

PROGRAMA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS EN CIENCIAS AGRARIAS - UN - ICA

T R A B A J O E S P E C I A L

EFECTO DE LA APLICACION DE SAL COMUN SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE LA REMOLACHA
(Beta vulgaris L.) Y SOBRE LA COMPOSICION DEL SUELO QUE
LA PRODUCE

Orlando Monsalve Uribe
Producción de Cultivos

Tibaitatá, Febrero de 1.978

A G R A D E C I M I E N T O

El autor expresa su gratitud al doctor FABIO HIGUITA M. del Programa de Hortalizas por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo y por sus acertadas sugerencias.

Igualmente reconoce los servicios del personal del Programa de Hortalizas del C.N.I.A. Tibaitatá y del señor ERNESTO PRIETO de la Oficina de Meteorología del mismo Centro.

Al Director y al personal del Laboratorio de Suelos, por la colaboración prestada en la realización de los análisis de suelo.

Mención especial merecen la señora DORA SUAREZ DE GUTIERREZ y la señorita MERCEDES ROCHA MARTINEZ quiénes realizaron la labor mecanográfica del trabajo.

C O N T E N I D O

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	2
3. MATERIALES Y METODOS	6
3.1. Primer experimento	7
3.2. Segundo experimento	8
4. RESULTADOS	9
4.1. Primer experimento	9
4.2. Segundo experimento	13
5. DISCUSION	16
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
7. RESUMEN	25
8. SUMMARY	26
9. BIBLIOGRAFIA	27

LISTA DE TABLAS

TABLA No.	Fágina
1. Rendimientos obtenidos con diferentes aplicaciones de sal común en remolacha	9
2. Resultados de los análisis de suelo obtenidos en el primer ensayo.	10
3. Precipitación pluvial ocurrida durante el ciclo del primer ensayo de remolacha y otras hortalizas ...	11
4. Rendimientos en tons/ha, de cuatro hortalizas obtenidos en un suelo con residuos de sal común	11
5. Rendimientos obtenidos mediante aplicaciones de sal común en remolacha 2o. ensayo.	13
6. Resultados de los análisis de suelo obtenidos en el Segundo Experimento	12
7. Lluvia caída durante el segundo cultivo de remolacha y otras hortalizas	12
8. Rendimiento en tons/ha. de cebolla "cabezona", obtenidos en un suelo con residuos de sal común ...	14
9. Contenidos iniciales y finales de Na en el suelo (meq/100 grs.) obtenidos en dos experimentos con remolacha	15

LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Página
FOTO No.	
1. Vista parcial de la siembra de hortalizas, realizada luego de la cosecha de remolacha, Primer experimento.	16
2. Detalle de algunas parcelas sembradas en rotación con remolacha a la cual se le había aplicado sal.	17
3. Bulbos de cebolla provenientes de diversas parcelas con residuos de sal común. Segundo experimento. ..	18

1. INTRODUCCION

Algunos cultivos como la remolacha de mesa, la acelga, los espárragos y la espinaca, se ven notoriamente favorecidos por aplicaciones considerables de sal. Estos cultivos, no solo soportan grandes cantidades de sal sino que su crecimiento se ve favorecido por la presencia de so dio.

Se ha sugerido que el sodio no puede sustituir al potasio en sus funcio nes en la vida de las plantas y animales debido al antagonismo existente entre estos dos elementos.

Se cree además que el sodio es necesario para algunas funciones metabólicas en la planta distintas a las que controla el potasio.

En base a las consideraciones anteriores, se efectuó un experimento con remolacha, en los lotes del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá". Los objetivos del trabajo fueron:

- a. Observar los efectos positivos o negativos de la sal sobre la produc ción de la remolacha de mesa.
- b. Evaluar el posible efecto residual de la sal sobre los cultivos hor tícolas en rotación, sembrados luego de la cosecha de la remolacha.

2. REVISION DE LITERATURA

Son numerosos los investigadores que afirman que las aplicaciones de sal en remolacha producen favorables rendimientos (17) y en el caso de la remolacha azucarera, aumentan la producción de azúcar (18); de otra parte, la sal no restringe la absorción de N, P y K (2).

Para comprender más fácilmente el efecto de la sal en la planta, conviene separar este compuesto en sus dos elementos químicos: Na^+ y Cl^- , un catión monovalente y un anión monovalente respectivamente.

El papel del sodio en la nutrición vegetal, se comenzó a estudiar en 1894 en Rhode Island y ha sido siempre tema de controversia. Muchas cosechas crecen y producen de una manera normal, sin la presencia de este elemento en el medio (12). No se le considera esencial, ya que se encuentra en la planta ejerciendo ciertas funciones no vitales. Algunos autores lo incluyen dentro de los llamados "elementos accesorios" (19). Sin embargo algunas plantas como la remolacha azucarera, la remolacha de mesa y la acelga, se ven favorecidas por la presencia de sodio en el suelo.

Adams (1) y Lehr (17), afirman que el sodio es un nutriente para la remolacha siendo casi igual de importante como el potasio pero sin llegar a sustituirlo.

La remolacha responde a la aplicación de sodio, aún en presencia de grandes cantidades de potasio (11, 16).

Según Harmer (10), el sistema radical de la remolacha tiene algún meca-

nismo especial de selectividad del sodio por lo cual este catión es absorbido en presencia de potasio. Lehr (17), considera que el carácter halofítico de esta planta hace que muestre una pronunciada respuesta del sodio.

Se tiene mucha certeza de que el sodio tienen alguna función específica dentro de la planta de remolacha. Produce notorios aumentos en los rendimientos; mejora el color del follaje y el vigor de la planta; brinda resistencia a enfermedades; reduce la transpiración y el marchitamiento durante épocas secas o calurosas (12). Las exigencias de sodio parecen variar con el ciclo de la planta. Es así como la remolacha azucarera soporta muy poca sal durante su germinación, pero una vez establecida, puede tolerar tres veces más salinidad (4).

Larson y Pierre (16) aplicaron sodio y potasio en remolacha, avena y maíz, encontrando que la remolacha realmente absorbe sodio en tanto que el maíz lo excluye. Similares resultados fueron obtenidos por Collander (5) y Wehunt (28).

En ensayos de invernadero, el sodio aumentó la producción de remolacha en 3.8 gramos por pote sin aplicación de potasio, y aumentó la concentración de sodio en la planta (15).

Los síntomas de deficiencia de sodio en remolacha son: formación de color oscuro en las hojas, aparición de tejido corchoso en las nervaduras y crecimiento horizontal de las hojas a partir del centro ó corazón.

En relación al cloro, Ulrich y Ohki (27) afirman que este elemento es esencial para el crecimiento de la remolacha azucarera. Edmond et al (8), dicen que según investigaciones recientes, el cloro es esencial para el crecimiento de 11 especies de plantas, siendo el agua lluvia la principal fuente de suministro.

En trabajos realizados por Boyer, citado por Stout (23), se encontró que la remolacha azucarera experimentaba una fuerte restricción en su crecimiento sin un suplemento de cloro. La remolacha azucarera es muy tolerante al cloro y su succulencia aumenta cuando es fertilizada con este elemento (9).

En ensayos con palma aceitera en el Perú, se observaron aumentos del 18% en la producción de racimos sobre el testigo mediante aplicación de 1.5 kgs de cloruro de magnesio por árbol (6). Los autores atribuyeron al cloro los efectos benéficos encontrados.

Según Stout (23), las plantas requieren una libra de cloro por cada cuatro mil libras de materia seca que produzcan. Ciertas cosechas necesitarían aún 5 libras ó más por acre.

De acuerdo con investigaciones hechas en California, el requisito mínimo de cloro de las especies es de 100 ppm del peso seco (8).

Los síntomas de deficiencia de cloro en remolacha son: clorosis intervenal en hojas jóvenes; además en los primeros estados del desarrollo

de la planta se forman depresiones en áreas intervenales parecidas a las causadas por deficiencia de magnesio (27).

Cásseres (3) recomienda el uso de sal común en remolacha, como un suplemento al fertilizante.

Harmer (11) demostró que la remolacha de mesa aumentaba en forma notoria los rendimientos cuando se fertilizaba con 500 a 1.000 kilogramos de sal por hectárea.

En experimentos realizados por Sayre y Shafer (22) y Few (21), se comprobó que los beneficios obtenidos con la sal en el cultivo de la remolacha de mesa se deben al catión sodio y no al cloro, como lo había sugerido Tottingham (26) anteriormente.

3. MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos experimentos en diferentes lotes del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá", cuyos suelos respectivos corresponden a la serie Mosquera. Dichos suelos poseen buen drenaje y relieve plano.

Se transplantó remolacha de la variedad Crosby's Egyptian, que durante varios años se ha adaptado muy bien a las condiciones de la Sabana (13).

Se aplicaron dosis variables de sal común en ambos ensayos.

Los análisis de suelo se realizaron antes de la siembra y después de la cosecha con el fin de observar el efecto del sodio en el suelo y determinar el estado general de fertilidad del mismo.

El efecto de la sal se midió en base al rendimiento por hectárea de plantas con hojas.

Después de cosechada la remolacha y sin perturbar el suelo, se sembraron varias hortalizas sobre las parcelas del ensayo, para detectar visualmente y mediante el peso de la cosecha, los efectos perjudiciales de los residuos de sal sobre los rendimientos de cultivos en rotación.

No se aplicó ningún otro fertilizante.

Se obtuvieron registros de lluvia caída durante todo el desarrollo del trabajo (dos experimentos).

3.1. Primer experimento.

Se utilizaron dosis de 200, 400 y 600 kgs/ha de sal común en comparación con un testigo. El área de la parcela fué de 21.6 metros cuadrados (1.2 x 18) y consistía de 4 surcos de 18 m. de longitud, separados entre sí 30 cms.

Se empleó un diseño de bloques al azar con tres replicaciones. La sal se aplicó manualmente y en forma granular directamente sobre los surcos y cuando las plantas habían "prendido".

Las remolachas se cosecharon con follaje a los 4 meses después de la siembra. Se pesó su respectiva producción por parcela.

A los 18 días después de la cosecha de la remolacha se sembraron en las mismas parcelas las siguientes hortalizas: repollo, lechuga, coliflor y repollita. Estas especies no recibieron sal sino que les correspondieron los mismos tratamientos que anteriormente había tenido la remolacha. (0, 200, 400 y 600 kgs/ha, de sal). Luégo de cosechadas estas hortalizas, se obtuvo su rendimiento en toneladas por hectárea.

Este experimento se inició en Septiembre de 1976 y culminó en Marzo de 1977.

3.2. Segundo experimento.

Para el segundo ensayo se emplearon dosis de 0, 250, 500, 750 y 1.000 kgs/ha de sal común. El área de la parcela fué de 6 metros cuadrados y consistía de 4 surcos de 5 metros de largo separados 30 cms.

El diseño empleado fué el de bloques al azar con 4 repeticiones.

La sal se aplicó a mano en forma granular, directamente sobre el surco y cuando las plantas ya se habían establecido totalmente.

Las plantas se cosecharon con su respectivo follaje a los 4 meses después de la siembra y se obtuvo la producción de cada parcela en kgs/ha.

A los 15 días después de la cosecha de la remolacha, se sembró cebolla "cabezona" de la variedad Granex, en las mismas parcelas donde estuvo aquella y desde luego le correspondieron los mismos tratamientos que había tenido antes el cultivo de remolacha. Luego de cosechada la cebolla, se obtuvo su rendimiento en toneladas por hectárea.

Este ensayo se inició en Marzo de 1977 y culminó en noviembre del mismo año.

4. RESULTADOS

4.1. Primer experimento.

En la Tabla 1 se presentan las producciones de remolacha obtenidas en el primer ensayo. Los datos incluyen el peso de las hojas, dado que éstas también consumen nutrimentos del suelo y porque tienen valor alimenticio al menos para animales.

TABLA 1. Rendimientos obtenidos con diferentes aplicaciones de sal común en remolacha. Tibaitatá 1977.

Tratamiento (kgs/ha)	Rendimiento* (tons/ha)
0	63.60
200	67.25
400	72.10
600	77.05

* Promedio de tres replicaciones.

De acuerdo a la prueba de significación de Duncan (7), hubo diferencia estadística al nivel del 5%, entre el tratamiento más alto (600 kgs/ha de sal) y el testigo. Entre los demás tratamientos

no hubo diferencias significativas. El coeficiente de variabilidad para este primer ensayo fué de 3.62%.

La Tabla 2 permite comparar los análisis de suelo antes de la siembra y después de la cosecha de remolacha.

TABLA 2. Resultados de los análisis de suelo obtenidos en el primer ensayo.

Característica	Antes de la siembra.	Después de la cosecha.
Textura	Franco-limoso	Franco-limoso
pH	6.0	5.9
Mat. orgánica (%)	8.0	8.7
p (ppm.)	55.00	55.44
Al (mea/100 gr.)	0.1	0.3
Ca "	13.40	13.21
Mg "	3.70	2.46
K "	0.24	0.08
Na "	1.10	2.48
C.E. (mmohs/cm.)	1.80	1.63

Los datos de lluvia correspondientes al primer cultivo se presentan discriminados en la Tabla 3, de acuerdo a las distintas prácticas realizadas en el ensayo.

TABLA 3. Precipitación pluvial ocurrida durante el ciclo del primer ensayo de remolacha y otras hortalizas.

Epocas	Cantidad de lluvia (mm.)
Transplante remolacha - aplicación de sal	39.9
Aplicación de sal - cosecha de remolacha	123.3
Cosecha de remolacha - transplante hortalizas	4.3
Transplante hortalizas - cosecha lechuga	11.6

El rendimiento de las hortalizas sembradas posteriormente a la cosecha de la remolacha, se presentan en la Tabla 4.

TABLA 4. Rendimiento en tons/ha, de cuatro hortalizas, obtenidos en un suelo con residuos de sal común. Tibaitatá 1977.

Cultivo	Dosis de sal (kgs/ha)	Rendimiento
Lechuga	200	24.1
Repollo	400	57.6
Coliflor	400	66.6
Repollita	200	6.8

El crecimiento y desarrollo de las hortalizas fué normal y no se evidenciaron síntomas de toxicidad ó desordenes fisiológicos.

TABLA 6. Resultados de los análisis de suelo obtenidos en el segundo experimento.

Características	Antes de la siembra.	Después de la cosecha.
Textura	Franco-arcillo-limoso	Franco-arcillo-limoso
pH	6.0	5.8
Mat. org. (%)	8.01	9.20
P (ppm.)	46.56	30.85
Al (mea/100 gr.)	0.2	0.2
Ca "	12.6	12.2
Mg "	4.3	3.3
K "	0.1	0.06
Na "	3.47	3.82
C.E. (mmhos/cm)	2.43	3.60

TABLA 7. Lluvia caída durante el segundo cultivo de remolacha y otras hortalizas.

Epocas	Cantidad de lluvia (mm.)
Transplante remolacha - aplicación de sal	103.0
Aplicación de sal - cosecha de remolacha	27.5
Cosecha de remolacha - transplante cebolla	11.8
Transplante cebolla - cosecha cebolla	290.6

4.2. Segundo experimento.

Las producciones de remolacha obtenidas en este ensayo se presentan en la Tabla 5. Se incluye el peso de las hojas.

TABLA 5. Rendimientos obtenidos mediante aplicaciones de sal común en remolacha. 2o. ensayo.

Tratamiento (kgs/ha)	Rendimiento* (tons/ha)
0	50.00
250	66.63
500	69.96
750	91.06
1,000	72.20

* Promedio de tres replicaciones.

De acuerdo a la prueba de Duncan (7), hubo diferencias significativas (nivel del 5%) entre la dosis de 750 kgs/ha. de sal y las demás, no existiendo diferencias entre éstas. El coeficiente de variación fué de 11.5%.

En la Tabla 6 se muestran los resultados de los análisis de suelo obtenidos antes de la siembra y después de la cosecha de este segundo ensayo.

En la Tabla 8 se aprecian las producciones obtenidas con cebolla cabezona sembrada en las mismas parcelas de la remolacha.

TABLA 8. Rendimientos en tons/ha de cebolla "Cabezona" obtenidos en un suelo con residuos de sal común. Tibaitatá 1977.

Dosis de sal (kgs/ha)	Rendimiento (promedio de 3 replicaciones)
0	20.00
250	21.40
500	20.83
750	17.03
1.000	14.30

El material cosechado presentó tamaño uniforme dentro de cada tratamiento aunque con diferencias entre tratamientos (Ver foto No.3).

Presentó además muy buena calidad en razón del buen proceso de "curación".

En la Tabla 9 se comparan los contenidos de Na obtenidos antes de la aplicación de la sal y después de la cosecha de la remolacha en los dos experimentos.

TABLA 9. Contenidos iniciales y finales de Na en el suelo (meq/100 gr.), obtenidos en dos experimentos con remolacha. Tibaitatá 1977.

Tratamiento (kgs/ha)	Antes de la aplicación.	Después de la cosecha.
<u>Primer ensayo</u>		
200	1.1	2.97
400	1.1	2.31
600	1.1	2.16
<u>Segundo ensayo</u>		
250	3.5	4.0
500	3.1	3.3
750	3.8	4.0
1.000	3.5	4.0



FOTO No. 1

Vista parcial de la siembra de hortalizas rea
lizada luégo de la cosecha de remolacha. Pri
mer experimento. (Foto: autor).



FOTO No. 2.

Detalle de algunas parcelas sembradas en rotación
con remolacha a la cual se le había aplicado sal.

(Foto: autor).



FOTO No. 3.

Bulbos de cebolla provenientes de diversas parcelas con residuos de sal común. Según do experimento. (Foto: autor).

5. DISCUSION

Se presentan notorios aumentos en la producción de remolacha con aplicaciones superiores a 600 kgs/ha de sal. De acuerdo al segundo ensayo, con dosis superiores a 750 kgs/ha de sal, los rendimientos empiezan a decrecer.

Estadísticamente y en el 95% de los casos, la producción de remolacha con aplicaciones entre 600 y 750 kg/ha, es mayor que cuando no se realiza ninguna aplicación.

En la Tabla 2 se observa una disminución en el contenido de Mg del suelo y otra menos fuerte en el contenido de Ca. Este resultado está de acuerdo con los trabajos de Nightingale y Smith, citados por Comenares (4) quienes comprobaron que el Na afecta la absorción del Ca, lo cual era compensado por una mayor toma de Mg.

En ambos ensayos la conductividad eléctrica final, fué menor de 4 mmhos/cm, lo que indica que el suelo no sufrió salinización. De igual manera el porcentaje de saturación con sodio fué menor de 15, aún cuando se observó un aumento en el contenido de este nutriente, tal como se observa en la Tabla 9. Por tanto es conveniente tener cuidado con el uso de cloruro de sodio al suelo.

La Tabla 9, permite observar que los contenidos finales de sodio no sobrepasaron la cifra de 4 miliequivalentes por 100 grs de suelo, que es considerada el nivel crítico del sodio para las condiciones colombianas. Por tanto el contenido de sodio residual no ofrece peligro para cultivos posteriores.

En la misma Tabla se aprecia que los contenidos finales de Na fueron más altos en el segundo experimento. En este resultado influyó sin duda la menor cantidad de lluvia caída en este ensayo con relación al primero de ellos, la cual disminuyó el lavado del sodio. En las Tablas 3 y 7 se aprecian los datos de lluvia para estos dos experimentos (123.3 mm. para el primero, contra 27.5 mm del segundo..

Aparte de no presentar efectos tóxicos, las hortalizas sembradas después del cultivo de remolacha, se beneficiaron del aumento ocurrido en la cantidad de materia orgánica del suelo, provocado por el mismo cultivo de remolacha.

Los análisis de ambos suelos permiten apreciar un aumento en la relación $(Ca + Mg + Na) : K$ en el suelo luégo de la cosecha de remolacha, lo cual posiblemente contribuyó a obtener mayores rendimientos. Lo anterior está de acuerdo con Larson (16) quién afirma que las producciones de remolacha aumentan cuando se incrementa las relaciones $(Ca + Mg + Na) : K$, mediante el suministro de sodio. Esto indica que la proporción en que intervienen los distintos elementos, influye en la respuesta final del cultivo. Al respecto, Lehr (17) supone que la cuestión es más bien un problema de equilibrio de cationes, que una relación aislada entre el sodio y el potasio. Es de anotar la notoria reducción de K intercambiable en el suelo por efecto de la extracción del cultivo de remolacha.

El Na ejerce ciertos efectos específicos sobre las plantas que pueden ser de naturaleza tóxica ó nutricional. La remolacha no se ve afectada

por sus efectos tóxicos sino que al contrario se favorece con la presencia del sodio el cual absorbe en grandes cantidades, casi similares a las del K (15).

Sin embargo el sodio no debe considerarse tan importante como el potasio, debido al mayor valor fisiológico de éste último.

Es bien sabido que elementos de radio atómico similar, puedan sustituirse unos a otros en las funciones que desempeñan en la planta. Podría pensarse para el caso de la remolacha, que el sodio esté reemplazando al potasio en algunas de sus funciones, pero se advierte que la respuesta ocurre en presencia de un buen suministro de potasio, lo que excluye la posibilidad de reemplazarlo. El sodio en la planta de remolacha debe tener una función específica y de ninguna manera puede reemplazar al potasio ni en plantas, ni en animales ya que los dos elementos son antogónicos entre sí.

Los resultados de los ensayos muestran disminuciones en los contenidos finales de potasio del suelo. Esto obliga a pensar que la aplicación de sal pudo haber hecho más disponible dicho elemento a la planta y ser el K, el verdadero responsable de los rendimientos logrados.

No debe descartarse esta posibilidad, es decir que mediante intercambio el sodio libere al potasio del suelo y se aumente el nivel de disponibilidad de este nutriente para la planta. Sin embargo, si el K es disponible en una forma de fácil intercambio, estará también a disposición de la planta sin la acción del sodio. Ahora, si el K está fuertemente fijado a los láctices de las arcillas, el ión sodio no lo puede liberar, ya que no puede ocupar el lugar del K en tales sitios.

Schulze, citado por Hehr (17), encontró que el sodio no puede liberar al potasio y que en cambio éste sí puede liberar al sodio de composiciones zeolíticas.

De acuerdo a lo anterior, se llega a la misma conclusión: la importancia del sodio se refiere principalmente a sus funciones en la planta y a que estas funciones son diferentes a las que ejerce el potasio en la planta de remolacha.

Muchos fisiólogos opinan que el Na es necesario para ciertas funciones metabólicas diferentes a aquellas adscritas al K.

El papel del cloro no está muy bien definido. Su efecto depende del tipo de planta, del medio de crecimiento y del clima. De todas maneras, se ha demostrado (21, 22) que el efecto del cloruro de sodio (sal común) sobre la remolacha, se debe más al sodio que al cloro.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo no serían aplicables a

suelos con bajo contenido de materia orgánica ó a suelos de zonas de altas temperaturas donde el problema de sales es más serio. Tampoco sería recomendable en suelos de textura fina, toda vez que el Na dispersa la arcilla (25).

Muchos agricultores afirman que la sal es recomendable durante períodos secos. Sin embargo, debido a que las cantidades de sal común recomendadas son muy altas, hay cierto temor hacia su aplicación.

El hecho de que algunas plantas como la remolacha respondan o toleren buenas cantidades de sal, brinda la oportunidad de emplearlas en la posible recuperación de suelos salinos o como alternativa en zonas donde por problemas de sodicidad, no prosperan otras especies. A igual conclusión llega Ortiz (20), al afirmar que la selección de una cosecha que se adapte a condiciones moderadamente salinas, es muy importante. En el área de la Sabana de Bogotá existen zonas con niveles notorios de salinidad como son Zipaquirá, Paipa, Marengo y el Salitre (Bojacá).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo con los resultados y su respectivo análisis, se puede afirmar que para suelos de la serie Mosquera en la Sabana de Bogotá, con 7 a 10% de materia orgánica y bajos contenidos de K, las aplicaciones de sal común favorecen el desarrollo de la remolacha, especialmente dosis entre 600 y 750 kgs/ha.

El contenido de sodio residual no ofrece peligro inicial para otras hortalizas sembradas en rotación como repollo, coliflor, lechuga, repollita y cebolla "cabezona".

No se recomiendan aplicaciones de sal a suelos bajos en materia orgánica, ni tampoco a aquellos de regiones cálidas donde existe más riesgo de producir ó incrementar la salinidad. En suelos de texturas finas, el empleo del Na puede ocasionar dispersión de los coloides orgánicos y minerales.

7. RESUMEN

Algunas plantas, particularmente la remolacha de mesa, toleran altas concentraciones de sodio en el suelo. En el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá" del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) situado en Mosquera, Cundinamarca se realizaron dos ensayos en los cuales se aplicaron dosis crecientes de sal común como fertilizante, a dos cultivos de remolacha de mesa.

Una aplicación de 600 kilos de sal por hectárea, produjo 77 toneladas de remolacha con hojas y fué estadísticamente superior al promedio de producción obtenido con el testigo. En el segundo ensayo el tratamiento de 750 kgs/ha de sal común dió 91 toneladas de remolacha con hojas, siendo esta producción significativamente superior a aquellas obtenidas con las dosis de 0, 250, 500 y 1.000 kgs/ha de sal común. Las aplicaciones superiores a 750 kgs/ha disminuyeron la producción.

Las hortalizas sembradas posteriormente sobre las mismas parcelas que recibieron sal, no mostraron síntomas de toxicidad por sodio. El rendimiento y la calidad de estas hortalizas fué bueno. La cebolla "cabezona" presentó buen tamaño de bulbo y una calidad excelente.

Se concluye que para suelos pertenecientes a la serie Mosquera, en la Sabana de Bogotá, la sal favorece el crecimiento y desarrollo de la remolacha de mesa permitiendo obtener a la vez buenas producciones sin afectar el suelo ó el crecimiento de otras hortalizas.

Aunque el porcentaje de saturación con sodio y la salinidad no alcanzan niveles tóxicos, se recomienda tener precauciones en las aplicaciones de sal al suelo.

8. SUMMARY

Some crops, particularly the table beet, can tolerate high sodium concentration levels in the soil. At the "Tibaitatá" National Agricultural Experimental Center of the Colombian Agriculture Institute (ICA), located in Mosquera Cundinamarca, two trials were run to test tolerance levels of the table beet to sodium salt, used as a fertilizer.

An application of 600 kgs/ha of **salt**, produced a yield of 77 tons. of beets, leaves included, and was statistically superior to yield averages obtained from a control plot without salt application. A second test, was run using a 750 kgs/ha salt treatment for the trial and yielded 91 tons of beets including leaves. This production was significantly superior to that obtained with levels of 0, 250, 500 y 1.000 kgs/ha of common salt. Applications of higher than 750 kgs/ha of the salt, were found to decrease yield.

Vegetables later planted on the same plots did not show symptoms of sodium toxicity. The yield and quality of vegetables planted was good. The "cabezona" or bulb-onion, had good bulb size and quality.

It is concluded from the study, that for soils found in the Mosquera serie on the Bogotá savanna, the common salt favor the growth and development of the table beet, permitting good production levels without affecting the soil or growth of other subsequently planted vegetables.

Although the percentage of sodium saturation and the salinity didn't reach toxic levels, it is recommended to take precautions in the salt applications on the soil.

9. BIBLIOGRAFIA

1. ADAMS, S.N. The effect of sodium and potassium fertilizer on the mineral composition of sugar beet. *J. Agric. Sci.* 56:383-388. 1.960.
2. BINGHAM, F.T. and GARBER, M.J. Zonal salinization of the root system with NaCl and Boron in relation to growth and water uptake of corn plants. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34: 122-126. 1.970.
3. CASSERES, E. Producción de Hortalizas. Lima, IICA-DEA, 1966. p.181.
4. COLMENARES, M.J. Salinidad en suelos y aguas; Recuperación de suelos salinos y sódicos. Curso de Arroz. Temas de Orientación Agropecuaria. (112): 86-107. 1975.
5. COLLANDER, R. Selective absorption of cations by higher plant. *Plant Physiol.* 69: 691-720. 1941.
6. DANIEL, C. et OCHS, R. Amélioration de la production des jeunes palmiers a huile du Pérou par l'emploi d'engrais chloré. *Oleagineux.* 30 (7): 295-298. 1.975.
7. DUNCAN, D.B. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics.* 11: 1-42. 1.955.
8. EDMOND, J.B.; SENN, T.L. and ANDREWS, F.S. Fundamentals of Horticulture. 3 ed. New York, Mc Graw Hill, 1964. pp. 129-130.

9. HAAS, A.R.C. Influence of chlorine on plants. Soil Sci. 60:53-61. 1.945.
10. HARMER, P.M. The muck soils of Michigan and their management. Mich. Spec. Bull. 314. 1.941.
11. _____ and BENNE, E.J. Effects of applying common salt to a muck soil on the yield, composition and quality of certain vegetable crops and on the composition of the soil producing them. Agron. Jour. 33: 952-979. 1.941.
12. _____ and BENNE, E.J. Sodium as a crop nutrient. Soil Sci. 60: 137-148. 1.945.
13. HIGUITA, M.F. La Horticultura en Colombia. Manual de Asistencia Técnica No. 5 2 ed. Bogotá, ICA, 1970. 60 p.
14. HOLT, M.E. and VOLK, N.J. Sodium as a plant nutrient and substitute for potassium. J. Amer. Soc. Agron. 37: 821-827. 1.945.
15. KAUDY, J.C.; TROUG, E. and BERGER, K.C. Relation of sodium uptake to that of potassium by the sugar beet. Agron. J. 45 (1): 444-447. 1.953.
16. LARSON, W.E. and PIERRE, W.H. Interaction of sodium and potassium on yield and cation composition of selected crops. Soil Sci. 76: 51-64. 1.953.

17. LEHR, J.J. The importance of sodium in plant nutrition. *Soil Sci.* 52: 237-244. 1.941.
18. LILL, J.G.; BYALL, S. and HURST, L.A. The effect of applications of common salt upon the yield and quality of sugar beets and upon the composition of the ash. *J. Amer. Soc. Agron.* 30: 97-106. 1.938.
19. MALAVOLTA, E. Deficiencias minerales. In. SARASOLA, A.A. y ROCCA DE SARASOLA, M.A., ed. *Fitopatología. Curso Moderno*, Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1.975. v.4. p. 152.
20. ORTIZ, R.G. Análisis químico del suelo, toma de muestras, calibración, interpretación y recomendaciones de fertilizantes. In. *Curso sobre conceptos básicos de suelos y fertilizantes*, Palmira, 1974. Monómeros Colombo-Venezolanos. 1974. pp.131-178.
21. PEW, W.D. Effects of the sodium and chloride ions on the growth and yield of table beets. (Beta vulgaris L.). Thesis. Cornell Univ. 1.949.
22. SAYRE, C.B. and SHAFER JUNIOR, J. Effect of side dressing of different sodium and nitrogenous salts on yields of beets. *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 44: 453-456. 1.944.

23. STOUT, P.R. and JOHNSON, C.M. Trace Elements. USDA, Yearbook of Agriculture. 1957. p. 146-147.
24. TETSUO, H.; SONODA, J. and IWAI, I. Growth response of cabbage plants to sodium halides under water culture conditions. Soil Sci. Plant. Nutr. 23 (1): 77-84. 1.977.
25. TISDALE, S.L. and NELSON, W.L. Soil fertility and fertilizers. 2 ed. New York, Mc Millan, 1.966. 694 p.
26. TOTTINGHAM, W.E. A preliminary study of the influence of chlorides on the growth of certain agricultural plants. Agron. Jour. 11: 1-32. 1.919.
27. ULRICH, A. and OHKI, K. Chlorine, bromine and sodium as nutrient for sugar beets plants. Plant Physiol. 31: 171-177. 1.956.
28. WEHUNT, R.L.; STELLY, M. and COLLINS, W.O. Effect of Na and K on corn and crison clover grown on Norfolk sandy loam at two residual K levels. Soil Sci. 83 (3): 175-183. 1.957