



APLICACION DE NITROGENO Y DE ESTIERCOL AL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)*

BRUNO AÑEZ REVEROL **

ELOY MANUEL TAVIRA D. **

RESUMEN

La conveniencia de seguir las recomendaciones locales, para el buen uso de los fertilizantes en lechuga y la casi nula información sobre el tema, motivó a realizar el presente trabajo cuyos objetivos fueron: determinar la cantidad y forma de aplicación de Nitrógeno y la dosis de estiércol más efectiva en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Great Lakes) del tipo cabeza rizada. Se probaron 3 dosis de Nitrógeno (0,100 y 200 Kg/Ha), 3 dosis de estiércol de gallina (0,20 y 40 m³/Ha) y 3 formas de aplicación del Nitrógeno (Todo al momento del trasplante; mitad al trasplantar y mitad 20 días después; 1/3 al trasplantar, 1/3 20 días después y 1/3 40 días después del trasplante) en un arreglo factorial 3³, en bloques al azar con 3 repeticiones. En un suelo Humitropept típico, franco grueso/esquelético franco, vermiculítico isomésico de la Estación Experimental "Santa Rosa" del IIAP en Mérida. Los rendimientos aumentaron con la aplicación de Nitrógeno aunque no hubo diferencias significativas entre las dosis de 100 y 200 Kg/Ha. El estiércol también influyó sobre los rendimientos, no se detectaron diferencias significativas entre las dosis de 20 y 40 m³/Ha. No se consiguieron interacciones significativas entre el Nitrógeno y el estiércol aplicados. El fraccionamiento del Nitrógeno no tuvo efecto sobre los rendimientos ni sobre el porcentaje de cabezas abiertas o mal conformadas.

ABSTRACT

The objective of this study was to know the amount and the application form of nitrogen and the levels of poultry manure (P.M.) more efficient in the lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Great Lakes, crisp head salad) production. We tested 3 levels of Nitrogen (0,100 and 200 Kg/Ha; three levels of P.M. (0,20 and 40 m³/Ha); and 3 application forms of nitrogen (Total amount at transplanting time, one half at transplanting and half 20 days after, and one third at transplanting 1/3 20 days after and 1/3 days after transplanting). A factorial arrangement of treatments was used, in a randomized complete blocks design, with three replications, at Santa Rosa Exp. Stn., Mérida, Venezuela, on a typical Humitropept soil. The use of Nitrogen increased the lettuce yield, however, there was not significant differences between 100 and 200 Kg/Ha. Poultry manure also influenced the crop yield but we did not detect significant differences between 20 and 40 m³/Ha. We did not find significant interactions between Nitrogen and P.M. applied. When Nitrogen was used in fractions had effect neither on the crop yield nor on the loose heads percentage.

INTRODUCCION

La aplicación de fertilizantes para suplir las necesidades de cualquier especie vegetal bajo ciertas condiciones ambientales, está regida por los niveles de los elementos nutritivos presentes en el suelo y los requerimientos del cultivo de que se trate.

Para suelos minerales donde se empiece a sembrar lechuga, se recomienda aplicar estiércol a razón de 20 a 40 toneladas, 60 a 80 Kg de N y K y el doble de P por hectárea. En áreas donde a menudo se ha sembrado lechuga se recomiendan 30 Kg de N, 120 Kg de P y 60 Kg de K por hectárea (19).

Las plantas de lechuga poseen un sistema radicular superficial y pequeño, por lo tanto la superficie del suelo debe estar bien provista de nutrimentos y de materia orgánica. Se aconseja el uso de estiércol principalmente en suelos minerales, pero en todo caso debe ser suplementado con fertilizantes químicos. Las aplicaciones de 20 a 30 toneladas de estiércol curado + 50 Kg de N + 50 Kg de K + 180 Kg de P/Ha debe producir buenos resultados incluso en suelos pobres (1, 3, 16).

* Recibido para su publicación el 20-01-81.

** Ing. Agr. M. Sc. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP), Facultad de Ciencias Forestales U.L.A. Apdo. 220, Mérida Cod. Postal 5101, Venezuela.

La lechuga absorbe el 70 por ciento de sus nutrimentos durante el último 30 por ciento de su ciclo, por tal motivo se necesitan altos niveles en la fertilidad del suelo muy cerca de la cosecha (18). Fernandes, de Oliveira y Haag (7), señalan que la lechuga variedad "Vitoria de Santo Antao", creció lentamente los primeros 40 días después del trasplante, acelerando luego el crecimiento hasta la cosecha a los 65 días. Una cosecha de 95.000 plantas/Ha extrajo del suelo; 50,9 Kg de K, 23,2 Kg de N, 13,3 Kg de Ca, 4,4 Kg de P, 3,2 Kg de Mg y 3,0 Kg de S.

Gardner y Pew (10), compararon la efectividad de las aplicaciones de NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ y úrea, en lechuga arropollada variedad "Climax". La fuente de N no afectó el rendimiento, calidad, tamaño de la cabeza ni la acumulación total de N. Los fertilizantes con $\text{NO}_3\text{-N}$ indujeron concentraciones de N un poco más altas en las nervaduras principales de las hojas. Alrededor del 80 por ciento del total de N fue absorbido por las plantas en las cuatro semanas anteriores a la cosecha. En las variedades que forman cabezas, sin embargo, debe tenerse especial cuidado cuando se aplique N en la mitad o tercio final del ciclo del cultivo, porque un exceso de $\text{NO}_3\text{-}$ en esa etapa, tiende a promover crecimiento y a producir cabezas flojas, no deseables comercialmente (12).

La absorción de N en forma de $\text{NO}_3\text{-}$ y de NH_4^+ fue aumentada al pasar la temperatura del aire de 8 a 23°C. Menores cantidades de ambas formas fueron absorbidas, cuando la temperatura inicial alrededor de las raíces fue de 2°C. Así, tanto la temperatura del aire como la de las raíces afectaron la absorción de ambas formas de N por las plantas de lechuga. Más aún, la tasa de absorción de $\text{NO}_3\text{-}$ fue más afectada por la temperatura que la del NH_4^+ (8).

La lechuga logró su crecimiento óptimo a pH alrededor de 7, el crecimiento se redujo a medida que aumentó la concentración de NH_3 y aumentó con el aumento de la concentración de NH_4^+ logrando su óptimo crecimiento con 36 p.p.m. de NH_4^+ en la solución nutritiva (17).

La deficiencia de N en lechuga en medios carentes del elemento, ocurren una semana después de la emergencia. Los síntomas pueden describirse así: El follaje se torna verde pálido y las hojas son anormalmente lisas, la formación de cabezas se retarda. Cuando la deficiencia es severa, las hojas son pequeñas y amarillentas especialmente en las puntas, las hojas más viejas se amarillan prematuramente, se secan y no se forman cabezas (14).

Gardner y Pew (9), anotan que los síntomas de deficiencia de N aparecieron en lechuga, cuando los niveles de $\text{NO}_3\text{-N}$ en las nervaduras principales de las hojas cayeron por debajo de 5000 p.p.m. En las primeras etapas de crecimiento, las deficiencias pudieron ser corregidas aun cuando los niveles fueron menores de 8000 p.p.m. de $\text{NO}_3\text{-N}$, no obstante, la cosecha se retardó de tres a diez días. Cuando la deficiencia ocurrió durante la formación de las cabezas la reducción de los rendimientos fueron inevitables.

Hansen (11), trabajando en Dinamarca encontró, que los contenidos de $\text{NO}_3\text{-}$ y de proteínas de la lechuga, cultivada bajo condiciones de invernadero y de campo, variaron grandemente debido a la interacción de varios factores. Altos contenidos de $\text{NO}_3\text{-}$ no son necesariamente el resultado de fallas en las técnicas del cultivo, sino que la cosecha se realizó cuando los $\text{NO}_3\text{-}$ estaban en su más alto nivel, o que los factores de crecimiento (incluyendo los climáticos) no fueron los óptimos para los procesos fisiológicos envueltos en el crecimiento y síntesis de proteínas.

Un experimento en potes demostró el efecto residual que la úrea aplicada a trigo tuvo sobre un cultivo subsecuente de lechuga. El efecto aumentó con el incremento de las dosis de úrea empleadas. El contenido de N de las plantas de lechuga reflejó el efecto residual, pero fue también afectado por las propiedades del suelo y por la aplicación fraccionada del N (4).

Pérez Meleán, Luque Escalona y Steines (15), en las Islas Canarias, sembraron lechuga sobre piedra pómez "Picón"; usaron una solución nutritiva en la cual cada uno de los elementos (N, P, K, Ca, Mg y S), estuvo en las dos condiciones de deficiencia y exceso. Muestras de hojas analizadas a los 25 y 43 días mostraron que todos los tratamientos tanto los deficientes como los excesivos, disminuyeron la producción de lechuga.

Solo severas deficiencias de Ca y P exhibieron síntomas visibles. En ninguno de los tratamientos en exceso, se observaron síntomas.

Borkowski (5), en experimentos en potes con suelos turbosos en Polonia, señala que la fertilización nitrogenada a pH bajos, no aumentó los rendimientos de lechuga y algunas veces los redujo; sin embargo, a pH 6 los rendimientos fueron aumentados marcadamente por el N y dependieron grandemente de la variedad usada.

Para lechuga cultivada en surcos, Malavolta (13), recomienda aplicar por metro lineal de siembra 3 Kg de estiércol bien curado + 50 g de la mezcla formada con 125 Kg de salitre de Chile,

150 Kg de $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ o de Nitrocalcio, 500 Kg de Superfosfato simple y 90 Kg de CIK, mezclar bien con el estiércol y ambos con la tierra. Diez a quince días después del trasplante aplicar en el agua de riego 1 Kg de salitre o 0,75 Kg de Nitrocalcio en 1000 litros de agua; si el riego no es por surcos hacer una cobertura distribuyendo 10 g de salitre o 7,5 g de Nitrocalcio o de $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ entre dos plantas, dos semanas después una nueva aplicación de N, teniendo cuidado de no hacerlas después de la formación de las cabezas.

Para los Andes venezolanos, Faillace y colaboradores (6) dicen; "Algunos productores de lechuga aplican estiércol bovino y la fórmula 10-10-15 a razón de 11.000 y 250 Kg/Ha respectivamente".

Las variaciones en las especificaciones sobre la fertilización en lechuga, aconsejan seguir las recomendaciones locales, no obstante la falta de información sobre el particular, tanto a nivel nacional como a nivel regional.

Al realizar este trabajo, sus objetivos fueron:

1. Conocer las mejores dosis de N para el desarrollo y producción de lechuga, así como la forma de aplicación más adecuada para la formación de cabezas comercialmente deseables.
2. Medir los beneficios de la aplicación de estiércol al suelo y la cantidad más efectiva para el logro de altos rendimientos en lechuga.
3. Disponer de información confiable que pueda ser recomendada a los productores de lechuga de la región.

MATERIALES Y METODOS

Una siembra de lechuga variedad Great Lakes, tipo cabeza rizada, fue sometida a diferentes niveles y formas de fertilización nitrogenada y a la aplicación de varias dosis de estiércol, en un campo de la Estación Experimental "Santa Rosa", del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P.), Universidad de Los Andes (U.L.A.), Distrito Libertador, Edo. Mérida ($08^\circ 35' 30''$ N, $71^\circ 08' 30''$ W), altitud 1920 m.s.n.m., precipitación y temperatura anuales promedios de 12 años (1968-1979) de 2072,2 mm y $16,9^\circ\text{C}$ respectivamente.

El suelo ha sido clasificado taxonómicamente como Humitropept típico, franco grueso/esquelético franco, vermiculítico, isomesico (2). Se tomaron muestras del horizonte superficial (0-20 cm), revelando los análisis de laboratorio las características siguientes: Clase textural, Fa; pH, 6,2; C.O., 6,65 por ciento; N total, 0,402 por ciento; C/N, 16,5; P. Olsen, 44 p.p.m.; K asimilable, 120 p.p.m.; Mg asimilable, 110 p.p.m.

Durante el estudio se usó una población de 83,333 plantas/Ha ($0,4\text{ m} \times 0,3\text{ m}$ de distancia de siembra). La preparación del suelo se hizo con bueyes, las parcelas se emparejaron y terminaron de acondicionar con escardilla. El 07-05-79 se sembraron dos semilleros de 10 m^2 cada uno; la germinación ocurrió a los siete días. La aplicación de fertilizantes se hizo a mano durante el trasplante el 19-06-79; sobre parcelas individuales de $1,92\text{ m}^2$ donde colocamos 4 hileras de 1,2 m de largo, con un total de 16 plantas de lechuga por tratamiento. Las fuentes de fertilizantes fueron: Estiércol de gallina (*gallinaza*) densidad; $0,52\text{ Ton/m}^3$, con una composición promedio de pH, 6,77; C.O., 10,52 por ciento; N total, 0,67 por ciento; C/N, 15,7; P soluble, 0,011 por ciento; K soluble, 1,77 por ciento; Mg soluble, 0,26 por ciento; urea con 46 por ciento de N; superfosfato triple con 46 por ciento de P_2O_5 y cloruro de potasio con 60 por ciento de K_2O .

El diseño experimental usado fue un arreglo factorial 3^3 , tres factores a tres niveles cada uno. Estiércol de gallina (E); 0,20 y $40\text{ m}^3/\text{Ha}$, nitrógeno (N); 0,100 y 200 Kg/Ha, formas de aplicación del nitrógeno (F); todo el N al momento del trasplante; mitad de N al trasplantar y mitad de N 20 días después; $1/3\text{ N}$ al trasplantar, $1/3\text{ N}$ a los 20 días y $1/3\text{ N}$ 40 días después del trasplante, en bloques al azar con 3 repeticiones y los 27 tratamientos que hacen las combinaciones $3 \times 3 \times 3$. Todas las parcelas llevaron una fertilización complementaria consistente de 100 Kg de $\text{P}_2\text{O}_5 + 100\text{ Kg}$ de K_2O por hectárea, aplicados al momento del trasplante.

Durante el ciclo del cultivo se hizo el control de malezas con escardilla, usamos riego por aspersión para complementar los requerimientos hídricos de la lechuga, además se mantuvo su protección, mediante fumigaciones periódicas de fungicidas y aplicaciones de insecticidas cuando se observó la presencia de algún insecto plaga.

De la cosecha, realizada a mano el 20-08-79 sobre un área de $0,48\text{ m}^2$, se tomaron los datos siguientes: Rendimiento en $\text{Kg}/0,48\text{ m}^2$, N peso promedio por planta y conformación y dureza de las cabezas.

Solo los datos de peso promedio por planta y conformación y dureza de las cabezas se analizan en el presente trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las aplicaciones de N y de estiércol, aun cuando actuaron independientemente, ejercieron su acción significativa sobre la producción de la lechuga. El fraccionamiento del N no tuvo ningún efecto sobre la misma (Tabla 1).

TABLA 1. Análisis de varianza del peso de lechuga en Kg/planta bajo diferentes dosis de Nitrógeno y de estiércol de gallina.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F. tabulada 0,05	0,01
Bloques	2	1,14	0,57	19**	3,17	5,01
Tratamientos	(26)	(2,56)	0,0985	3,28**	1,72	2,15
E	(2)	(0,92)	0,46	15,33**	3,17	5,01
Comp. Lineal	1	0,74	0,74	29,15**	4,025	7,15
Desv. Comp. Lineal N	1	0,18	0,18	7,09**	4,025	7,15
	(2)	(1,03)	0,515	17,17**	3,17	5,01
Comp. Lineal	1	0,80	0,80	26,67**	4,025	7,15
Desv. Comp. Lineal F	1	0,23	0,23	7,67**	4,025	7,15
	2	0,11	0,055	1,83	3,17	5,01
E x N	4	0,20	0,05	1,67	2,56	3,72
E x F	4	0,06	0,015	0,50	2,56	3,72
N x F	4	0,12	0,03	1,00	2,56	3,72
E x N x F	8	0,12	0,015	0,50	2,13	2,88
Error	52	1,32	0,030			
Total	80	5,02				

$\bar{Y} = 0,81$ Kg/planta de lechuga
C.V = 21,38 por ciento

TABLA 2. Pesos promedios de lechuga en Kg/planta a diferentes dosis de estiércol en m³/Ha.*

Tratamientos	E0	E20	E40
Medias	0,66 b	0,88 ab	0,90 a

* Las medias no seguidas por la misma letra, son significativamente diferentes al 5%, de acuerdo con Tukey.

Del análisis de regresión, se desprende que el componente lineal fue el mayor contribuyente en la variabilidad de los rendimientos de lechuga, a los diferentes niveles de estiércol aplicados (Tabla 1, Fig. 1).

El suministro de 20 m³/Ha de estiércol, con una densidad de 0,52 Ton/m³ equivale a incorporar al suelo 10,4 Ton/Ha, concordando con las cantidades reportadas por Faillace y colaboradores (6), para el cultivo de la lechuga en Los Andes.

La acción independiente del estiércol sobre los rendimientos de la lechuga, el poco desarrollo de su sistema radicular y el bajo contenido de Mg en los suelos del estudio, nos mueve a considerar que el efecto principal del estiércol fue como acondicionador de la capa superficial del suelo y como suplidor de Mg y otros elementos menores deficientes; coincidiendo con Añez (1) y con Añez y Pereyra (3). También con Thompson y Kelly (16), cuando señalan que las aplicaciones de estiércol en lechuga deben ser complementadas con una buena fertilización química.

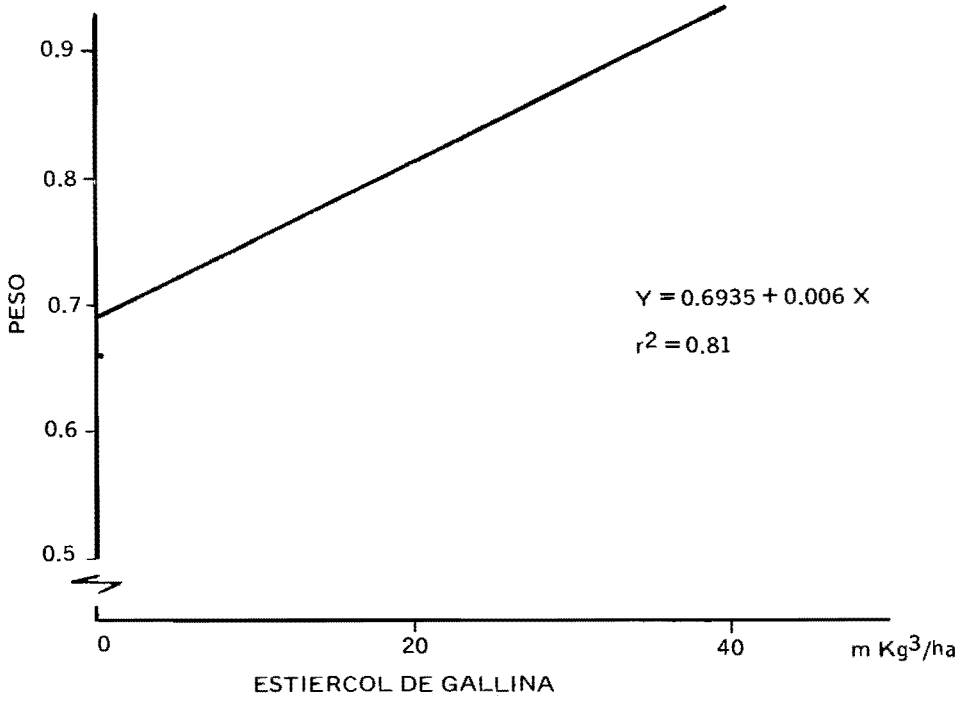


FIG. 1 EFECTO DE LA APLICACION DE ESTIERCOL SOBRE EL RENDIMIENTO DE LECHUGA.

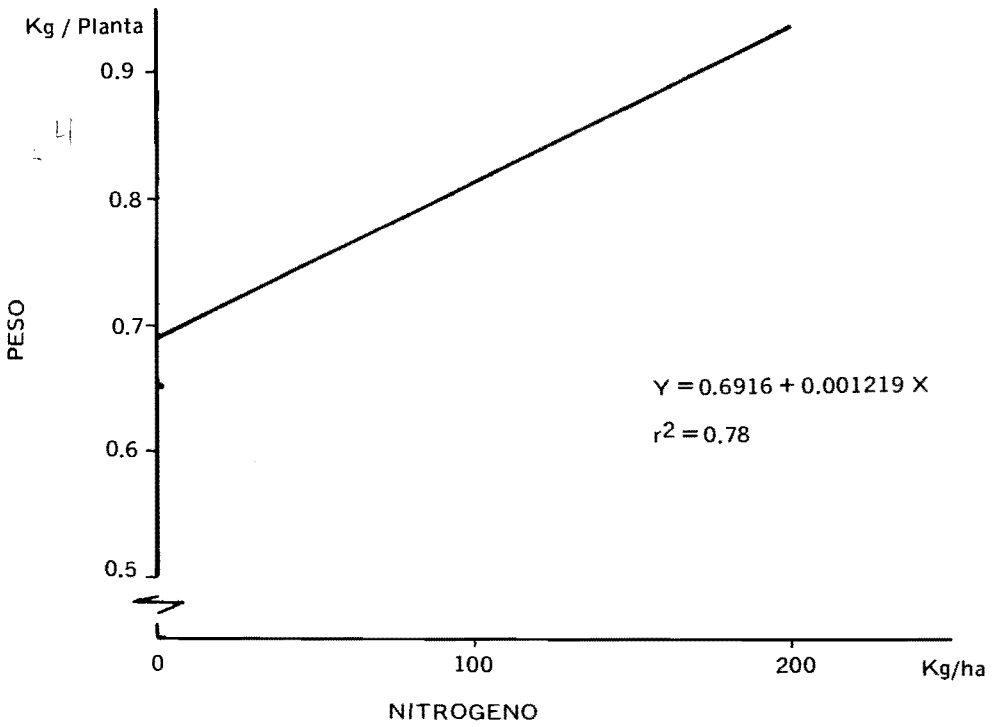


FIG. 2 EFECTO DE LA APLICACION DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LECHUGA.

El uso de 100 y 200 Kg/Ha de N tuvieron un efecto significativo, sobre los rendimientos de lechuga, no hubo diferencias significativas entre ambas dosis (Tabla 3).

TABLA 3. Pesos promedios de lechuga en Kg/planta a diferentes dosis de N en Kg/Ha.*

Tratamientos	N ₀	N ₁₀₀	N ₂₀₀
Medias	0,6541 b	0,8885 a	0,8978 a

* Las medidas no seguidas por la misma letra son significativamente diferentes al 5%, de acuerdo con Tukey.

El análisis de regresión muestra que el componente lineal fue el mayor responsable en la variabilidad de los rendimientos de lechuga a las diferentes dosis de nitrógeno empleadas (Tabla 1, Fig. 2).

El análisis del porcentaje de cabezas abiertas, mal conformadas o poco compactas, no reveló diferencias significativas entre los tratamientos.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos bajo las condiciones del estudio, se puede concluir lo siguiente:

1. Las aplicaciones de N aumentaron los rendimientos de la lechuga, no hubo diferencias significativas entre las dosis de 100 y 200 Kg/Ha.
2. El estiércol tuvo efectos positivos sobre los rendimientos de lechuga, no se detectaron diferencias significativas entre las cantidades de 20 y 40 m³/Ha.
3. El estiércol actuó de dos maneras: Como acondicionador del horizonte superficial del suelo y como suplidor de Mg y de elementos nutritivos menores, deficientes en los suelos del estudio.
4. No hubo interacciones significativas entre el N, sus formas de aplicación y el uso de estiércol.
5. El fraccionamiento del N no produjo ningún efecto sobre los rendimientos, ni sobre el porcentaje de cabezas abiertas, flojas o mal conformadas.

LITERATURA CITADA

1. AÑEZ REVEROL, Bruno, *El uso del estiércol en Los Andes. I.I.A.P., F.C.F., U.L.A., Mérida, Venezuela. 14 p. 1979.*
2. AÑEZ REVEROL, Bruno. *Fertilización química y orgánica en zanahoria (Daucus carota L.). Anexo. p. 57-61. Trabajo de ascenso I.I.A.P., F.C.F., U.L.A., Mérida, Venezuela. 61 p. 1980.*
3. AÑEZ REVEROL, Bruno & PEREYRA, Jorge G. *Investigaciones agrícolas usando diseños experimentales de funciones continuas - Aplicación de estiércol en papa (Solanum tuberosum L.), en Cacute, Mérida. III Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Mérida, Venezuela. 15 p. 1974.*
4. BASSIOUNI, N.H. *Evaluation of the residual effect of urea and some factors affecting it. Agrokemija is talajtan 26 (1/2): 48-54. Soils and Fertilizers 41(5) 2680. 1978.*
5. BORKOWSKI, J. *Effect of calcium, nitrogen and potassium fertilizing on physiological diseases and on growth and yield of lettuce. Biuletyn Warzywniczy No. 22 p. 345-359. Soils and Fertilizers 42 (12) 8403, 1979.*
6. FAILLACE P., et al. *Diagnóstico olerícola de la región de Los Andes. p. 457. Publicación No. 11. Tomo II. Corpoandes. Mérida, Venezuela. 1971.*
7. FERNANDES, P.D.; G.D. de OLIVEIRA, & H.P. HAAG. *Mineral nutrition of vegetable crops. XIV. Major nutrient absorption by a lettuce crop. O Solo 63 (2): 7-10. Hort. Abstr. 43 (9) 5911. 1973.*
8. FROTA, J.N.E., & T.C. TUCKER. *Temperature influence on ammonium and nitrate absorption by lettuce. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36 (1): 97-100. 1972.*

9. GARDNER, B.R., & W.D. PEW. Response of fall grown head lettuce to nitrogen fertilization. Arizona Agricultural Expt. Stn. Technical Bull. No. 199, 8 p. Hort. Abstr. 44 (4) 2358. 1974.
10. GARDNER, B.R. & W.D. PEW. Comparison of various nitrogen sources for the fertilization of Winter-grown head lettuce. J. of the Amer. Soc. for Hort. Sci. 103 (4): 534-536. Hort. Abstr. 50 (1) 286. 1980.
11. HANSEN, H. The content of nitrate and protein in lettuce (*Lactuca sativa* var. Capita (butter head salad)) grown under different conditions. Qualitas Plantarum 28 (1): 11-17. Soils and Fertilizers 41 (1) 6777. 1978.
12. MAC GILLIVRAY, John H. Vegetable production. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York. 1961.
13. MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola. Adubos e adubacao. p. 398. Editora Agronômica "Ceres" Ltda. Sao Paulo, Brasil. 1959.
14. MARLATT, Robert B. Nonpathogenic diseases of lettuce their identification and control. University of Florida. Technical Bull. 721 A. 1974.
15. PEREZ MELIAN, G.; A. LUQUE ESCALONA & A.A. STEINER. Leaf analysis as a diagnosis of nutritional deficiency or excess in the soil less culture of lettuce. Plant and soil 48(2): 259-267. Soils and Fertilizers 41(5) 2977. 1978.
16. THOMPSON, Homer C., & William C. KELLY. Vegetable crops. 5th edition. McGraw-Hill, Co., New York. 1957.
17. WEIR, B.L., K.N. PAULSON & O.A. LORENZ. The effect of ammoniacal nitrogen on lettuce. (*Lactuca sativa*) and radish (*Raphanus sativus*) plants. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36 (3): 462-465. 1972.
18. WELCH, Norman C., KENT B., Tyler, y David RIRIE. Nitrogen stabilization in the Pajaro Valley in lettuce, celery and strawberries. California Agricultura 33(9): 12-13. 1979.
19. WORK, Paul, & John CAREW. Vegetable production and marketing. 2d. edition. John Wiley and Sons, Inc. New York. 1955.