesaria, en suelos de la zona que presentan deficiencias de uno o más de los nutrimentos esenciales para el crecimiento normal de la plantas. En la actualidad se cultivan, aproximadamente, unas 130 fanegadas de Apio, que producen diariamente 10 toneladas, cuyo mercado se hace principalmente en la Central de Abastos de Bogotá, la costa y cadenas de supermercados (2).

La zona de Bosa abastece parte del mercado de Bogotá, desarrollándose siembras de Apio, lechuga, acelga, coliflor, remolacha, puerro, espinaca, alcachofa, etc. (25).

En la actualidad el uso de fertilizantes químicos en Colombia es no solo incipiente y costoso, sino también ineficiente; en nuestro medio, la fertilización nitrogenada difícilmente alcanza una eficiencia del 50% (19). De acuerdo con esto y teniendo en cuenta la importancia de la fertilización nitrogenada en el Apio, el presente estudio pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- a. Evaluar el efecto de tres fuentes de Nitrógeno (Urea, Sulfato de Amonio y Gallinaza) en el rendimiento del Apio.
- b. Determinar el efecto de las diferentes fuentes Nitrogenadas sobre la calidad del Apio.
- c. Determinar la(s) dosis y fuente(s) que tengan mayor incidencia en el rendimiento y calidad del Apio.

2. REVISION DE LITERATURA

1. Generalidades del Apio

El Apio pertenece a la familia UMBELLIFERAE, su origen se remonta a la región mediterranea (16). Es una planta bianual, durante el segundo ciclo, la planta emite tallos florales, formandose los frutos y la semilla(23). De raiz fuerte, corta y fibrosa, las hojas divididas pinnadas o bipinnadas; de peciölos anchos y dentados, carnosos, lisos y de color verde-amarillento, el tallo puede alcanzar de 50 a 80 centímetros de altura, es grueso y estriado, llevando inflorescencias en umbella, las cuales, luego de fecundadas, se convierten en frutos, aquenios. Las semillas, de forma triangular, son excepcionalmente pequeñas, elevandose a 2.500 el número de ellas que hay en un gramo (16).

El mejor clima para el Apio es el templado (18); la temperatura óptima para su producción está entre 15 y 18 grados centígrados, con mínimas de 7 grados centígrados y máximas de 21 grados centígrados (25).

Si se presentan temperaturas bajas durante 10 a 30 días, hay emisión de tallos florales en forma prematura (5).

El Apio se dá bien en suelos permeables (18), profundos y ligeramente ácidos y en suelos minerales fértiles, con alto contenido de materia orgánica. Requiere suelos con buena retención de humedad y, a su vez, con un eficiente drenaje interno, prosperando mejor en suelos

de textura liviana (3). De acuerdo con Higuera (21) el pH del suelo debe estar entre 5.2 y 6.5.

Debido a la escasa extensión del sistema radical el Apio requiere una continua provisión de agua (25); si no se dispone de riego, se debe sembrar bajo condiciones de precipitación moderada con buena distribución de ésta (23).

Se le ha utilizado con fines medicinales (estimulante de la digestión) y nutritivos, se consume crudo o cocido, las semillas se utilizan como condimento al ser pulverizadas; el tallo y los pecióslos para la elaboración de ensaladas, sopas y enlatados; las hojas se emplean como bebida aromática (23).

El valor nutritivo del Apio es como sigue: Agua 93.7%, energía 22 calorías, proteínas 1.3 mg/gr., Calcio 75mg., Vitamina A 50 U.I., Acido ascórbico 6mg/gr., Tiamina 0.037 mg/gr., Riboflavina 0.05 mg/gr., Niacina 0.3 mg/gr. (12).

2. Requerimientos nutricionales

Uno de los problemas más difíciles que afronta un horticultor es el mantenimiento de un adecuado nivel de fertilización en el suelo. Las hortalizas, en general, extraen grandes cantidades de nutrimentos del suelo, las variedades más productivas son las que más agotan el suelo.

De acuerdo con lo anotado por Higuera (22), las hortalizas requieren mayor cantidad de fertilizantes por año y por unidad de área en comparación con otros cultivos, debido a:

a. La mayoría de los cultivos se siembran comúnmente una vez al año, en tanto que las hortalizas se siembran por lo menos dos veces al

año; bajo condiciones de invernadero hasta cuatro o cinco veces al año.

b. En horticultura intensiva donde los costos de producción son altos, grandes cantidades de fertilizantes tienen relativamente poca influencia sobre los costos de producción. En hortalizas, pequeños aumentos en la producción son rentables.

c. Debido a que los cultivos hortícolas exigen una dedicación esmerada, se obtiene mejor respuesta a los fertilizantes que en otros cultivos.

d. El período vegetativo de algunas hortalizas, es muy corto, a veces uno o dos meses; esto significa que los nutrimentos deben estar presentes en forma fácilmente asimilables y en cantidades apropiadas durante ese período.

Existen en Colombia pocos trabajos referentes al uso, manejo y requerimientos de fertilizantes en hortalizas, lo que dificulta su eficaz utilización (22).

El Apio necesita frecuentes abonados, tanto orgánicos como minerales y requiere de suelos que posean gran cantidad de materia orgánica(16).

En una cosecha de 30.000 Kg/ha, el Apio extrae 72 Kg de Nitrógeno, 60 Kg. de P_2O_5 , 228 Kg. de K_2O y 69 Kg. de CaO . Según los datos anteriores un buen abonado sería: 72Kg. de Nitrógeno/ha., 228 Kg. de K_2O /ha., 60 Kg. de P_2O_5 /ha. y 69 Kg./ha. de CaO (37). Caicedo (10), por su parte, anota que una cosecha de 20 toneladas extrae las siguientes cantidades de nutrimento del suelo: 130 Kg. de Nitrógeno, 50Kg. de P_2O_5 y 200 Kg. de K_2O .

3. Fertilización Nitrogenada

El Nitrógeno activa el crecimiento de las raíces de las plantas jóvenes en su primer período de crecimiento y es, luego, la causa de vigor y desarrollo de sus órganos, muy especialmente de sus hojas. El Nitrógeno forma parte de las proteínas, componentes nutritivos de reconocida importancia en la alimentación de hombres y animales (16).

El Nitrógeno es removido del suelo en cantidades altas por los cultivos de tubérculos y raíz, tales como la papa, la yuca y la zanahoria. Los cultivos hortícolas presentan una variación relativamente alta en cuanto a los requerimientos de este elemento, el espárrago y la cebolla extraen menos de 100 Kg./ha., en tanto que el tomate, el repollo y el coliflor requieren más de 150 Kg./ha (36).

En el caso particular de los fertilizantes nitrogenados, hay que admitir que plantean al agricultor problemas más difíciles, ya que el Nitrógeno mineral es muy móvil en el suelo y por lo tanto, no puede permanecer en el suelo sin arriesgarse a verlo desaparecer por lixiviación, sobre todo, si se utilizan las fuentes nítricas (24).

Su alta movilidad y su suministro en tiempo oportuno, justifican que el Nitrógeno se aplique a cada cultivo según sus necesidades. Para realizar un abonamiento racional, será preciso conocer aproximadamente lo que el suelo suministrará a partir de sus reservas y aportar la diferencia en forma de abono nitrogenado; lo que interesa es aportar una dosis de Nitrógeno suficiente en la época en que más convenga, y situar el abono en las condiciones que aseguren su máxima eficiencia (24).

Generalmente el Nitrógeno absorbido por las plantas en las formas de iones NO_3^- y NH_4^+ . El ión amónico (NH_4^+) puede ser retenido y absor-

bido por los coloides del suelo y es por eso que no está tan sujeto a remociones por lavado, tal como ocurre con el ión nitrato (NO_3^-), el cual es poco absorbido por los coloides del suelo (37).

Dependiendo de las condiciones climáticas y edáficas, parte de los nutrimentos aplicados en la fertilización se perderán del sistema suelo planta a causa de la ocurrencia de procesos como la lixiviación, en la cual hay pérdidas de nutrimentos en forma iónica en el agua de drenaje. El ión NO_3^- es muy móvil en el suelo y por lo tanto fácilmente lixiviable. También se presentan pérdidas por formación de gases, haciendo relación casi exclusivamente a los fertilizantes nitrogenados; los procesos envueltos en este tipo de pérdidas son: pérdidas de NH_3 por volatilización, pérdidas de Nitrógeno, N_2O o NO por denitrificación, pérdidas de N_2 , N_2O y NO durante la nitrificación de los fertilizantes amoniacales y de la úrea. Las pérdidas de NH_3 por volatilización ocurren a partir de los fertilizantes amoniacales y la úrea y pueden ser muy acentuadas en suelos alcalinos de baja Capacidad de Intercambio Catiónico en regiones cálidas, especialmente cuando la fertilización se hace superficial. Las pérdidas de Nitrógeno debido a denitrificación de los nitratos ocurre bajo condiciones reductoras, es decir de escasa aireación, como en el caso de los suelos mal drenados. Así mismo este tipo de pérdidas puede presentarse durante el proceso de nitrificación del NH_4^+ (36).

De acuerdo con lo anotado por Blasco (8), se ha estudiado la tasa de disponibilidad de las distintas fracciones nitrogenadas del suelo para los cultivos, se ha demostrado que las mayores pérdidas de nitrógeno se registra en aminoácidos y las menores en N-NH_4^+ no intercambiable. Es evidente que los aminoácidos constituyen una reserva nitrogenada fácil-

mente mineralizable.

Entre los abonos nitrogenados, los más exigentes en cuanto a la incorporación, son aquellos que liberan NH_3 , cuando son colocados en medios alcalinos, esto sucede con los amoniacales y la úrea (38).

4. El abono orgánico

El estiércol animal, igual que la materia orgánica, consta de una masa heterogénea de compuestos orgánicos en diversos estados de descomposición. Algunos de estos compuestos se descomponen con rapidez; otros se descomponen poco a poco; y, finalmente se transforman en humus.

Así, pues, la aplicación de estiércol provee iones esenciales a los organismos del suelo y a las plantas cultivadas. Sin embargo, es extremadamente bajo el contenido de estos iones si se compara con las mezclas de fertilizantes comerciales existentes en el mercado. Más, aún, sólo aproximadamente la mitad del Nitrógeno, una sexta parte del P_2O_5 y la mitad de K_2O son inmediatamente aprovechables por las plantas. Además el estiércol de animal no es un fertilizante balanceado, puesto que es bajo en fósforo (4).

A medida que se transforma la materia orgánica en humus, aparecen productos simples como el ácido carbónico y, además, nitratos (NO_3^-), Nitritos (NO_2^-), Nitrógeno elemental (N), Amonio (NH_4^+), ácido sulfhídrico (SH_2), Azufre (S), Sulfatos (SO_4^-) y otros varios como Oxígeno (O), Hidrógeno (H), Iones potasio (K^+), Magnesio (Mg^{++}), Calcio (Ca^{++}), Fosfatos (PO_4^-), etc. (4).

El carbono es el constituyente más característico de la materia orgánica y por ello son muy importantes sus transformaciones en la di-

gestión microbiana de los tejidos vegetales. Casi toda la energía adquirida por la fauna y la flora del suelo proviene de la oxidación del Carbono, desprendiéndose constantemente anhídrido Carbónico en grandes cantidades (4).

Thompson y Kelly (38), dicen que el abono orgánico es fuente de mácro y microelementos; es también fuente de sustancias promotoras del crecimiento; en la descomposición de la materia orgánica, se desprende anhídrido carbónico que opera como fuente de carbono para las plantas.

Químicamente la materia orgánica consta de complejos que incluyen carbohidratos, celulosa, pectinas, proteínas y sus derivados, grasas y afines, ligninas y sus derivados, ácidos orgánicos (38).

Los tejidos orgánicos siguen dos caminos generales de transformación: la mineralización y la formación de complejos coloidales químicos estables y resistentes a la acción de microorganismos (38).

Varios factores intervienen en la descomposición de la materia orgánica; como la naturaleza de los compuestos que la integran, el agua disponible, el oxígeno, el pH, la relación C/N, la temperatura, aireación, etc. (38).

De acuerdo con lo anotado por Higuera (22) la materia orgánica afecta la mayoría de procesos físicos, químicos y biológicos del suelo, los cuales, a su turno tienen influencia sobre los cultivos que crecen en él.

Muchos experimentos han demostrado que aplicaciones de cantidades moderadas de estiércol (25 a 30 Ton/ha), combinadas con el uso de fertilizantes comerciales (560 a 1.120 Kg/ha) han producido mayores rendimientos que el uso de fuertes aplicaciones de estiércol sólo (50 a 100

Ton/ha) (3).

De los abonos orgánicos naturales, en muchas regiones se utilizan cantidades exageradas, tal como ocurre en la zona cebollera de Ocaña (N de S) donde se hacen aplicaciones superiores a las 100 Ton/ha (34).

La mayoría de los autores recomiendan, aplicaciones de materia orgánica, incorporada al suelo antes de la siembra en dosis superiores a las 10 Ton/ha (23).

La composición del estiércol varía entre límites muy amplios según los animales, la naturaleza de las camas, la alimentación de los animales, los cuidados que se tengan para conservarlo y su grado de descomposición. Para las plantas, el Potasio contenido en el estiércol es tan asimilable, como el de los fertilizantes químicos, por el contrario, sólo una fracción de Nitrógeno presente en el estiércol, como fuente de humus, proporciona al suelo 100 Kg. de N por cada mil de estiércol, es decir, tiene un rendimiento de 10 por ciento. La composición aproximada de la gallinaza en Kg. por cada 1.000 Kg. de estiércol es: Nitrógeno 15.0; P_2O_5 10.0; K_2O 4.0 (24).

Gómez (17) destaca que una tonelada de gallinaza proporciona 10 Kg. de N; 8 Kg. de P_2O_5 y 4 Kg. de K_2O . Otros autores dan a la gallinaza la siguiente composición: N. 5%; P_2O_5 3%; K_2O 1.5%; CaO 4%, Mg. 1%.

La gallinaza cuando se encuentra en estado fresco contiene sus elementos fertilizantes Nitrógeno, P_2O_5 y K_2O , en cantidades que oscilan entre 1 y 2 %, en tanto que la materia orgánica contiene aproximadamente, el 20 ó 25%. Las dosis más corrientes de abonado utilizando gallinaza están comprendidos entre 300 y 500 Kg/ha, pudiendo llegar hasta 1000 o 1200 Kg/ha (16).

El estiércol de gallinas es más rico en elementos nutritivos que la de los grandes animales domésticos, esto se debe en parte a la mayor concentración de las raciones que consumen las aves, pero principalmente a su menor concentración de agua (6).

Knott (1.957) presentó una tabla en la cual se ve como se puede reducir la aplicación de abono químico a medida que se aumenta la aplicación de abono de establo; por ejemplo, para el caso de aplicar entre 10 y 20 toneladas/ha, los requerimientos de abono químico se reducen a la mitad.

En los suelos negros de las zonas frías a pesar de ser ricos en materia orgánica, es conveniente la adición de ella para disminuir el fuerte poder de fijación de fósforo, que existe en estos suelos. Ello se debe a la escasa descomposición de la materia orgánica, debido en parte a la limitada actividad microbiana y a la alta relación C/N (27).

La materia orgánica también ejerce una decisiva influencia sobre la acidez del suelo a través de su capacidad amortiguadora (9). Por efecto de sus grupos carboxílicos, fenólicos y aminos que son capaces de ligar iones H^+ ; tales grupos saturados H^+ se comportan como ácidos débiles y el H^+ ligado covalente se podrá disociar dependiendo de la constante de disociación del ácido formado. (34).

Los abonos orgánicos presentan algunas desventajas (13), como por ejemplo:

1. Se necesita aplicar dosis elevadas.
2. Su recolección y distribución en gran escala es difícil y costosa.
3. La liberación de nutrimentos es lenta.

4. Se dificulta el transporte por el volumen.

5. Se transportan semillas de malezas, plagas y enfermedades.

5. Relación Carbono/Nitrógeno

La relación C/N es probablemente el concepto práctico más importante en lo que se refiere a la fertilización nitrogenada.

Como regla general, un suelo equilibrado contiene 10 u 11 Kg. de Carbono por cada Kg. de Nitrógeno; expresándose : C/N = 10/1 u 11/1 (4).

Con éste valor parece que se consigue el normal equilibrio entre la actividad microbiana y la destrucción de la materia orgánica (1). Para comprender la importancia de esta relación es preciso saber lo que ocurre cuando se incorporan restos vegetales a un suelo, los vegetales tienen más amplia relación C/N de 60 - 80/1 (4).

Cuando la relación se amplía a favor del carbono, como consecuencia de agregar al suelo un exceso de paja, tamos u hojas de árboles, se produce la inmovilización del Nitrógeno orgánico quedando éste sin mineralizarse, en caso contrario, si la relación disminuye a cifras inferiores de cinco, el Nitrógeno orgánico se mineraliza, el cual se une al mineralizado anteriormente, resultando en una acumulación de NO_3^- (1).

Los organismos del suelo, bacterias y hongos, "comen" los restos vegetales. Dichos organismos crecen y se reproducen rápidamente, los residuos les proporcionan la energía y los materiales necesarios para formar sus propios tejidos. La relación C/N de los tejidos de los microbios es más estrecha que la del suelo en conjunto, al rededor de 9/1 a 4/1 (4).

Cuando los materiales orgánicos que se añaden al suelo, tienen

una relación C/N mayor de 33, hay inmovilización de Nitrógeno durante el proceso de descomposición inicial, debido a que el Amonio producido es reasimilado tan rápidamente como es formado y convertido en proteína microbial (13).

En general para que la materia orgánica logre una completa descomposición debe tener un mínimo de 1.5 - 2.0% de Nitrógeno; una relación C/N apropiada es de 15-20 (13).

La relación C/N son parámetros utilizados en la caracterización del Nitrógeno y sus relaciones con la materia orgánica del suelo. Para su cálculo se consideran por lo general los valores de Nitrógeno total, los que están constituidos hasta en un 98% por la fracción orgánica. Los valores de las relaciones C/N. varían entre 8 y 14.

Los valores bajos, encontrados en algunos suelos, se explican por la presencia de mayores cantidades de N inorgánico y de manera especial, de NH_4^+ fijado en minerales arcillosos (14).

6. Investigaciones previas sobre fertilización en Apio

Los trabajos reportados sobre fertilización en Apio, son escasos.

En ensayos, utilizando niveles de Nitrógeno de 100, 125 y 150 Kg./ha, en forma de úrea el Apio tuvo su mayor respuesta con dosis de 150 kg/ha (30).

Mital, sp et al (33) encontraron que el Apio responde bien a la fertilización con 80 kg/ha de N.

En ensayos de dos años, fue estudiado el efecto del Nitrógeno en dosis de 40, 80 y 120 kg/ha; la mayor producción de semillas se alcanzó con 80 kg/ha de Nitrógeno (33).

En la variedad "TALL UTAH" 52-70 R, la producción comercial y el Nitrógeno total asimilado se incrementaron significativamente con aplicaciones adicionales divididas de 100, 300 y 400 Kg/ha; completándose la fertilización con 55 Kg/ha de fósforo. El Nitrógeno en forma de Urea (46-0-0) fué aplicado a los 29 y 49 días después del transplante. El Nitrógeno aplicado en dosis altas (400 Kg/ha), no presentó incrementos significativos en la producción. Las ratas de crecimiento foliar y madurez presentaron incrementos con la fertilización nitrogenada (37). La rata de crecimiento foliar ($\text{cm}^2/\text{planta}/\text{día}$) fué mayor en dosis de 300 y 400 Kg/ha, alcanzando su máximo entre 60 y 80 días después del transplante para luego decrecer.

En la dosis de 100 y 200 Kg/ha de Nitrógeno, el incremento de Urea foliar fue menor. La rata de Nitrógeno asimilado fue más alto con las dosis de 400 y 300 alcanzando su máxima rata entre los 60 y los 80 días después del transplante y luego disminuyó. La menor rata se alcanzó con dosis de 100 y 200 Kg/ha (37).

En otro estudio, sobre la respuesta del Apio a la aplicación de Nitrógeno y fósforo se trabajó con niveles de Nitrógeno (0,50,100, 150 y 250 Kg/ha) y cuatro dosis de fósforo (0,11,22, y 33 Kg/ha). La producción se incrementó considerablemente al aumentar el nivel de Nitrógeno; la aplicación de fósforo indujo diferencias no significativas en la producción; la fertilización combinada de 200 Kg/ha de Nitrógeno y 33 Kg/ha de fósforo, mostró la máxima producción (31).

En combinación de fertilizantes químicos con abono orgánico (estiercolde corral) niveles de 120 y 160 Kg/ha de Nitrógeno y 50 toneladas de estiercol, dieron las mayores producciones (29) .

El Apio de la variedad "Florida" , en combinaciones de estiercol y

fertilizantes, alcanzó máximas producciones con 55-65T/ha y 360Kg/ha de Nitrógeno (15).

Rodríguez e Higuera (35), anotan que para suelos pobres de la Sabana de Bogotá, aplicaciones de 400Kg de 12-24-12 por hectárea, han dado buenos resultados, completando con una aplicación de Nitrógeno en dosis de 50 a 80 Kg/ha, a las seis semanas del trasplante.

Harold, y Miskimen (32), recomiendan la aplicación de un fertilizante completo 10-10-5 durante el trasplante, aplicación que se repite a las cuatro semanas y posteriormente se hace una aplicación de sulfato de Amonio dentro de las 2 o 3 semanas a partir del trasplante en una cantidad de 5Kg por por cada 100 Kg materia orgánica.

Se han alcanzado máximos rendimientos, con dosis óptimas de 180, 80 y 225 Kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, respectivamente (7).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

El presente ensayo se realizó en la finca "La Samaria", vereda Escocia, municipio de Bosa (Cundinamarca) a 2540 msnm con una temperatura promedio anual de 13.6°C y una precipitación anual de 563.7 mm (11,26).

Durante el año se presentan dos épocas secas y dos de lluvias; las primeras abarcan principalmente los meses de diciembre a febrero y de junio a septiembre.

Esta zona está comprendida entre el tipo de suelo serie Techo, que presenta una topografía plana o moderadamente inclinada y suelos con drenaje pobre e imperfecto (11).

De acuerdo a los resultados presentados en la TABLA 2 del anexo, el suelo donde se realizó el ensayo presentó una textura Franco-Arcillosa; pH neutro o casi neutro (6.6. a 7.3); estos suelos presentan buena disponibilidad de Ca y Mg; moderada disponibilidad de Fósforo y baja disponibilidad de micronutrientes a excepción de molibdeno; la materia orgánica está en un nivel medio (6.5%); la capacidad de intercambio Catiónica es alta, deseable en suelos, por estar asociada con alta saturación de bases, indicando una gran capacidad potencial para suministrar Ca, Mg y K al cultivo.

El P aprovechable está en el suelo en un nivel muy alto, ya que para hortalizas de hoja, los niveles máximos son de 40 ppm.

En cuanto a las bases intercambiables, el estimativo conceptual es como sigue: Para Ca se presenta en un nivel alto, con más de 6 Meq/100 gr; el Mg se presenta en un nivel alto, con más de 2.5 Meq/100 gr; el potasio se presenta en un nivel medio (0,20-0.40); y el Na se encuentra en niveles normales y su contenido es menor de 1 Meq/100 gr. La relación Ca/Mg de 4.35 es amplia.

Los transplantes de Apio se obtuvieron a partir de semillero; la variedad utilizada fue "TALL UTAH" 52-70, escogida por su mejor adaptación a la zona y calidad para mercadeo.

En el estudio se usaron los fertilizantes químicos UREA (46% de Nitrógeno) y SULFATO DE AMONIO (21% de Nitrógeno), este último producido por Monómeros Colombo-venezolanos. El abono orgánico (Gallinaza de ponedoras en jaula) se obtuvo en una explotación avícola de la zona, después de permanecer tres meses en los galpones y de recibir una capa periódica de aserrín siendo luego almacenada bajo techo por espacio de dos meses antes de su aplicación.

3.2. Métodos

El cultivo se desarrolló siguiendo las prácticas culturales utilizadas por los agricultores de la zona.

La siembra en semilleros se hizo al voleo, y se transplantó al sitio definitivo entre los 70 y 90 días, en hileras a 0.30 m y a 0.25 m entre plantas.

El análisis de caracterización de las muestras de suelo, se realizó

en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia.

El fertilizante químico se aplicó en banda, a unos 7 u 8 cm y 5cm de profundidad, así:

UREA : Aplicada a los 30 y 50 días después del transplante.

SULFATO DE AMONIO; Se aplicó todo al momento del transplante.

EL ABONO ORGANICO: Se aplicó dos semanas antes del transplante, al voleo e incorporado con rastrillo.

Todos los tratamientos llevaron una misma dosis base de Fósforo y Potásio (30 y 60 Kg/ha, respectivamente), aplicado todo al momento del transplante.

Esta tecnología se utilizó con base en trabajos reportados por la literatura sobre fertilización en Apio (29, 30,31,33 y 37).

Se usó el diseño de parcelas sub-sub-divididas en bloques al azar, con tres replicaciones (TABLA 1).

Parcela principal: Dosis Gallinaza.

- 1) 0,0 Toneladas/ha
- 2) 25,0 Toneladas /ha
- 3) 50,0 Toneladas/ha

Sub-parcelas: Niveles de Nitrógeno.

- 1) 0 Kg/ha.
- 2) 50 Kg/ha.
- 3) 100 Kg/ha.
- 4) 150 Kg/ha

Tabla 1.
Tratamientos usados en el ensayo

Nº.	Tratamiento		
	Dosis de Gallinaza (Ton/ha)	Nivel de Nitrógeno (Kg./ha)	Fuente química
1	0	0	
2	0	50	UREA
3	0	50	UREA + SAM
4	0	50	SAM *
5	0	100	UREA
6	0	100	UREA + SAM
7	0	100	SAM
8	0	150	UREA
9	0	150	UREA + SAM
10	0	150	SAM
11	25	0	-
12	25	50	UREA
13	25	50	UREA + SAM
14	25	50	SAM
15	25	100	UREA
16	25	100	UREA + SAM
17	25	100	SAM
18	25	150	UREA
19	25	150	UREA + SAM
20	25	150	SAM
21	50	0	-
22	50	50	UREA
23	50	50	UREA + SAM
24	50	50	SAM
25	50	100	UREA
26	50	100	UREA + SAM
27	50	100	SAM
28	50	150	UREA
29	50	150	UREA + SAM
30	50	150	SAM

* Sulfato de Amonio.

Sub-Sub-parcelas: Fuentes de Nitrógeno.

- 1) 100% Urea
- 2) 50% Urea más 50% como S.A.M.
- 3) 100% como S.A.M.

Las pruebas estadísticas realizadas fueron :

Análisis de varianza.

Prueba de Duncan

Análisis de regresión

Análisis de correlación

Cada tratamiento ocupó una parcela de cuatro surcos, de 5mt de largo y distanciados 0.30m, para un área de 6.0 m². Se cosecharon los surcos centrales, para eliminar efectos de bordes.

Las variables medidas para determinar la respuesta del Apio, a los diferentes tratamientos fueron:

Rendimiento (Kg/parcela)

Altura de plantas (cm)

Perímetro total peciños (cm)

La altura y el perímetro se tomaron siguiendo los siguientes criterios:

Altura: desde la base de la planta hasta el máximo crecimiento apical.

Perímetro: perímetro total de peciños en la base de la planta.

La cosecha se hizo en verde a los tres meses después del transplante.

El rendimiento se tomó en Kg/parcela, para posteriormente convertirla en Kg/hectáreas .

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los rendimientos promedios obtenidos al aplicar diferentes cantidades de abono orgánico y fertilizantes nitrogenados se observan en la Tabla 2 .

4.1. Respuesta del Apio a la Gallinaza

La respuesta promedio obtenida a la aplicación de gallinaza se observa en la Tabla 3. El análisis de varianza de los datos de rendimiento (Tabla 3 del anexo) muestra que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre dosis, lo mismo ocurrió al realizar la prueba de Duncan.

La respuesta del Apio a la Gallinaza, en líneas generales, no fue la esperada, lo cual se explica, al menos parcialmente, por la época de aplicación (dos semanas antes del transplante) y la corta duración del cultivo (tres meses), circunstancia que probablemente no permitió una adecuada expresión del efecto del abono, ya que la mayor parte del Nitrógeno contenido en el estiércol se halla en estado orgánico y se mineraliza con relativa lentitud; Por consiguiente debe esperarse que su efecto se manifieste al cabo de un período mayor de tiempo. Lo mismo se puede afirmar para el caso de considerar otros posibles efectos benéficos del estiércol sobre las propiedades del suelo .

Tabla 2

Rendimiento promedio de Apio bajo abonamiento con tres dosis de Gallinaza, cuatro niveles de Nitrógeno y dos fuentes químicas. Promedio de tres replicaciones. Bosa (C/marca.) 1983 B.

Nº.	Tratamiento			Rendimiento Kg/parcela	Rendimiento Ton/ha
	Gallinaza Ton/ha	Nivel-N. Kg./ha	Fuente		
1	0	0	-	8.82	36.76
2	0	50	U	15.58	64.90
3	0	50	U-S	10.91	45.45
4	0	50	S	14.67	61.13
5	0	100	U	14.50	60.40
6	0	100	U-S	14.99	62.47
7	0	100	S	14.03	58.46
8	0	150	U	13.85	57.73
9	0	150	U-S	13.30	55.42
10	0	150	S	12.92	53.84
		promedio		13.36	55.66
11	25	0	-	8.90	37.07
12	25	50	U	13.83	57.60
13	25	50	U-S	12.31	51.29
14	25	50	S	13.15	54.81
15	25	100	U	14.73	61.37
16	25	100	U-S	17.24	71.82
17	25	100	S	14.44	60.16
18	25	150	U	16.68	69.51
19	25	150	U-S	18.52	77.17
20	25	150	S	20.13	83.85
		promedio		14.99	62.47
21	50	0	-	15.51	64.63
22	50	50	U	16.04	66.84
23	50	50	U-S	15.49	64.53
24	50	50	S	14.83	61.80
25	50	100	U	20.65	86.04
26	50	100	U-S	19.02	79.23
27	50	100	S	20.15	83.98
28	50	150	U	17.79	74.13
29	50	150	U-S	20.36	84.83
30	50	150	S	16.36	68.18
		promedio		17.62	73.42
		promedio total...		15.32	63.85

Fuente de N, U : 100% nivel de Nitrógeno como UREA

U+S : 50% como UREA más 50% como Sulfato de Amonio

S : 100% del nivel de nitrógeno como Sulfato de Amonio.

No obstante, y tal como se puede observar en la Gráfica 1, la aplicación de gallinaza consiguió un aumento promedio en los rendimientos desde 50 Ton/ha (testigo) hasta 70 Ton/ha (50Ton/ha de gallinaza). Este incremento si bien es importante en términos absolutos, es necesario analizarlo en términos económicos.

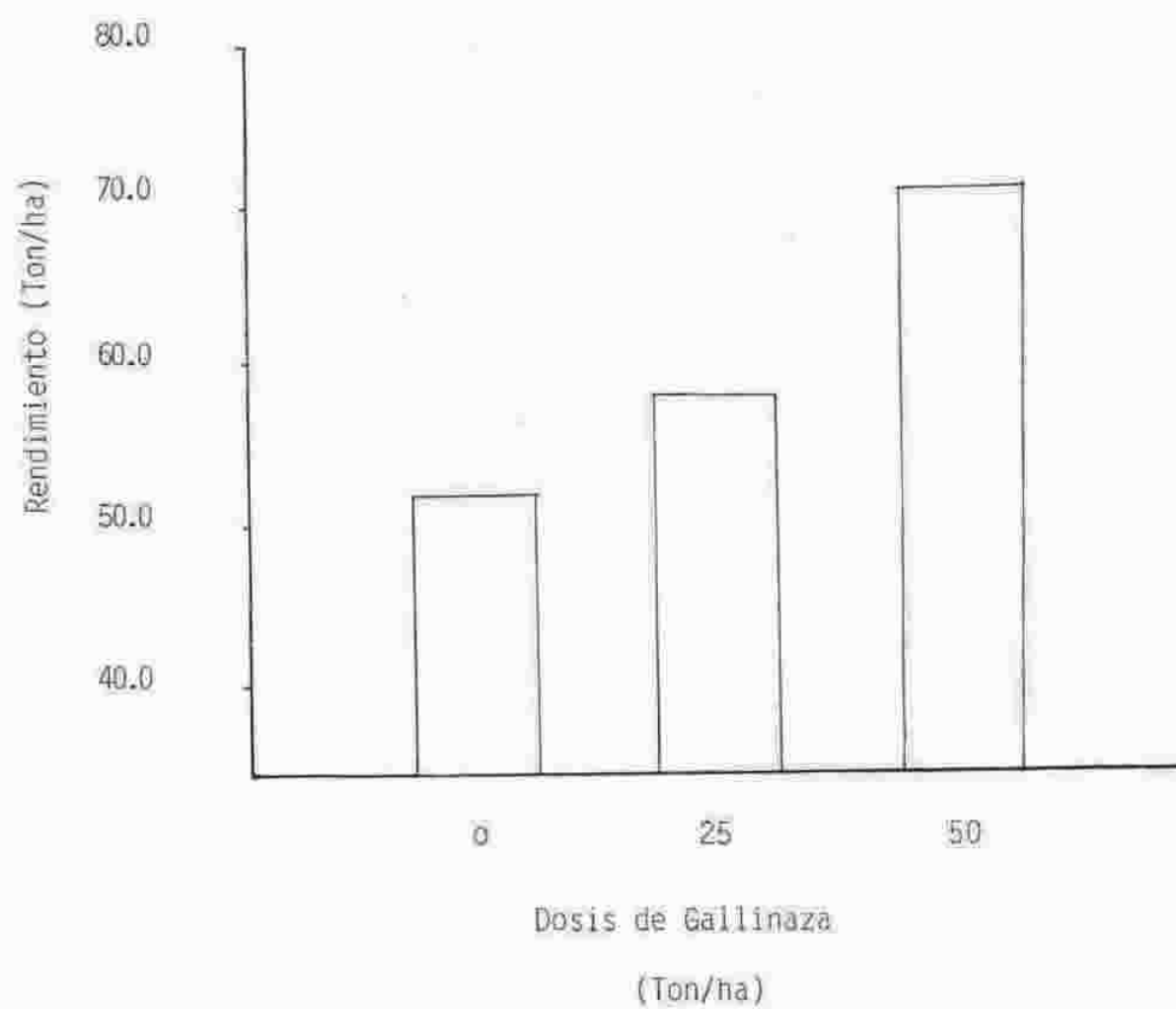
4.2. Respuesta del Apio a niveles de Nitrógeno

Los rendimientos promedios obtenidos bajo el efecto de cuatro niveles de nitrógeno se observan en la Tabla 4. Los promedios más altos se obtuvieron con los niveles 100 y 150 Kg/ha (69.3y 69.4 Ton/ha, respectivamente). El nivel 0 Kg/ha de Nitrógeno (testigo) presentó los rendimientos más bajos.

El análisis de varianza, mostró diferencias altamente significativas entre los niveles de Nitrógeno. La prueba de Duncan permitió establecer que no hay diferencias significativas entre los niveles 50,100 y 150 Kg/ha, resultando estadísticamente iguales ($P > 0.05$). Las diferencias fueron significativas ($P < 0.05$) cuando se comparó cada uno de los tres niveles anteriores con el nivel 0 Kg/ha de Nitrógeno (tabla 3 del anexo).

Lo anterior confirma lo encontrado por otros investigadores (29,31 y33) en lo que concierne a la respuesta positiva del Apio a la fertilización nitrogenada. El incremento en los rendimientos obtenidos, al aumentar los niveles de Nitrógeno, puede ser atribuido a los efectos benéficos de este sobre la planta al producir un mayor desarrollo del sistema foliar.

Con el fin de caracterizar estadísticamente la tendencia de la respuesta del Apio a los diferentes niveles de Nitrógeno utilizados en



GRAFICA 1. Efecto promedio de la Gallinaza en el rendimiento del Apio.

Tabla 3

Rendimiento promedio de Apio Bajo tres dosis de Gallinaza

Gallinaza	Nº.observ.	Rendimiento Ton/ha
0	36	55.66
25	36	62.47
50	36	73.42

Tabla 4

Rendimiento promedio de Apio bajo cuatro niveles de Nitrógeno

Nivel - N. Kg/ ha.	Nº observ.	Rendimiento Ton/ha.
0	27	46.15
50	27	58.71
100	27	69.33
150	27	69.40

el experimento, se efectuó un análisis de regresión .(Tabla 6 del anexo)

Pese a que el nivel de significación fue bajo, la respuesta se ajustó significativamente al modelo de tendencia logarítmica cuya ecuación fué:

$$Y = e^{3.79} + 0.0032x$$

dónde Y representa los rendimientos promedios y
x los niveles usados.

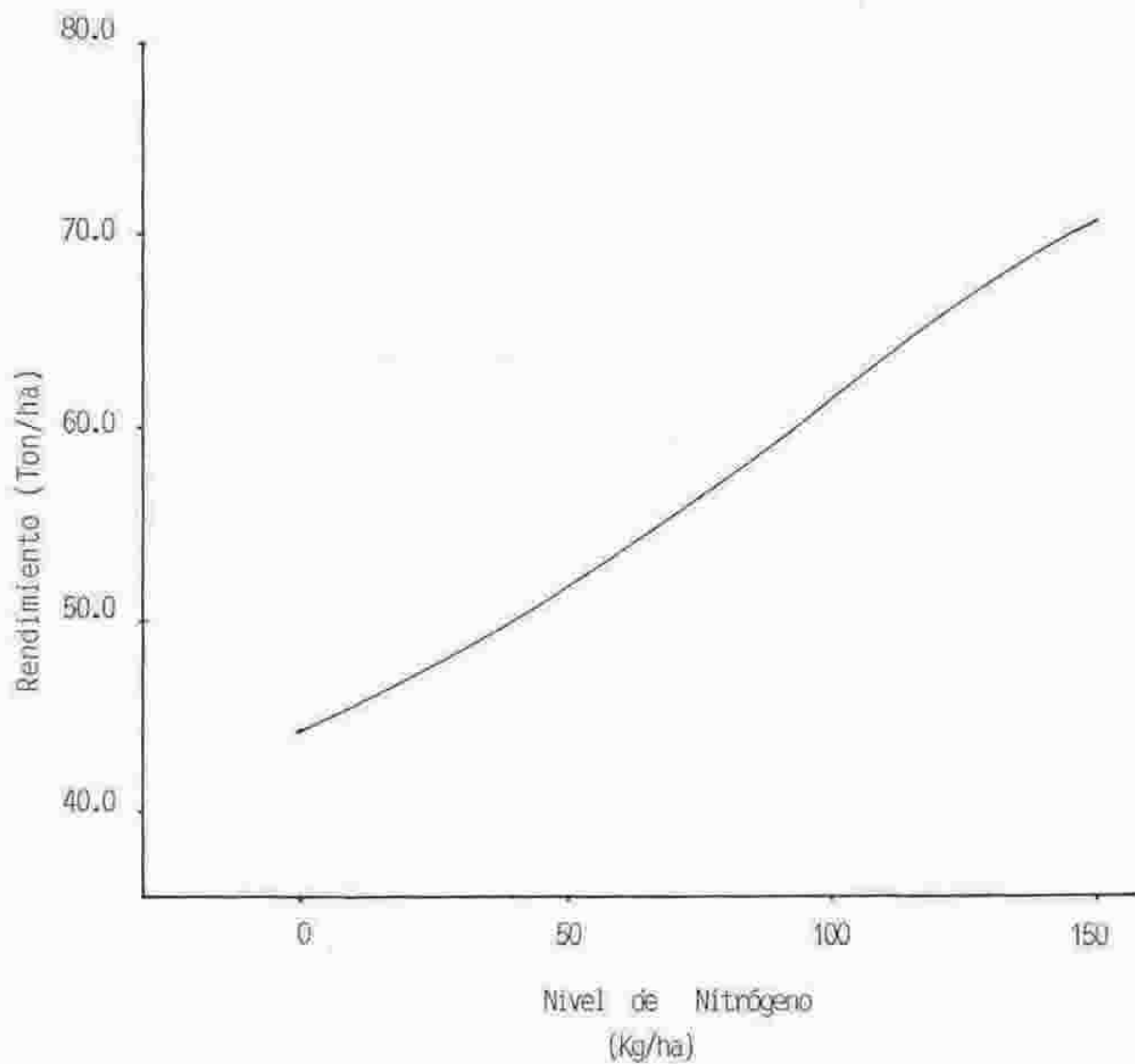
En la gráfica 2 se observa la tendencia general de la curva , en la cual los rendimientos promedios ascienden rápidamente conforme aumenta el nivel de Nitrógeno, hasta alcanzar el máximo con 150 Kg/ha.

4.3. Efecto de las fuentes nitrogenadas sobre el rendimiento

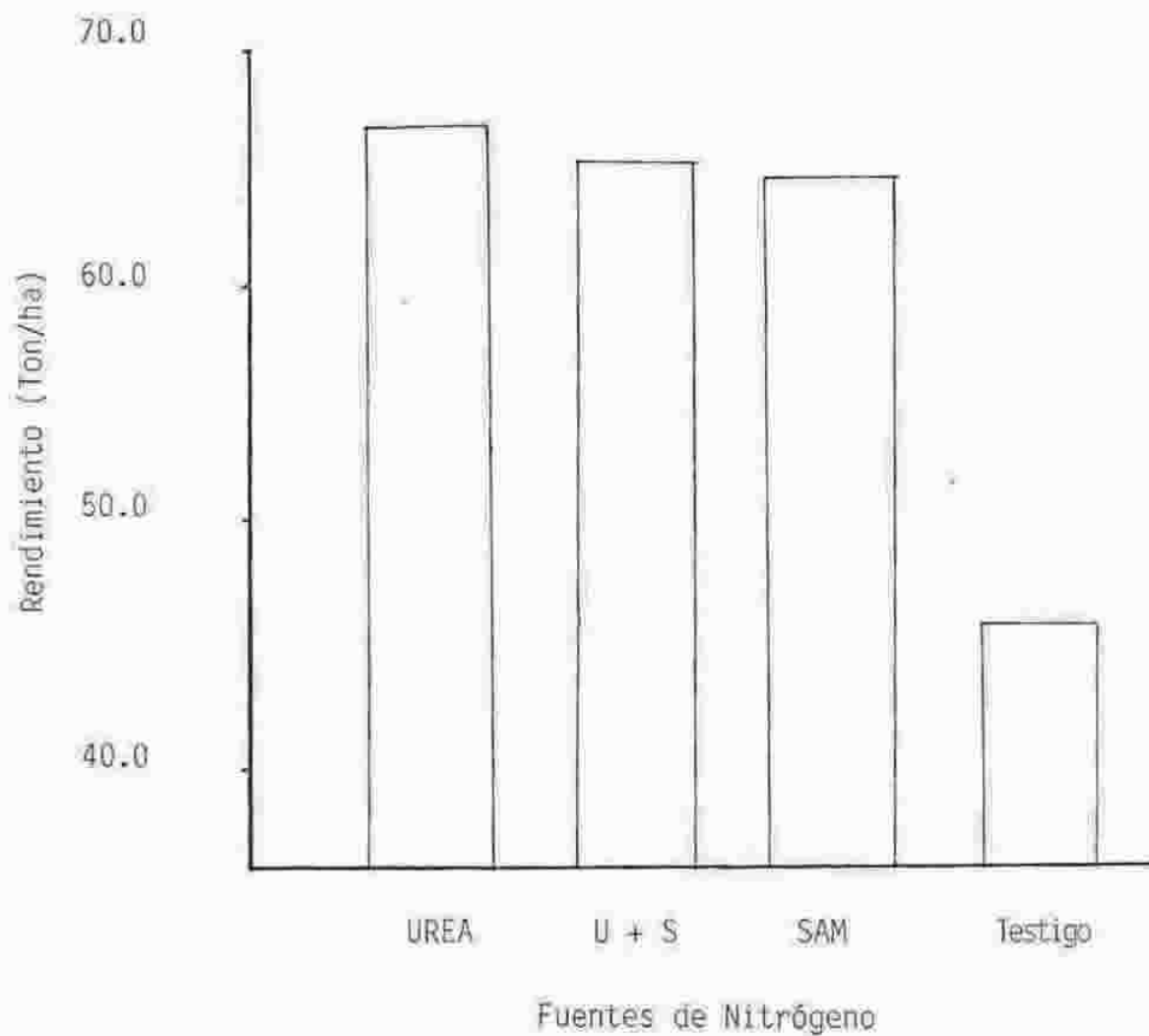
Los rendimientos promedios obtenidos al aplicar dos fuentes de Nitrógeno se observan en la tabla 5. Realizando el análisis de varianza y la prueba de Duncan, las diferencias obtenidas no fueron significativas, lo cual implica un comportamiento agronómico similar de la Urea y el Sulfato de Amonio sobre el rendimiento.

Tal como se aprecia en la grafica 3, los rendimientos promedios para las diferentes fuentes nitrogenadas utilizadas fueron muy similares, aunque ligeramente superiores en el caso de la Urea. Teniendo en cuenta que la aplicación de Sulfato de Amonio incluye al elemento Azufre, además del Nitrógeno, los resultados obtenidos indicarían que, en promedio el Apio, contrario a lo esperado, no respondió a las aplicaciones de Azufre, probablemente debido a que el suelo experimental tenía un buen nivel de este elemento. Al respecto, Guerrero y Burbano (20) encontraron que, en general, los suelos de la Sabana de Bogotá muestran una alta disponibilidad de Azufre.

$$Y = e^{3.79 + 0.0032 X}$$



GRAFICA 2. Efecto promedio de los niveles de Nitrógeno en el rendimiento de Apio.



GRAFICA 3. Efecto promedio de dos fuentes nitrogenadas químicas en el rendimiento del Apio.

Tabla 5

Rendimiento promedio de Apio bajo dos fuentes nitrogenadas

Fuente -N Química	Nº. Observ.	Rendimiento Ton/ha
UREA	27	66.50
U-S	27	65.80
SAM	27	65.13
Testigo	27	46.15

Para determinar la tendencia de la respuesta en cada una de las fuentes (UREA, UREA + SAM y SAM) usadas en el estudio, se calcularon varias regresiones (tabla 7 del anexo) que dieron como resultado ajustes estadísticos bajos pero con significancia estadística para los diferentes coeficientes de regresión.

Con los rendimientos promedios obtenidos al aplicar el Nitrógeno en forma de Urea, la respuesta fué de tendencia cuadrática ($P < 0.05$), según la ecuación:

$$Y = 43.67 + 0.31x - 0.0008 x^2$$

donde Y representa los rendimientos promedios y X los niveles de nitrógeno.

En la gráfica 4 se observa esta tendencia, donde a medida que aumenta el nivel de Nitrógeno aumentan los rendimientos hasta alcanzar un máximo, a partir de la cual, los rendimientos comienzan a disminuir, haciéndose negativa la curva.

Al aplicar el Nitrógeno en forma de UREA + SAM, la regresión de mayor ajuste se expresó mediante la ecuación:

$$Y = e^{3.71 + 0.0039 X}$$

En esta ecuación se aprecia que el Nitrógeno tiene un efecto de tipo logarítmico sobre el rendimiento.

En la gráfica 4 se observa la tendencia general de esta respuesta, mostrando que al aumentar el nivel de Nitrógeno los rendimientos se incrementan positivamente hasta el nivel 150 Kg/ha, a partir del cual tienden a disminuir.

Para la aplicación del Nitrógeno en forma de Sulfato de Amonio, la tendencia de la respuesta fue de tipo logarítmico, según la ecuación:

$$Y = e^{3.83 + 0.0028 X}$$

La tendencia de esta respuesta se aprecia en la gráfica 4, en la cual a medida que se aumenta el nivel de Nitrógeno los rendimientos se incrementan positivamente hasta alcanzar un máximo con el nivel 150 Kg/ha.

En términos generales, las tendencias obtenidas para cada fuente nitrogenada coinciden con la curva promedio obtenida para los diferentes niveles usados, en la cual los rendimientos aumentan positivamente hasta el nivel 150 Kg/ha, a partir del cual se presenta una tendencia a disminuir con la aplicación de dosis más altas.

4.4. Efectos de las Interacciones

En el análisis de varianza no se encontró significancia estadística para las diferentes interacciones, lo cual supone que tanto el efecto de las dosis de Nitrógeno aplicadas como el de la fuente nitrogenada fueron independientes de la dosis de gallinaza utilizada.

De igual manera, la respuesta del Apio a las dosis de Nitrógeno fue independiente de la fuente fertilizante usada (URA, UREA + SAM y SAM).

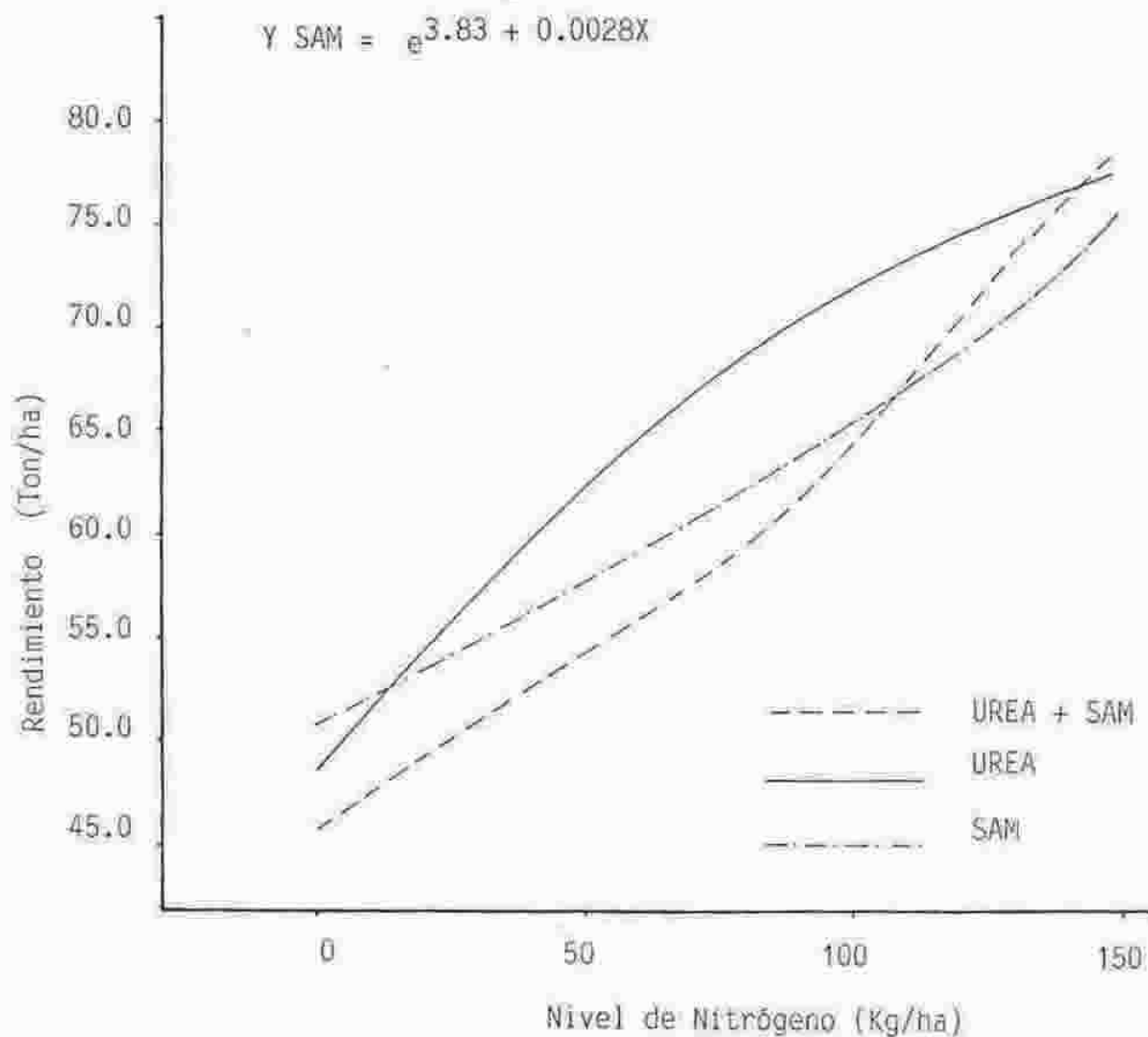
Este resultado coincide con lo encontrado por Mahajan et al (29) quienes no hallaron una interacción significativa entre el nitrógeno y el estiércol, debido a la influencia benéfica independiente del fertilizante y del abono. De hecho se demuestra que para el presente estudio el fertilizante químico aportó la mayor cantidad de Nitrógeno utilizado por las plantas.

Sin embargo, al margen de los índices estadísticos de significancia, en la tabla 2 y la gráfica 4 se puede observar que, en promedio,

$$Y \text{ Urea} = 43.6 + 0.31X - 0.0008X^2$$

$$Y \text{ Urea} + \text{SAM} = e^{3.71+0.0039X}$$

$$Y \text{ SAM} = e^{3.83 + 0.0028X}$$



GRAFICA 4. Efecto de la interacción nivel de nitrógeno por fuente en el rendimiento de Apio

la Urea produjo mayores rendimientos, cuando la dosis de Nitrógeno utilizada fue de 50 Kg/ha, en tanto que a las dosis de 100 y 150 Kg/ha, la combinación UREA + SAM llevó a rendimientos más altos.

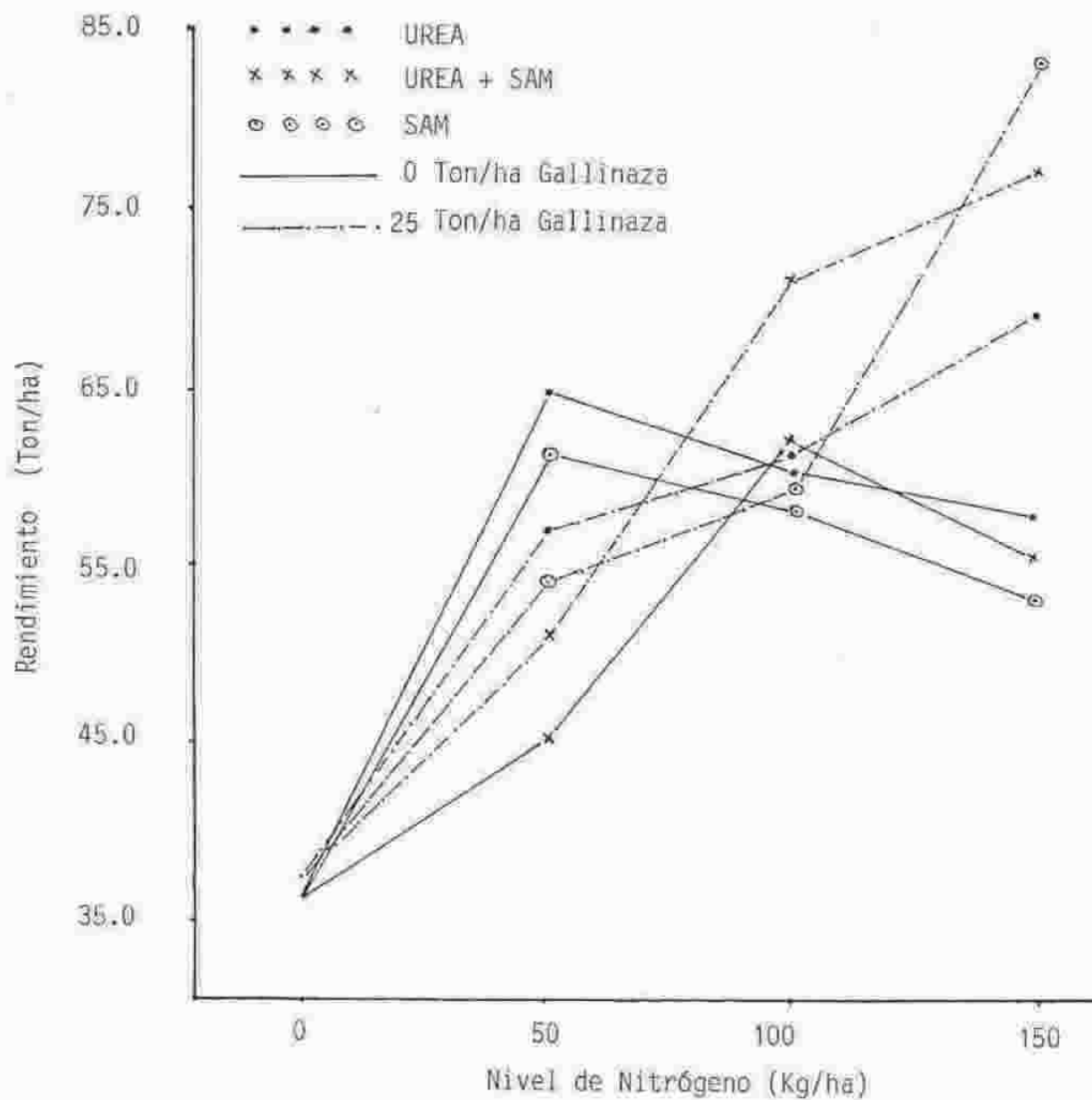
De otra parte, aunque el efecto estadístico no fue detectable al nivel del 5% de significación, en la gráfica 5 y en la tabla 2 resulta evidente que la respuesta a la fertilización nitrogenada mejoró sustancialmente cuando se aplicaron 25 Ton/ha de Gallinaza. Así, en ausencia de Gallinaza, el Apio respondió a un máximo de 50 a 100 Kg/ha de Nitrógeno, en tanto que, cuando se adicionaron 25 Ton/ha de Gallinaza, se consiguieron incrementos adicionales en el rendimiento con las dosis de 100 a 150 Kg/ha de Nitrógeno. Este efecto fue particularmente acentuado en el caso de los tratamientos en los cuales la fuente utilizada fue Sulfato de Amonio + UREA y Sulfato de Amonio solo.

En términos generales, se consiguieron resultados análogos a los anteriores cuando la dosis de Gallinaza fue de 50 Ton/ha.

A manera de ejemplo, se puede observar en la tabla 2 y la gráfica 5 que, en ausencia de Gallinaza, los rendimientos obtenidos con Sulfato de Amonio para las dosis de 50, 100 y 150 Kg/ha de Nitrógeno fueron: 61, 58 y 53 Ton/ha, respectivamente, en tanto que cuando se aplicaron 25 Ton/ha de Gallinaza los rendimientos alcanzados con las mismas dosis de Nitrógeno fueron: 50, 60 y 83 Ton/ha. Otro tanto ocurrió en el caso de la combinación Urea + Sulfato de Amonio.

Consecuente con lo anterior, los mayores rendimientos promedio se obtuvieron con los siguientes tratamientos:

1. Urea (100 Kg/ha de Nitrógeno) + 50 Ton/ha de Gallinaza con un rendimiento de 86 Ton/ha de Apio.



GRAFICA 5. Efecto de la interacción Gallinaza x nivel de Nitrógeno x fuente nitrogenada.

2. UREA + SAM (150 Kg/ha de Nitrógeno) + 50 Ton/ha de Gallinaza: 84 Ton/ha.

3. SAM (150 Kg/ha de Nitrógeno) + 25 Ton/ha de Gallinaza; 83 Ton/ha de Apio.

Es probable que, desde el punto de vista económico, la combinación Sulfato de Amonio (150 Kg/ha de Nitrógeno) + 25 Ton/ha de Gallinaza, sea de mayor interés por el relativo menor costo en lo concerniente a la Gallinaza.

Visto lo anterior, cabe destacar los buenos resultados obtenidos con la combinación SAM + GALLINAZA. El superior comportamiento agronómico de este tratamiento ha sido recientemente comprobado experimentalmente por López y Niño (28) en el caso del cultivo de la papa.

4.5. Efectos sobre las variables de calidad

La altura y el perímetro total de peciños aparecen registrados en la tabla 1 del anexo. Los datos de los parámetros anteriores muestran una tendencia similar a lo ocurrido con el rendimiento, pero presentándose diferencias menos notorias.

Realizado el análisis de varianza y la prueba de Duncan, tanto para la altura como para el perímetro no se presentaron diferencias significativas para la dosis de Gallinaza (Tabla 4 y 5 del anexo).

Para los niveles de Nitrógeno se presentaron diferencias altamente significativas. Recurriendo a la prueba de Duncan, los dos parámetros presentaron un comportamiento similar en los niveles 150, 100 y 50 Kg/ha de Nitrógeno, alcanzándose diferencias entre cada uno de los niveles anteriores con el nivel 0 Kg/ha.

Los niveles 100 y 150 Kg/ha de Nitrógeno presentaron los mejores efectos sobre la calidad del Apio, al observarse planta más altas y de un mayor grosor. Tanto la altura como el perímetro obtenidos con los diferentes niveles de Nitrógeno superaron ampliamente al testigo.

El comportamiento de las fuentes químicas para los dos parámetros, estadísticamente fue similar. En cuanto a las interacciones éstas no presentaron diferencias significativas.

A pesar de lo anterior, se encontró que las plantas fertilizadas con Sulfato de Amonio presentaron una coloración más intensa (verde oscuro) que las fertilizadas con Urea + SAM ó UREA (verde claro), debido posiblemente a una ventaja que generalmente señala como resultado del uso de Sulfato de Amonio en algunos cultivos y que se asocia con el suministro de Azufre.

4.6. Análisis de correlación

El grado de asociación entre la altura y el perímetro con los registros de rendimiento se estableció en base al análisis de correlación respectivo (tabla 8 del anexo).

Con base en los resultados obtenidos, se determinó que hay correlación entre el rendimiento y los parámetros de altura y perímetro, es decir, que los dos últimos influyen positivamente sobre el rendimiento pues las plantas incrementan su peso al aumentar la altura y el perímetro.

El análisis entre la altura y el rendimiento determinó un coefi-

ciente de correlación del 0.874., para el rendimiento y el perímetro de 0.648. De lo anterior se deduce que la altura tuvo el mayor efecto sobre el rendimiento, siendo de un 87.4%, el 12.6 % restante es el efecto debido a otros factores no evaluados en el presente estudio. El efecto del perímetro sobre el rendimiento fue del 64.8%; observándose que la altura y el perímetro presentaron una correlación positiva del 64.0%.

Todos los valores anteriores de la correlación, estadísticamente presentaron diferencias altamente significantes.

4.7. Análisis económico

A pesar de no estar incluido dentro de los objetivos del presente estudio y con el fin de determinar los mejores tratamientos desde el punto de vista económico, se realizó este análisis económico parcial con base en los resultados presentados en la tabla 2 y los precios de los productos en la fecha. El análisis se realizó para las dosis 0 Ton/ha y 25 Ton/ha de Gallinaza, pues, en términos generales para la dosis de 50 Ton/ha se consiguieron resultados análogos.

Tal como se observa en la tabla 9 del anexo, las mayores ganancias netas se obtuvieron con los tratamientos: SAM (150 Kg/ha de Nitrógeno) + 25 Ton/ha de Gallinaza, UREA (50Kg/ha de Nitrógeno) sin Gallinaza y UREA + SAM (100 Kg/ha de Nitrógeno) sin Gallinaza, con ganancias extras sobre el testigo absoluto (0 Nitrógeno + 0 Gallinaza) de \$238,577.15, 222.179,65 y 198,353,40 /ha, respectivamente.

La menor ganancia neta se obtuvo con el tratamiento 25 Ton/ha de Gallinaza sin fertilizante químico, con una ganancia extra por debajo del testigo absoluto de \$-122,520.00 /ha, esto debido al costo de la Gallinaza y al bajo rendimiento obtenido, causado posiblemente por la ausencia de fertilizante químico.

En términos generales, se observa, que los tratamientos con dosis de 25 Ton/ha de Gallinaza tienden a bajar la ganancia neta, lo cual se confirma al observar las ganancias netas promedias, pues las mayores se logran en ausencia de gallinaza, determinando que por el alto costo de esta no se recomendaría el uso de dosis altas, con el fin de obtener los mejores resultados económicos.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye:

1. Las diferentes dosis de Gallinza usadas en el estudio no mostraron diferencias significativas sobre el rendimiento, debido posiblemente al corto tiempo de descomposición del abono y a la corta duración del cultivo, existiendo por lo tanto una baja disponibilidad de Nitrógeno para la planta. Sin embargo y a pesar de que el efecto estadístico no fue detectado, la aplicación de Gallinaza incrementó los rendimientos desde 50 Ton/ha (testigo) hasta 70 Ton/ha (50 Ton/ha de Gallinaza).

2. El Nitrógeno aplicado al suelo en forma de fertilizante químico influyó significativamente sobre el rendimiento del cultivo. Los rendimientos promedios más altos se obtuvieron con los niveles de 100 y 150 Kg/ha.

3. La respuesta promedia del Apio a los niveles de Nitrógeno se ajustó mejor al modelo de tendencia logarítmica . Cuando los niveles de Nitrógeno se aplicaron en forma de UREA la respuesta fue de tendencia cuadrática y al aplicarlos en forma de UREA + SAM ó SAM solo, la respuesta fue de tendencia logarítmica.

4. Aunque el efecto estadístico de las interacciones no fué detectable ($P > 0.05$), cuando se aplicó Gallinaza la respuesta a la fertilización nitrogenada mejoró sustancialmente, especialmente con niveles de 100 a 150 Kg/ha de Nitrógeno y cuando la fuente utilizada fué Sulfato de Amonio o Sulfato de Amonio + Urea.

5. En promedio, las fuentes nitrogenadas presentaron un comportamiento similar sobre el rendimiento, indicando que, no se presentó respuesta al azufre (SAM), debido posiblemente a contenidos adecuados en el suelo donde se realizó el ensayo.

6. La respuesta del Apio en cuando a la altura y perímetro total de peciños (parámetros de calidad) mostró una tendencia similar a lo ocurrido con el rendimiento pero las diferencias fueron menos notorias. Los dos parámetros anteriores correlacionaron positivamente con el rendimiento.

7. Las plantas fertilizadas con SAM presentaron una coloración más intensa (verde oscuro) que las fertilizadas con Urea (verde claro) o las que no recibieron fertilización (amarillas) mejorando así la calidad del Apio: ventaja asociada al suministro de azufre por parte del SAM.

8. Bajo las condiciones experimentales del presente estudio, los mayores rendimientos promedios se obtuvieron con los siguientes tratamientos:

a. UREA (100 Kg/ha de Nitrógeno) + 50 Ton/ha de Gallinaza con un rendimiento de 86 Ton/ha.

b. UREA + SAM (150 Kg/ha de Nitrógeno) + 50 Toneladas de Gallinaza; 84 Ton/ha.

c. SAM (150 Kg/ha de Nitrógeno) + 25 Ton/ha de Gallinaza: 83 Ton/ha de Apio.

10. Un análisis económico parcial indicó que la mayor Ganancia Neta se obtuvo con el tratamiento: SAM (150 Kg/ha de Nitrógeno) + 25 Ton/ha de Gallinaza y la menor con el tratamiento : 25 Ton/ha de Gallinaza sin fertilizante químico. A pesar de lo anterior, en ausencia de Gallinaza se obtuvieron las mayores ganancias netas promedias, debido al muy alto costo actual de este insumo.

11. Debido a la poca información existente y al mal uso que hace el agricultor de la zona de Bosa de los fertilizantes químicos y del abono orgánico, se recomendaría realizar nuevos ensayos de mezclas entre estos, utilizando dosis menores de 25 Ton/ha de Gallinaza con el fin de determinar niveles óptimos de fertilización, disminuir costos y mejorar el nivel de fertilidad de los suelos.

RESUMEN

En la finca "SAMARIA" vereda Escocía, municipio de Bosa (Cundinamarca) a 2.540 msnm, con una temperatura promedio anual de 13.6 °C y una precipitación de 563.7 mm/año, se llevó a cabo el presente ensayo sobre fertilización nitrogenada en Apio, con los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto de tres fuentes de Nitrógeno (UREA, Sulfato de Amonio y Gallinaza) en el rendimiento de Apio.
2. Determinar el efecto de las diferentes fuentes nitrogenadas sobre la calidad del Apio.
3. Determinar la (s) dosis y fuentes (s) que tengan mayor incidencia en el rendimiento y la calidad del Apio.

El suelo utilizado presentó una textura franco-arcillosa, pH neutro o casi neutro (6.6 a 7.3) y un nivel medio de materia orgánica (6.5%).

El Nitrógeno aplicado varió entre 0 y 150 Kg/ha y la Gallinaza entre 0 y 50 Ton/ha. Las fuentes químicas nitrogenadas fueron la UREA, UREA + SULFATO DE AMONIO y el SULFATO DE AMONIO.

El cultivo se realizó siguiendo las prácticas culturales utilizadas por los agricultores de la zona; se utilizó la variedad " TALL UTAH " 52-70, escogida por su mejor adaptación a la zona y calidad para mercadeo. El diseño usado fue el de parcelas sub-sub-divididas en bloques al azar, con tres replicaciones.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la respuesta del Apio a la Gallinaza no fue la esperada, lo cual se explica al menos parcialmente por la época de aplicación (dos semanas antes del trasplante) y la corta duración del cultivo (tres meses) circunstancia que probablemente no permitió una adecuada expresión del efecto del abono.

La respuesta del Apio se incrementó positivamente al aumentar los niveles de Nitrógeno; los promedios más altos se obtuvieron con los niveles 100 y 150 Kg./ha (69.3 y 69.4 Ton/ha., respectivamente) , el nivel 0 Kg/ha presentó los niveles más bajos.

La respuesta en rendimiento a los diferentes niveles usados tuvo un mayor ajuste al modelo de tendencia logarítmica.

Las fuentes químicas nitrogenadas (UREA, UREA + SAM Y SAM) presentaron un comportamiento agronómico similar sobre el rendimiento y la calidad.

El efecto de los niveles de Nitrógeno aplicados como el de las fuentes nitrogenadas fueron independientes a las

dosis de Gallinaza utilizadas. De igual manera la respuesta del Apio a los niveles de Nitrógeno fue independiente de la fuente fertilizante usada.

Aunque el efecto estadístico de las interacciones, no fue detectable cuando se aplicó Gallinaza, la respuesta a la fertilización nitrogenada mejoró sustancialmente, especialmente con niveles de 100 a 150 Kg/ha de Nitrógeno y cuando la fuente usada fue Sulfato de Amonio o Sulfato de Amonio + Urea.

Los parámetros de calidad (altura y perímetro total de pecíolos) mostraron una tendencia similar a lo acurrido con el rendimiento pero presentándose diferencias menos notorias. Se presentó correlación positiva entre la altura y el diámetro con el rendimiento.

Económicamente la mayor ganancia neta se obtuvo con el tratamiento: SAM (150 Kg/ha de Nitrógeno + 25 Ton/ha de Gallinaza) y la menor con el tratamiento: 25 Ton/ha de Gallinaza sin fertilizante químico.

SUMMARY

An experiment carried out Bosa District (Samaria's farm at 2.540 m.o.s.l, 13,6°C temperature; 563,7 mm/year precipitation) to evaluate 3 Nitrogenous Sources (UREA, AMMONIUM SULFATE and hen dropping); and determinate the effects of 3 levels of nitrogen in celery. (apium graveolens).

Clay-loam soil, pH 6.6 to 7.3 and about 6.5% organic matter.

Nitrogen dosages fluctuated between 0 and 150 Kg/ha and the hen dropping between 0 and 50 Ton/ha. The nitrogen chemical sources were: UREA, UREA + AMMONIUM sulphate and AMMONIUM SULFATE.

Cultural practices methods were the same the farmers use. "Tall utah" 52-70, variety was used.

The statistical analysis was plots under - under- divided at random, with three replications.

According to results, the response celery to hen dropping was not as it was hoped, probably due to the early application (two weeks before transplanting)..

The response of the celery was positively increased when nitrogen levels were increased; highest averages were gotten with 100 and 150 Kg/ha (69.3 and 69.4 Ton/ha, respectively).

The different levels showed a bigger logarithmic adjustment for yield.

Nitrogen chemical sources (UREA-UREA + AMS and AMS) showed a similar behavior over yield and quality.

Sources of nitrogen levels were independent to dosages of hen dropping was used.

No statical affect was detet for interactions, when hen dropping was used.

Response to the nitrogenous fertilization was better, specially to nitrogen between 100 - 150 Kg/ha and when the sources were ammonium or ammonium sulphate + UREA.

Parameters of quality (height and petiole diameters) showed a similar behavior as in yield, but no significatives differences.

There was a positive correlation between height and diameter of leaf stalk and yield.

Bigger net profit was gotten with the treatment; AMS (150 Kg/ha nitrogen x 25 Ton/ha of hen dropping and no chemical fertilizer).

Tabla 1 del anexo

Datos de altura y perímetro total de peciños por planta en Ajo

Nº.	Tratamiento			Parámetros	
	Gallinaza Ton/ha	Nivel-N. Kg./ha	Fuente-N.	Altura (cm)	Perímetro (cm)
1	0	0	-	35.00	21.78
2	0	50	U	45.10	25.70
3	0	50	U+S	44.05	23.75
4	0	50	S	43.88	24.46
5	0	100	U	48.02	24.59
6	0	100	U+S	46.88	24.78
7	0	100	S	45.99	24.46
8	0	150	U	44.17	24.70
9	0	150	U+S	43.85	24.57
10	0	150	S	43.28	24.54
	Promedio			44.02	24.74
11	25	0	-	35.10	22.35
12	25	50	U	39.97	24.75
13	25	50	U+S	41.80	24.58
14	25	50	S	41.02	25.71
15	25	100	U	43.32	25.59
16	25	100	U+S	48.13	26.57
17	25	100	S	43.72	24.56
18	25	150	U	47.83	26.73
19	25	150	U+S	49.51	27.72
20	25	150	S	50.42	27.90
	Promedio			44.48	25.54
21	50	0	-	45.48	24.72
22	50	50	U	46.17	25.63
23	50	50	U+S	43.97	24.27
24	50	50	S	44.40	24.77
25	50	100	U	50.60	28.20
26	50	100	U+S	50.36	25.50
27	50	100	S	52.08	26.72
28	50	150	U	47.87	25.76
29	50	150	U+S	49.86	27.58
30	50	150	S	46.45	24.54
	Promedio			47.72	25.52
	Promedio total..			45.41	25.76

Tabla 2 del anexo

Caracterización del suelo

Nº. Muestra	Tex.	pH	MO%	CIC $\frac{mg}{100}$	P-aprob. Bray	Bases cambiables (Meq/100 gr.)			
						Ca.	Mg.	K	Na
1	F-ar	7.4	6.5	22.0	200.0	12.00	2.76	0.40	0.35
2	F/ar	7.3	6.48	22.5	160.0	11.52	3.24	0.35	0.50

Tabla 3 del anexo
Análisis de varianza para rendimiento en Apio

Fuentes de variación	GL.	SC	QM	Fc	F tabulado	
					1%	5%
Bloques	2	2363.75	1181.87	0.448	18.00	6.94
Gallinazá	2	7192.11	3596.06	1.365	18.00	6.94
Error (A)	4	10540.84	2635.21			
Parcela grande	8	20096.70				
Nivel - N	3	9872.92	3290.97	7.124**	5.09	3.16
INTG-N	6	3068.50	511.42	1.107	4.01	2.66
Error (b)	18	8315.07	461.95			
Parcela media	35	41353.19				
Fuente-N	2	19.01	9.51	0.056	5.08	3.19
Gall.fuen.	4	285.20	71.30	0.422	3.74	2.56
Nivel.Fuent	6	575.70	95.95	0.568	3.20	2.30
G N F	12	959.49	79.96	0.473	2.58	1.96
Error(C)	48	8108.58	168.93			
Total	107	51486.47				

** Altamente significativo

C.V. = 21.4%

Tabla 3.1. del anexo

Prueba de Duncan para niveles de Nitrógeno. Promedios ordenados

X	Rendimiento T/ha	Nivel N. Kg/ha	Sx = 4.14			
			Valores P	2	3	4
			ssR	2.97	3.12	3.21
			LSR	12.30	12.92	13.29
X ₁	69.40	150				
X ₂	69.33	100				
X ₃	58.71	50				
X ₄	46.15	0				

$$X_1 - X_2 = 0.08 < 12.30 \quad \text{N.S.}$$

$$X_1 - X_3 = 10.69 < 12.92 \quad \text{N.S.}$$

$$X_1 - X_4 = 23.25 > 13.29 \quad \text{S.}$$

$$X_2 - X_3 = 10.62 < 12.30 \quad \text{N.S.}$$

$$X_2 - X_4 = 23.18 > 12.92 \quad \text{S}$$

$$X_3 - X_4 = 12.56 < 12.92 \quad \text{N.S.}$$

Tabla 4 del anexo
Análisis de varianzá para altura de Apio

Fuentes de variación	gl.	SC	CM	.Fc	F. Tabulado	
					1%	5%
Bloques	2	379.29	189.65	0.550	18.00	6.94
Gallinaza	2	552.02	276.01	0.801	18.00	6.94
Error (A)	4	1378.57	344.64			
Parcela grande	8	2309.88				
Nivel -N	3	1429.59	476.53	8.186**	5.09	3.16
GN	6	498.46	83.08	1.427	4.01	2.66
Error (B)	18	1047.82	58.21			
Parcela media	36	5285.75				
Fuente -N	2	6.96	3.48	0.225	5.08	3.19
GF	4	26.69	6.67	0.431	3.74	2.56
NF	6	10.13	1.69	0.109	3.20	2.30
GNF	12	55.38	4.62	0.299	2.58	1.96
Error (C)	48	742.73	15.47			
Total..	107	6127.64				

** Altamente significativo

C.V.=11%

Tabla 4.1. del anexo

Prueba de Duncan para niveles de N. Promedios ordenados

X	Rendimiento T/ha	Nivel -N. Kg/ha	Sx = 1.47			
			Valores P	2	3	4
X ₁	47.68	100	SSR	2.97	3.12	3.21
X ₂	47.03	150	LSR	4.37	4.59	4.72
X ₃	43.37	50				
X ₄	38.53	0				

$$X_1 - X_2 = 0.65 < 4.37 \quad \text{NS}$$

$$X_1 - X_3 = 4.31 < 4.59 \quad \text{NS}$$

$$X_1 - X_4 = 9.15 > 4.72 \quad \text{S}$$

$$X_2 - X_3 = 3.66 < 4.37 \quad \text{NS}$$

$$X_2 - X_4 = 8.5 > 4.59 \quad \text{S}$$

$$X_3 - X_4 = 4.84 > 4.37 \quad \text{S}$$

Tabla 5 del anexo
Análisis de varianza para perímetro

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	Fc	Ft	
					1%	5%
Bloques	2	0.668	0.334	0.006	18.00	6.94
Gallinaza	2	55.63	27.81	0.482	18.00	6.94
Error(A)	4	230.71	57.68			
Parcela grande	8	287.01				
Nivel - N	3	144.42	48.14	**7.066	5.09	3.16
GN	6	29.94	4.99	0.732	4.01	2.66
Error(B)	19	122.64	6.81			
Parcela media	35	584.00				
Fuente - N	2	2.35	1.18	0.463	5.08	3.19
GF	4	7.65	1.91	0.752	3.74	2.56
NF	6	12.37	2.06	0.811	3.20	2.30
GNF	12	19,36	1.61	0.635	2.58	1.96
Error(C)	48	121.98	2.54			
Total	107					

** Altamente significativo

C.V. =5.66%

Tabla 5.1 del anexo

Prueba de Duncan para nivel - N. Promedios perímetro ordenados

X _i	Diámetro (cm)	Nivel N. Kg/ha	S _x = 0.50			
			Valores de P	2	3	4
X ₁	25.95	150	SSR	2.97	3.12	3.21
X ₂	25.64	100	LSR	2.49	1.56	1.61
X ₃	24.64	50				
X ₄	22.98	0				

$$X_1 - X_2 = 0.31 < 1.49 \text{ NS}$$

$$X_1 - X_3 = 0.31 < 1.56 \text{ NS}$$

$$X_1 - X_4 = 2.79 > 1.61 \text{ S}$$

$$X_2 - X_3 = 1.00 < 1.49 \text{ NS}$$

$$X_2 - X_4 = 2.66 > 1.56 \text{ S}$$

$$X_3 - X_4 = 1.66 > 1.49 \text{ S}$$

Tabla 6 del anexo

Análisis de tendencias en Apio. Modelos matemáticos de los gráficos correspondientes a los niveles de Nitrógeno y Fuentes químicas

Análisis de regresión para niveles . Análisis de varianza

Fuente de variación	gl	SC	CM	Pv	FC
Regresión	1	3.42615153	3.42615153	25.64	0.0001 **
Error	106	14.16571412	0.13363881		
Total	107	17.59186566			

Parámetro	Estimado	Significancia	Error estandar
Intercepto	3.79600746	XX	0.05886179
Sub	0.00318615	XX	0.00062926

$$R^2 = 0.194758$$

$$C.V. = 9.0600 \%$$

Tabla 7 del anexo
Análisis de regresión para fuentes

UREA; análisis de varianza					
Fuente de variación	gl	SC	CM	FV	Signif.
Regresión	2	2968.40202000	1484.20101000	3.81	0.0325
Error	33	12856.39843556	389.58783138		
Total	35	15924.80045556			
Sub	1	2147.00642000		5.51	0.0250
SubxSub	1	821.39560000		2.11	0.1559
Parámetro	Estimado	Significancia	Error estándar		
Intercepto	46.27844444	XX	6.41273420		
Sub	0.42474667	X	0.20596550		
Sub x Sbu	-0.00191067	NS	0.00131587		

$$R^2 = 0.187579$$

$$C.V. = 32.1381 \%$$

UREA - SULFATO DE AMONIO

Fuente de variación	gl	SC	CM	PV	Signific.
Regresión	1	1.73874300	1.73874300	10.57	0.0026
Error	34	5.59317170	0.16450505		
Total	35	7.33191470			

Parámetro	Estimado	Significancia	Error estándar
Intercepto	3.71725239	XX	0.11311427
Sub	0.00393135	XX	0.00120924

$$R^2 = 0.237147$$

$$C.V. = 10.1092 \%$$

Sulfato de Amonio

Fuente de variación	gl	SC	CM	PV	Significancia
Regresión	1	0.85972325	0.85972325	7.18	0.0113
Error	34	4.07070934	0.11972675		
Total	35	4.93043259			

Parámetro	Estimado	Significancia	Error Estándar
Intercepto	3.83498759	XX	0.03649912
Sub	0.00276441	X	0.00103162

$$R^2 = 0.174371$$

$$C.V. = 8.5598 \%$$

Tabla 8 del anexo

Análisis de correlación entre rendimiento, altura y perímetro

Variables	P	Significancia
Rendimiento por altura	0.874	XX
Rendimiento por perímetro	0.648	XX
Altura por perímetro	0.640	XX

P = Coeficiente de correlación

** Altamente significativa

Tabla 9. del anexo.

Ingreso bruto, ingreso neto y ganancia por hectárea en Apio

Tratamiento		Prodcc.	Costo fertil.	Otros costos	Costos to-	Ingreso	Ingreso	Ganancia	
G	N	F	T/ha	+ Gallinaza	tales (\$)	bruto(\$)	Neto(\$)	extra(\$)	
0	-	-	36.76	3965.00	140000.00	143965.00	294080.00	150115.00	-
0	50	U	64.90	6905.35	"	146905.35	519200.00	372294.65	222179.65
0	50	U+S	45.45	7628.30	"	147628.30	363600.00	215971.70	65866.70
0	50	S	61.13	8345.95	"	148345.95	489040.00	340694.05	190579.05
0	100	U	60.4	9856.30	"	149856.30	483200.00	333343.70	183228.70
0	100	U+S	62.47	11291.60	"	151291.60	499760.00	348468.40	198353.40
0	100	S	58.46	12726.90	"	152726.90	467680.00	314953.10	164838.10
0	150	U	57.73	12802.00	"	152802.00	461840.00	309038.00	158923.00
0	150	U+S	55.42	14956.90	"	154956.90	443360.00	288403.10	138268.10
0	150	S	53.84	17107.85	"	157107.85	430720.00	273612.15	123497.15
Promedio			55.56	10558.60	"	150558.60	445280.00	294721.40	144600.40
25	-	-	37.07	12895.00	"	26895.00	296560.00	27595.00	-122520.00
25	50	U	57.60	131905.35	"	271905.35	460800.00	188894.65	38779.65
25	50	U+S	51.29	132628.30	"	272618.30	410320.00	137691.70	-12423.30
25	50	S	54.81	133345.95	"	273345.95	438380.00	165134.05	15019.05
25	100	U	61.37	134856.30	"	274856.30	490960.00	216103.70	65988.70
25	100	U+S	71.82	136291.60	"	276291.60	574560.00	298268.40	148153.40
25	100	S	60.16	137726.90	"	277726.90	481280.00	203553.10	53438.10
25	150	U	69.51	137802.00	"	277802.00	556080.00	278278.00	128163.00
25	150	U+S	77.17	139956.90	"	279956.90	617360.00	337403.10	187286.10
25	150	S	83.85	142107.85	"	282107.85	670800.00	388692.15	238577.15
Promedio			62.47	13558.60	"	275558.60	499760.00	224202.40	74086.40

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIRRE, A.J. 1963. Suelos, abonos y enmiendas. Madrid, Dassa, 451 p.
2. AMBROSIO, G. Información personal. Bosa, D.E. 1983.
3. BAILEY, E.J. Principios de Horticultura. 1978. Comp. Editorial Continental. 3ª edición. pp: 240, 1-252, 3, 4, .
4. BARD, L.M. 1963. manual de tierras y fertilizantes. Barcelona. Editorial Aedos. pp: 45-46.
5. BERNAL, W.Y. LOPEZ, A. 1976. Cultivo del apio. Medellín. Seminario . mimeografiado. 53 p.
6. BERRIOS , A.T. Y MIRANDA, S.F. 1966. Aumente sus cosechas con aplicación de estiércol al suelo. La hacienda (E.U). 61 (8): 46-47.
7. BISHOP, R.F. CHIPMAN, E.W. 1973. Efectos del Nitrógeno, fósforo y potásio sobre la producción y niveles de nutrientes en Apio. Comunicación in soil Science and plant analysis. 4(5): 375-387.
8. BLASCO, M. Formas de Nitrógeno en el suelo y su disponibilidad para las plantas. Suelos Ecuatoriales. 4(1): 345-353, 72.

9. BROADBENTT, F.E. Y BRADFORD, G.R. 1952. Cation - exchange groupings in the soil organic fraction. Soil science. 74(6): 447-457.
10. CAICEDO, L.A. 1972. Curso de horticultura, 3ª edición. Universidad Nacional. Palmira. 286p.
11. CHACON, L.E. 1972. Análisis pluviométrico de la Sabana de Bogotá. Tesis de grado de ingeniero agrónomo. Bogotá. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional. pp:13-20.
12. CHOUCAIR, K. 1965. Huertas y hortalizas. Medellín. editorial Bedout. pp:251.
13. DELDADO, J.L. 1978. Efecto de las aplicaciones de Fósforo y Materia Orgánica sobre los rendimientos y calidad de la cebolla cabezona (allium cepa). Tesis de grado de M. S.c. Bogotá. 110p.
14. FASSBENDER, H.W. 1978. Química de suelos. San José, Costa Rica. editorial IICA. pp:9.
15. FEIGIN, A; SAGIN, B; AVIRAM, H; TSIPILEVITCH. 1976. Response of celery to manure and Nitrogen fertilization under Negev conditions. Hassaden. Agricultural Research Organization. Israel, 56 (9): 1528 - 1534.
16. GARCIA, R.A. 1959. Horticultura. Barcelona. Salvat Editores. pp: 274-279.
17. GOMEZ, F. 1973. Apuntes sobre suelos y fertilizantes. Medellín. Politécnico Colombiano. Departamento de Tecnología Agropecuaria. 104p.

18. GRAU, A.L. 1959. Horticultura especial. Barcelona(ESP) editorial Síntesis. pp:125-130.
19. GUERRERO, R.R. 1982. Los fertilizantes químicos, propiedades y comportamiento agronómico. Bogotá. Monómeros Colombo Venezolanos, S.A. Mimeografiado. 33p.
20. ----- Y BURBANO, O.H. 1979. Fracciones de Azufre y niveles críticos de disponibilidad para las plantas en suelos de los Llanos Orientales y la Sabana de Bogotá. Suelos ecuatoriales, 10 (2): 232-244.
21. HIGUITA, F. 1970. Horticultura. Bogotá. Manual de asistencia técnica N° 5. ICA. 65 p.
22. ----- K. 1973. Respuesta del coliflor, la cebolla y la remolacha al abonamiento químico y orgánico. Tesis de grado de M.Sc. Bogotá. 74p.
23. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1977. Curso sobre Hortalizas. compendio N° 21. pp:305-310.
24. ----- . 1981. Fertilización en diversos cultivos. 4ª aproximación. Manual de asistencia técnica N° 25. pp: 51-52.
25. ----- . 1971. Hortalizas y frutales . Informe de progreso. 1970 -71. pp:48 y 151.
26. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODASSI. 1962. Levantamiento agrológico de la cuenca alta del Río Bogotá. 109 p.

27. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS. 1960. Sería conveniente añadir "compost " a los suelos negros de la Sabana. Tecnología (Col). 2 (4) : 16-27.
28. LOPEZ, A. Y NIÑO, W. 1984. El uso de la roca fosfórica en combinación con la materia orgánica y el Azufre en el cultivo de la papa. Tesis de ingeniero agrónomo. Bogota, Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. 77p.
29. MAHAJAN, V.P.; RANDHAWA, G.S; Y BAINS, D.S. 1974. Response of celery to graded doses of Nitrogen and farmyard manure. Khalsa College, Amritsar, Punjab. Indian J. Agric. Sci, 44(12): 881-883.
30. ----- . 1977. Effect Of Row Spacing And Levels Nitrogen on The Seed Yield Of Celery, J, Res Punjab Agric. Univ, 14 (1) :15-17.
31. ----- . V.P. SAWHNEY , J.S. Y RANDHAWA, G.S. 1973. Response of celery (apium graveolens L) to different. Levels of Nitrogen and phosphorus application . Punjab Agricultural University. Ludhiana. Indian J. Agric. Sci. 43(11): 1006-1007
32. MISKIMEN, G. W. Y WINTERS, F.H. 1967. Cultivo de las hortalizas en la región del Caribe. Mexico. Centro Regional de ayuda técnica. 239-242.
33. MITAL, S.P; SINGH, R.P; BHAGAT, N.R; MAHESHWARI, M.L. 1975. Response of celery to Nitrogen and row spacing. new delhi , India. Indian journal of Agronomy. 20 (3):

278-279.

34. QUINTERO, D.R: 1975. Respuesta del Coliflor al Nitrógeno, Fósforo y abono de establo y sus efectos residuales. Tesis de grado de M. Sc. Universidad Nacional -ICA. Bogotá. pp 9.
35. RODRIGUEZ , E. e HIGUITA, F.1968. Recomendaciones para el cultivo de hortalizas. ICA.Boletín de divulgación N°.13. pp: 14-15.
36. SOCIEDAD COLOMBIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO. 1980.Fertilidad de los suelos. diagnóstico y control. pp: 234, 239, 308,309.
37. STARK , J. C; JARRELL,W. M. Y LETEY, J. 1982. Relation ships between growth and nitrogen fertilization of celery. hort science. 17(5) : 754-755.
38. TAMARO , D. 1960. Manual de horticultura. barcelona. Editorial Gustavo Gili, S.A. 153-154.
39. THOMPSON , H.C.Y KELLY, W. C. 1957. Vegetable Crops. New York . pp: 13-14.
40. TISDALE, S.L.Y NELSON , W.L. 1963. Soil fertility and fertilizers. New York. pp: 308, 309.