

ANALISIS FOLIAR DE LA CEBOLLA DE RAMA (Allium fistulosum L.) ABONADO  
CON GALLINAZA. I. CALIBRACION DE METODOS QUIMICOS PARA FOSFORO Y  
POTASIO CON ABONO ORGANICO.

POR

YAHIDA CAMARGO CAMARGO  
EFINICIA PERTUZ CANTILLO  
FREDY FRANCISCO RAMIREZ CADENA

TESIS DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO

PRESIDENTE DE TESIS: MANUEL GRANADOS MUÑES I. A. M. s.c.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA  
SANTA MARTA - 1988

~~to~~  
000644-1A

~~C.1790~~

015826

IA 00381

" Los jurados examinadores del trabajo de tesis no seran responsables de los conceptos e ideas emitidas por los aspirantes al título "

**DEDICO A:**

Mis padres.

Mis hermanos.

Mi novio.

Mis amigos.

**YAHIDA**

**DEDICO A:**

Mis padres, Ana y Manuel, quienes con esfuerzo y orgullo ven realizado mi triunfo.

Mis hermanos, fueron la luz en los días anochecidos y hoy tienen muestras fehacientes de mi triunfo.

Fredy, quien fué mi eslabón y con quien comparto penas, alegrías, desengaños y hoy mi triunfo

Mis amigos, en especial la Familia Camargo C.

Mis compañeros.

Todos.

**EFINICIA.**



## **DEDICO A:**

Mis padres, Luis y Alida, quienes con sus esfuerzos y dedicación trabajaron para que este título fuese hoy una realidad.

Mis hermanos, en especial, Rodrigo y Lucy, quienes con su apoyo influyeron decisivamente en la obtención de este título.

Mi tía y su esposo Celino, quienes fueron soportes invaluableles en este logro.

EFY, quien con su ternura y comprensión, siempre tuvo palabras de estímulos para que siguiese en los momentos difíciles.

Mis amigos y compañeros, Alfredo, Baldomero, Silvio, Jose, Jose Joaquín, Yovannys y Yahida, con quienes tuve la oportunidad de compartir cinco años de estudios maravillosos y de los que siempre conservaré recuerdos gratos.

**FREDY.**

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos:

A MANUEL GRANADOS N, I.A. Presidente del trabajo y profesor de la U.T.M.

A ELIECER CANCHANO, I.A. Jurado del trabajo y profesor de la U.T.M.

A JOSE MARIA ESPAÑA, I.A. Jurado del trabajo y profesor de la U.T.M.

A ARMANDO LACERA R, I.Q. M. sc. profesor de la U.T.M.

A MANUEL MONTAÑO ELLIS, I.A.

A LISBETH ALTMAR, I.A.

A RUBEN ROCHA, Auxiliar del laboratorio de suelos de la U.T.M.

A GERINELDO MENDOZA, Auxiliar del laboratorio de fisiología de la U.T.M.

A EDUARDO ROPAIN, ING. DE SISTEMAS.

A LA FAMILIA CAMARGO CAMARGO.

A todos los profesores de la facultad de Ingeniería Agronómica de la U.T.M.

A las secretarias de la facultad de Ingeniería Agronómica de la U.T.M.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

LOS AUTORES

## CONTENIDO

	Pag
1. INTRODUCCION	1
2. RESVISION DE LITERATURA	3
3. MATERIALES Y METODOS	17
3.1. DESCRIPCION DEL AREA	17
3.1.1. LOCALIZACION DEL ENSAYO	17
3.1.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA	17
3.2. DESARROLLO DEL ESTUDIO	18
3.2.1. MUESTREO	19
3.2.2. METODOS QUIMICOS	20
3.2.3. REACTIVOS Y/O SOLUCIONES	22
3.2.4. MATERIALES DE LABORATORIO	23
3.3. PARAMETROS EVALUADOS	23
3.3.1. ANALISIS FOLIAR	23



	Pag
3.3.1.1 DETERMINACION DEL NITROGENO (N), EN %.	23
3.3.1.2 DETERMINACION DEL FOSFORO (P), EN %	23
3.3.1.3 DETERMINACION DEL POTASIO (K), EN %	23
3.3.1.4 DETERMINACION DEL CALCIO (Ca), EN %	23
3.3.1.5 DETERMINACION DEL MAGNESIO (Mg), EN %	23
3.3.2 ANALISIS DE SUELO	24
3.3.2.1 DETERMINACION DEL FOSFORO (P), EN ppm	24
3.3.2.2 DETERMINACION DEL POTASIO (K), EN meq/100 g. de suelo.	24
3.3.2.3 DETERMINACION DEL pH.	24
4. RESULTADOS Y DISCUSION	25
4.1. ANALISIS FOLIAR	25
4.1.1 DETERMINACION DEL NITROGENO (N)	25
4.1.2 DETERMINACION DEL FOSFORO (P)	30
4.1.3 DETERMINACION DEL POTASIO (K)	32



	Pag
4.1.4 DETERMINACION DEL CALCIO (Ca)	33
4.1.5 DETERMINACION DEL MAGNESIO (Mg)	36
4.2. ANALISIS DE SUELO	38
4.2.1 DETERMINACION DEL FOSFORO (P)	38
4.2.2. DETERMINACION DEL POTASIO (K)	46
4.2.3 DETERMINACION DEL pH.	50
5. CONCLUSIONES	54
6. RESUMEN	56
SUMMARY	59
7. BIBLIOGRAFIA	62
APENDICE	67

## INDICE DE TABLAS

	Pag.
TABLA 1. Resultado del análisis foliar de c/u. de las parcelas en estudio.	26
TABLA 2. % de nitrógeno foliar en base seca para c/u. de los tratamientos.	27
TABLA 3. % de fósforo foliar en base seca para c/u. de los tratamientos.	31
TABLA 4. % de potasio foliar en base seca para c/u. de los tratamientos.	34
TABLA 5. % de calcio foliar en base seca para c/u. de los tratamientos.	35
TABLA 6. % de magnesio foliar en base seca para c/u. de los tratamientos.	37
TABLA 7. Cantidad de fósforo aprovechable expresado en ppm, extraído por cuatro métodos químicos, en c/u. de las parcelas.	39

	Pag
TABLA 8. Fósforo aprovechable, extraído por el método Bray I, para c/u. de los tratamientos, expresado en ppm.	40
TABLA 9. Fósforo aprovechable, extraído por el método Bray II, para c/u. de los tratamientos, expresado en ppm.	42
TABLA 10. Fósforo aprovechable, extraído por el método de Olsen, para c/u. de los tratamientos, expresado en ppm.	43
TABLA 11. Fósforo aprovechable, extraído por el método de Troug, para c/u. de los tratamientos, expresado en ppm.	45
TABLA 12. Resultado final de la extracción del potasio soluble del suelo por medio de tres métodos químicos, para c/u. de los tratamientos, expresado en meq/100g. de suelo.	47
TABLA 13. Potasio soluble, extraído por el método del acetato de amonio normal y neutro, para c/u. de los tratamientos, expresado en meq/100 g. de suelo.	48
TABLA 14. Potasio soluble, extraído por el método de ácido nítrico caliente, para c/u. de los tratamientos, expresado en meq/100 g. de suelo.	49



TABLA 15. Potasio soluble, extraído por el método del ácido sulfúrico concentrado frío, para c/u. de los tratamientos expresado en meq/100 g. de suelo.	51
TABLA 16. Resultado del pH, para c/u. de los tratamientos.	52
TABLA 17. Producción total en Ton/Ha de las plantas para c/u. de los tratamientos en el cultivo de la cebolla de rama. segunda cosecha.	29



## INDICE DE APENDICE

	Pag
APENDICE 1. Correlación del N, P, K, foliar en base seca con la producción.	68
APENDICE 2. Correlación del fósforo foliar en base seca con cuatro métodos de extracción del fósforo aprovechable del suelo.	69
APENDICE 3. Correlación de cuatro métodos de extracción del fósforo aprovechable con la producción.	70
APENDICE 4. Correlación del potasio foliar en base seca con tres métodos de potasio soluble del suelo.	71
APENDICE 5. Correlación de tres métodos de extracción de potasio soluble del suelo con la producción.	72
APENDICE 6. Matriz de correlación de cuatro métodos de extracción de fósforo aprovechable del suelo.	73
APENDICE 7. Matriz de correlación de tres métodos de extracción de potasio soluble del suelo.	74

## I. INTRODUCCION

El incremento de la población mundial requiere de un aumento constante en la producción de cultivos, por tanto se hace necesario cada día hacer nuevas investigaciones que contribuyan a este propósito sin olvidar la importancia de reducir costos.

El fósforo es uno de los nutrientes más importante que la gallinaza proporciona al suelo, por lo que es aprovechada para abonar cultivos como el de la Cebolla de Rama (Allium fistulosum L.). No obstante su concentración es relativamente baja en comparación con los fertilizantes minerales, pero esta se compensa con la utilización de mayores dosis y menores costos.

En la mayoría de las zonas agrícolas del país se carece de guías para utilizar adecuadamente los desechos animales como fuentes para enriquecer los suelos.

Uno de los objetivos de la edafología moderna se enfoca a la investigación de la disponibilidad de nutrientes en desechos orgánicos comparándolos con las fuente minerales para tratar de brindarles a los agricultores mejores alternativas de elegir que tipo de abono y/o fertilizantes es mejor para su presupuesto y cultivo.

El analisis de suelo y de las plantas representan una de las mejores herramientas de que se dispone hoy para evaluar las necesidades de fertilización de un suelo y cultivo determinado, para



esto es necesario que el método utilizado sea el que presente la mejor correlación con el análisis de las plantas dentro de la gran cantidad de métodos que se puedan utilizar.

En el establecimiento de pruebas regionales en trigo en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá desde 1961 hasta el primer semestre de 1965 se trató de obtener los niveles más adecuados de fertilización para las distintas zonas en que se cultiva este cereal, siendo el fósforo el elemento más escaso en estos suelos; se buscó mediante la correlación de varios métodos de extracción de fósforo con la respuesta obtenida en el campo y se definieron los métodos más apropiados de extracción.

En el país son pocos los trabajos que se han hecho sobre el efecto del fósforo del estiércol y de la gallinaza; por esta razón se hizo necesario plantear un estudio que se realizó del mes de mayo al mes de agosto de 1966 en los suelos de la Universidad Tecnológica del Magdalena; dicha investigación tuvo como objetivo lo siguiente:

1. Efecto del fósforo presente en la gallinaza, utilizado como abono en el cultivo de Cebolla de Rama (Allium fistulosum L).
2. Calibración de métodos químicos para fósforo y potasio con abono orgánico.

## 2. REVISION DE LITERATURA

Desde tiempo de Liebig, ha sido de particular interés para fisiólogos y químicos agrícolas conocer la cantidad de elementos nutritivos que la planta absorbe del medio donde crece (18).

Los primeros investigadores se interesaron principalmente de las condiciones de suelo para suministrar nutrimentos, aunque Von Dikow y Atterberg, citado por Malavolta y Pimientel (30), conceptuaron que el análisis de las plantas debe esperar información principalmente de la necesidad de nutrimento de la planta y no del suelo.

Según Aldrich ( 2 ), el análisis de las plantas juega papel importante en la expansión de la tecnología para la producción económica de cultivos. El concepto de utilizar análisis de plantas es relativamente viejo, y su interés se ha incrementado en los últimos años; esto es debido en parte, al mejor acabado de los instrumentos que se utilizan para el análisis.

El fósforo, es uno de los elementos más limitantes de la producción agrícola en suelos colombianos, es requerido en menor cantidad el nitrógeno; ocupa una posición central en el metabolismo vegetal, en el proceso de la fotosíntesis. el ácido fosfoglicérido es uno de los primeros compuestos de la fotosíntesis, y a partir de aquí se generan los azúcares, grasas, proteínas, vitaminas y hormonas, que integran las células; el fósforo es esencial para la formación de la semilla y los frutos ( 2 ).



En base a resultados obtenidos en pruebas regionales de fertilización de maiz en el Valle del Cauca, Hiriam, Uribe y otros (22), estudiaron la correlación del análisis químico para fósforo y potasio, utilizando los siguientes métodos: Para fósforo Bray I, Bray II y Carolina del Norte, para potasio el método de Acetato de Amonio Normal y Neutro y lectura en el fotómetro de llama; llegando a las siguientes conclusiones: para fines de calibración del análisis químico de fósforo con el porcentaje de respuestas, los métodos de extracción estudiados, presentaron muy baja probabilidad de respuesta a la aplicación de fertilizantes fosforados, no permitiendo establecer límites de aplicación para fósforo disponibles con los diferentes métodos; no siendo adecuado recomendar fertilizantes fosfóricos en base a resultado del análisis de suelos por estos métodos, para las condiciones de esa zona, en cuanto al potasio las observaciones analizadas no permiten identificar claramente el punto crítico del nivel de potasio en el suelo.

García, Guerrero y Gonzalez (16), determinaron potasio aprovechable en algunos suelos del Valle del Cauca, usando cuatro métodos químicos (Extracción total de bases, Extracción directa del potasio, Método de Bray y Método de la Motte); el promedio de las cantidades determinadas fué mayor para el método de Extracción directa, Bray y la Motte, hallaron diferencias significativas entre los métodos usados comparándose así mismo la existencia de una alta correlación entre los métodos.

Investigaciones realizadas por Henao, Cuellar y otros (20), en suelos

cultivados con arroz bajo inundación, evaluaron la aptitud de seis métodos químicos para determinar fósforo asimilable; los métodos de extracción empleados fueron: Bray I, Bray II, Carolina del Norte, Olsen, Bingham y Troug, llegando a la siguiente conclusión: El orden de precisión de los métodos utilizados fué: Olsen, Troug y Bray II, según los resultados obtenidos en la determinación de fósforo asimilable para los suelos bajo estudio pueden utilizar a fin de obtener una mayor precisión en los resultados de los métodos Olsen, Troug y Bray II.

Zaragoza (41), citado por Agricultura Técnica en México, concluyó que el estiércol y la gallinaza son tan efectivos en el suministro de fósforo como el superfosfato triple, a corto y mediano plazo.

El mismo autor (41), afirma que la disponibilidad de fósforo se ve afectada por las dosis de abono debido a que a dosis mayores de 600 mg de fósforo por maceta, se encuentra más disponible el del estiércol de bovino que el de la gallinaza o superfosfato triple, para el tipo de suelo y las características del estiércol de la Comaria Lagunera, una tonelada seca de estiércol de bovino equivale a 24 Kg de superfosfato de calcio triple y una de gallinaza a 100 Kg de dicho fertilizante.

En reportes hechos por Ramirez y Larid en México en 1960, citado por Zaragoza (41), asume que estos investigadores no indicaron la concentración del fósforo del estiércol utilizado, pero encontraron que una tonelada equivalía a 7.2 kg de superfosfato de calcio triple en función del rendimiento de materia seca de alfalfa. En suelos calcáreos



prácticamente no se han reportado trabajos para evaluar la disponibilidad del fósforo de estos materiales.

Trabajos realizados por Goss y Stewart en 1974 y de Meek et al, en el mismo año, mencionado por Zaragoza (41), mostraron la efectividad del estiércol de bovino para incrementar y mantener la disponibilidad de fósforo en los suelos; en relación con la gallinaza, son muy pocos los reportes en donde se compara la disponibilidad de estos nutrientes con fuentes minerales en suelos calcáreos como lo firmaron Azevedo y Staut op cit.

Hits, citado por Arjona (4), dice que la fertilidad del cultivo de la Cebolla de Rama en el país se limita a la aplicación de materia orgánica empleándose hasta 40 toneladas de gallinaza por hectárea.

En la Sabana de Bogotá se han logrado buenas producciones de Cebolla de Rama aplicando al suelo 10 toneladas de gallinaza por hectárea a pesar de que la materia orgánica en dichos suelos está por encima del 10%.

Navas, Manzano y Colin (35), buscando correlacionar métodos de extracción de fósforo, con la respuesta obtenida por el trigo en el campo, a aplicaciones de este elemento, utilizaron los siguientes métodos: Olsen, Bray I, Bray II, Tróug, Bingham, N. C. D. A., Spain Peech e inglish y fósforo orgánico ( Walker y Adams ), llegaron a las siguientes conclusiones: De los 9 métodos estudiados los que mostraron mayor efectividad para medir las necesidades del trigo al fósforo fueron: Bray

II, Bray I, y N. C. D. A., el método de Bray II fué el que mostró el más alto índice de correlación; los métodos de extracción de fósforo ofrecen un buen índice para determinar las necesidades del suelo a aplicaciones de este elemento.

Las cantidades extraídas de fósforo son generalmente muy variables según la relación suelo por solución extractora. Se pueden obtener correlaciones satisfactorias entre el fósforo así determinado y los rendimientos cosechados, o bien entre los reactivos ( extractores ), utilizados sobre una misma serie de suelos. Sin embargo, los autores están de acuerdo en concluir que no es posible extrapolar de una manera rigurosa los tenores obtenidos con un extractor, a los tenores obtenidos con otros extractores (23).

Muller (34), manifiesta que los que utilizan una solución extractora ácida, correlaciona significativamente entre sí. El método de Olsen (alcalino), correlaciona también significativamente en el grupo anterior de métodos y el grado de significancia en algunos casos es muy elevado.

Martinez De Pancorbo y Lucena (33), hallaron en suelos ácidos una correlación muy significativa entre el pH del suelo y la relación del fósforo aprovechable a fósforo total en todos los métodos de extracción ensayados. Para suelos de pH mayores de 7.0 hubo una correlación positiva para todos los extractantes, excepto del método de bicarbonato (Olsen), para el cual la correlación fué negativa o ausente.



En estudio realizado por Bequis y otros (5), en la zona Bananera de Santa Marta, concluyen que no se encontró correlación positiva entre el fósforo foliar de la planta y el fósforo del suelo.

La calibración del análisis de suelos se define como la relación que existe entre el crecimiento de las plantas y la contribución de un nutrimento en particular; su nivel en el suelo se mide por algún método químico o biológico, al seleccionar suelos que tienen un límite amplio de concentraciones del nutrimento, uno puede predecir dentro de ciertos límites, la respuesta en la cosecha que pueda esperarse cuando una cantidad dada de ese nutrimento es añadido al suelo (19).

Chapman (12), anota que solamente conociendo un análisis completo puede formarse un juicio de las necesidades de la planta. Por ejemplo: Para una planta dada, un alto nivel de nitrógeno puede indicar que no tiene necesidad de este elemento pero la razón puede ser que el fósforo o algún otro elemento tiene una concentración baja o deficiente. Cuando esta condición es corregida, la necesidad de nitrógeno puede cambiar completamente.

Higueta (21), dice que en el cultivo de la Cebolla de Rama (Allium fistulosum L ), se obtienen buenos rendimientos, aplicando al suelo antes del transplante diez ( 10 ) a quince ( 15 ) toneladas por hectárea de abono orgánico descompuesto.

El mismo autor (21), argumenta que en los suelos arenosos se obtienen

altos rendimientos, aplicando estiércol de gallinaza en proporciones de 30 a 40 toneladas por hectárea. Esta aplicación se debe hacer 3 ó 4 veces antes del transplante. En suelos orgánicos, la aplicación de materia orgánica es contraproducente porque las plantas producen mucho follaje.

Fajardo y Morán (14), encontraron que no hubo respuesta a la adaptación del experimento efectuado en el vivero con los tres híbridos a ( Yellow Granex, Red Creale, Cebolla texas ) y la variedad ( Allium cepa L ) en estudio, tanto para "con" materia orgánica como "sin" materia orgánica.

Estos autores (14), concluyeron que hubo diferencias significativas en el comportamiento de estos híbridos y variedades con materia orgánica con respecto a sin materia orgánica.

Blasco (7), reseña que dentro de las transformaciones que sufren los elementos en el suelo, a la bioquímica del nitrógeno se le da cierta importancia por su relación con la fertilidad de los suelos, el contenido de nitrógeno total en el suelo presenta un amplio rango, pero es común el comprendido entre 0.2 y 0.7 %. Para la denominación de capa arable el porcentaje tiende a disminuir al aumentar la profundidad del perfil. Dentro de los factores de formación del suelo, es el clima quien más directamente influye en el contenido total de nitrógeno, cuyo porcentaje tiende a incrementarse al disminuir la temperatura y aumentar la precipitación, lógicamente dentro de ciertos límites. El nitrógeno orgánico representa comúnmente entre el 85 y 95 % del nitrógeno total.



El nitrógeno inorgánico de los suelos tiene un rango, generalmente, comprendido entre 5 y 15 %. Diversos estudios realizados por este autor, demuestran que los porcentajes de nitrógeno inorgánico son más altos en suelos de regiones áridas o semiáridas correspondiendo los porcentajes menores a suelos volcánicos. La adición de materiales orgánicos al suelo reduce la mineralización del nitrógeno, ya que además de descompensarse la relación carbono/nitrógeno, los carbohidratos inhiben la acción de la proteínasa.

Como norma general señala Van Schreven, citado por Blasco (8), que si el contenido de nitrógeno de cualquier material orgánico adicionado al suelo supera el 2 % ( peso de materia seca ), se forma nitrógeno mineral en las primeras semanas, pero no ocurrirá mineralización si el contenido de nitrógeno es menor que el 1.5 %, porcentaje que es lo mismo, si la relación carbono/nitrógeno es mayor de 25 - 27/1.

El mismo Blasco (7), dice que a medida que aumenta el porcentaje de arcilla en el suelo disminuye el porcentaje de pérdida de nitrógeno, la inmovilización representa la asimilación de nitrógeno mineral por los microorganismos para la formación y crecimiento celular. La inmovilización es un fenómeno que se produce tanto en la mineralización como en la nitrificación. En el primer caso parte del nitrógeno mineralizado de los compuestos orgánicos y pasa a constituir las células.

Distintos estudios realizados en diversos suelos demuestran que el



porcentaje de fósforo orgánico representa del 3 al 90 % del fósforo total. El fósforo a recibido una atención constante de los investigadores, no solo por su importancia como elemento mayor, sino también por los problemas que presenta su asequibilidad, principalmente en suelos tropicales y derivados de cenizas volcánicas. La mineralización de compuestos orgánicos fosforados trata, en parte, de suplir las deficiencias de disponibilidad de fósforo. Además los microorganismos intervienen en la inmovilización del fósforo, solubilización y oxidación - reducción de los compuestos inorgánicos del fósforo. El contenido total del fósforo en los suelos varía, generalmente, entre los límites de 200 y 2000 ppm., aproximándose los promedios a unas 500 ppm. Hay cierta tendencia a su disminución al aumentar la profundidad del perfil y edad de los suelos. La adición de fertilizantes produce un incremento en la mineralización del fósforo, estos resultados se ajustan a la lógica ya que cualquier tratamiento que procure un mejor balanceamiento nutricional al suelo hará que los microorganismos dispongan de condiciones más favorables para descomponer los materiales orgánicos (7).

La adición de materiales orgánicos produce la inmovilización del fósforo por un lapso de tiempo entre 3 y 6 semanas de incubación. Es un hecho similar al que ocurre en las transformaciones del nitrógeno y azufre. La adición de materiales orgánicos procura una fuente fácil de energía que incide en el aumento de la población microbial. La inmovilización tiende a ser mayor a medida que el medio es más rico en fósforo, puesto

que los microorganismos toman más fósforo del que requieren para su funcionamiento. La mineralización neta más altas se consigue con pH comprendido entre 6.2 y 7. Conforme la reacción del suelo se vuelve más ácida o más básica, parte del fósforo liberado queda de nuevo retenido por el hierro, aluminio, y calcio (7).

Finalmente, Blasco (7), anota que tratamientos alternos de sequedad y humedad de los suelos también favorece la mineralización del fósforo y que los microorganismos presenten en su constitución un porcentaje mayor de fósforo (10 al 30 %) que las plantas. El microorganismo asimila ávidamente el fósforo por requerirlo esencialmente, para la formación de alta energía y respiración. Es un problema que conjuntamente con las retenciones químicas, influye desfavorablemente en las cantidades de fósforo asequible presente en muchos suelos. La inmovilización es importante en el desplazamiento de fósforo de los suelos.

En los experimentos realizados por Hannapel y colaboradores, citado por Blasco (7), se encontró que hasta un 70 a 95 % del fósforo lixiviado estaba formando parte de las células microbiales. Cuando se adiciona 0.1 % de formaldehído, debido a sus efectos desfavorables en la población microbiana, se redujo la inmovilización y desplazamiento del fósforo.

En promedio generalizado, al referirse al potasio dice Blasco (7), que los suelos contienen alrededor de 1 % (10.000 ppm) de potasio total,



aunque en su mayor parte no es directamente asequible a las plantas, ya que las fuentes de potasio en los suelos son variadas. Los materiales orgánicos vegetales contienen 1 - 2 % de potasio, en su mayor parte 70 al 75 %, está libre en el jugo celular, y el resto viene unido a compuestos proteínicos. aproximadamente 2/3 de potasio presente en la materia orgánica es soluble en agua y el resto se libera por acción microbiológica. Lo anterior significa que la materia orgánica no retiene potasio, la acción de los microorganismos en las transformaciones del potasio no es crítica por dos razones: La primera, como se anotó previamente, es que el potasio no es retenido en combinaciones más o menos estables por la materia orgánica. La otra razón es la presencia del potasio en el medio biológico como ión monovalente, y por tanto no se producen reacciones de oxidación - reducción. La pequeña fracción inmovilizada por la materia orgánica y el potasio retenido por los materiales inorgánicos, puede ser liberado. Los microbios que intervienen en las transformaciones no son específicos.

La relación entre 2 elementos antagónicos potasio y calcio puede ser considerada, en cierto modo, como reflejo del conjunto de los equilibrios químicos al nivel de las hojas, puesto que las variaciones del nitrógeno, azufre, fósforo, hierro y del cobre van ligadas a las del potasio, y que las variaciones del magnesio, manganeso y del sodio van ligadas a las del calcio. Los elementos del primer grupo citado dependen del sistema acuoso de las hojas, mientras que los elementos del segundo grupo dependen de la materia seca (6).



Según análisis porcentual de estiércol fresco de animales realizado por L. L. Van Slyke (38), se obtuvieron los siguientes resultados:

Animal	% H <sub>2</sub> O	% N	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% K <sub>2</sub> O
caballo	78	0.70	0.25	0.55
vaca	86	0.60	0.15	0.45
carnero	68	0.95	0.35	1.00
cerdo	87	0.50	0.35	0.40
gallina	55	1.00	0.80	0.40

Buckman y Brady (11), dicen que los porcentajes tanto de nitrógeno, fósforo y potasio en estiércol o gallinaza dependen de muchos factores: Clase de animal, clase de alimentación y el manejo que se le da a la gallinaza.

Vladimir, I. y Harold, J. (39), manifiestan que la composición de la gallinaza seca en términos de porcentaje de nitrógeno, fósforo, potasio es el siguiente: N 5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 3.0%, K<sub>2</sub>O 1.5%, CaO<sub>2</sub> 4%, MgO 1.0%, SO<sub>3</sub> 2.0%.

Según Fundación de Servicios para el Agricultor de Noticias Agrícolas (15), en análisis realizado en Venezuela se obtuvo la siguiente composición de fertilizante químico en gallinaza seca: Nitrógeno 39 kg; fósforo 3.5 Kg; potasio 32 Kg; Ca 2.0 Kg; Mg 2.0 Kg y se afirma que a la vez que el estiércol y la gallinaza son alcalinos.

Marin, G. y R. Lora (32), manifiestan que el análisis químico de la planta es una herramienta muy valiosa en la práctica de la fertilización de los cultivos. Sirve para determinar más exactamente el estado nutricional de la planta, puesto que esta es el reflejo de todos los factores que intervienen en su crecimiento y de sus interacciones con el medio ambiente donde crece, en términos generales los análisis de la planta están basados en la idea de que la cantidad de ese elemento dado, encontrado en la planta, indica la cantidad de ese elemento aprovechable por la planta.

Bequis y otros (5), asumen que los métodos de extracción de fósforo en el suelo que extraen más, de acuerdo a la media son: Fósforo total foliar, Troug, Mechich, Olsen, Bray I y Bray II.

De acuerdo a A. Jacob (28), el análisis de la gallinaza contiene: Nitrógeno total 5%; fósforo 1.03%; potasio 1.25%; calcio 2.85%; magnesio 0.62%.

Algunos investigadores señalan el rango de nutrientes en tejido foliar en base seca, de los principales cultivos hortícolas, así: Nitrógeno (N) entre 2 y 6%; para fósforo (P) entre 0.30 y 0.70%; para potasio (K) entre 3 y 7%; para calcio (Ca) entre 1.5 y 3.0%; y para magnesio (Mg) entre 0.5 y 1.8% (17).

Numerosos análisis de peciolo de hojas, tomadas de varias parcelas de campo en ensayos han demostrado que hay una estrecha relación entre la

composición química y la producción. Una alta producción está conforme con una concentración definida de nutrimentos en las hojas, denominada composición normal (31).



### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. DESCRIPCION DEL AREA

##### 3.1.1 LOCALIZACION DEL ENSAYO.

El estudio se realizó en los suelos de la granja experimental de la Universidad Tecnológica del Magdalena, municipio de Santa Marta, departamento del Magdalena; situado al Noroeste de Colombia; se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas:  $74^{\circ} 07'$  y  $74^{\circ} 12'$  de Longitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich y a los  $11^{\circ} 11'$  y  $11^{\circ} 15'$  Latitud Norte con respecto al Ecuador. La granja experimental de la Universidad Tecnológica del Magdalena limita al Norte con el río Manzanares, por el sur con la carretera Troncal del Caribe, por el Este con terrenos pertenecientes al departamento del Magdalena y por el Oeste con una propiedad particular.

##### 3.1.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA.

La zona en estudio presenta una topografía plana con una altura de 7 m.s.n.m., una precipitación promedio anual de 680 mm, una temperatura media de  $28^{\circ}\text{C}$  y la humedad relativa oscila entre 70 y 72%. Se encuentra influenciada por los fuertes vientos alisios del Hemisferio Norte que soplan durante los meses de diciembre a abril, con gran intensidad alcanzando velocidades de 8 m/seg. La dirección se orienta Noreste a Sureste. El clima de esta zona está clasificado como caliente de estepa con vegetación xerofítica y lluvias zenitales, con un ecosistema de bosque

espinoso sub-tropical. Presenta dos períodos de lluvias que son abril, mayo y junio en el primer semestre y septiembre, octubre y noviembre para el segundo semestre. Estos datos fueron obtenidos de la estación metereológica de la Universidad Tecnológica del Magdalena. Estos suelos se caracterizan por presentar sales y sodio en su gran mayoría, y bajo contenido de materia orgánica.

### 3.2. DESARROLLO DEL ESTUDIO,

Este estudio se inició en el mes de mayo y culminó en el mes de agosto de 1988. Durante este lapso se hicieron los muestreos de suelos, de las hojas y los análisis correspondiente a cada una de estas muestras.

Para la realización de este ensayo se utilizó la variedad de cebolla llamada "Junca" (*Allium fistulosum* L.), la cual fué sembrada en forma vegetativa, sembrándose 5 colinos por sitio; a cada parcela en estudio se le incorporó gallinaza de piso un mes antes en las siguientes proporciones:

Tratamiento	T/amiento en Ton/Ha	Kg/parcela
1	20	14.6
2	40	29.2
3	60	43.2
4	80	58.4
5	100	73.0
6	0	0.0



El diseño empleado fué el de bloque al azar con cuatro replicaciones y seis tratamientos, lo cual dió un total de 24 parcelas de  $7.32 \text{ m}^2$  cada una, con un ancho de 1.2 m por 6.10 m de largo; la distancia entre hileras fué de 30 cm y 30 cm entre planta; los bloques estaban separados entre sí a 1 m y la separación entre parcelas fué de 0.5 m para un área total del ensayo de  $245.8 \text{ m}^2$  y un área efectiva de  $176.68 \text{ m}^2$ .

La gallinaza aplicada presentó un 23.04% de materia orgánica, en un análisis hecho en el laboratorio de suelos de la Universidad Tecnológica del Magdalena.

El análisis previo del lote originó el siguiente resultado: Estructura granulosa, color gris parduzco claro, contenido de materia orgánica de 3.6% y pH de 7.5, fósforo ( P ) 1373.2 ppm ( Bray II ), potasio ( K ) 2.31 meq/100 g. de suelo, nitrógeno ( N ) 0.00051%, magnesio ( Mg ) 5.6 meq/100 g. de suelo, sodio ( Na ) 6.5%, calcio ( Ca ) 9.0 meq/100 g. de suelo, según análisis realizado en el laboratorio de suelos del Instituto Colombiano Agropecuario ( I.C.A. ).

### 3.2.1 MUESTREO.

Para el análisis foliar se hizo de la siguiente forma: Se trazaron diagonales ( 2 ) por parcelas y se escogieron las plantas que cayeron dentro de ella. Las parcelas promediaron un total de 65 plantas, tomándose un 15 % ó sea 10 plantas por parcelas; a cada planta se le

quitaron dos hojas con madurez fisiológica completa y se colocaron en bolsas de papel previamente marcadas y perforadas. Una vez recogidas todas las muestras, fueron llevadas al laboratorio de suelos de la Universidad Tecnológica del Magdalena, en donde fueron sometidas a una temperatura de 70<sup>0</sup>C durante 72 horas; después de secadas se molieron y se pasaron a bolsas plásticas de donde finalmente se tomaron las muestras para determinar fósforo ( P ), potasio ( K ), calcio ( Ca ), magnesio ( Mg ).

Las muestras para el análisis foliar fueron colectadas en la segunda cosecha del cultivo.

Para el análisis de suelo, a cada una de las parcelas se le sacaron varias muestras con el barreno para luego formar una representativa que fué colocada en bolsa plástica previamente marcada, de los alrededores del lote en estudio, se tomaron muestras mezclándolas y tomando una representativa. Finalmente fueron llevadas al laboratorio de suelos de la Universidad Tecnológica del Magdalena, donde se secaron, se pulverizaron con un rodillo y luego fueron pasadas por un tamiz, de donde se recogieron en bolsas de polietileno, para posteriormente determinarle el pH, fósforo ( P ), potasio ( K ), por medio de métodos químicos.

### 3.2.2. METODOS QUIMICOS UTILIZADOS.

#### BRAY II

Se basó en la intensidad del color azul desarrollado por la reducción del complejo fosfomolibdico en un medio ácido. este método utiliza como



solución extractora una mezcla de fluoruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{F}$ ) 0.03 N y ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) 0.1 N. Se utiliza ácido clorhídrico 0.1 N con el fin de incluir una mayor cantidad de fósforo proveniente de la apatita del suelo.

#### BRAY I

Se procede idéntico que para Bray II; la única diferencia es la solución extractora utilizada en este método, es una mezcla de fluoruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{F}$ ) 0.03 N y ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) 0.025 N.

#### TROUG

En este método a diferencia de los anteriores se utilizó una solución extractora de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0.02 N topada a pH 3.0 con sulfato de amonio ( $\text{NH}_4$ )  $\text{SO}_4$  ó sulfato de potasio ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ).

#### OLSEN.

Este método se empleó una solución de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) 0.5 N a un pH de 8.5.

#### SOLUCION EXTRACTORA 1 N Y pH NEUTRO.

En este método se utilizó una solución extractora 1 N de acetato de amonio y pH neutro.

**ACIDO SULFURICO FRIO**

Se utilizó ácido sulfúrico concentrado y ácido sulfúrico 0.1 N.

**ACIDO NITRICO CALIENTE**

Se empleó ácido nítrico 1 N caliente y ácido nítrico 0.1 N.

Otros métodos fueron:

Método del laboratorio Agustín Codazzi (26).

Método Semi-micro de Kjeldahal de Blasco y Conrfield (8).

Método sulfomolibdico (27).

Método del fotómetro de llama (26).

**3.2.3. REACTIVOS Y/O SOLUCIONES.**

Se utilizó solución extractora de fluoruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{F}$ ) 0.03 N, ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0.002 N, ácido sulfomolibdico ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro de estaño ( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), bicarbonato de sodio, ácido cloromolibdico ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), agua regia, ácido perclórico, solución B (para dar coloración azul en fósforo), está compuesta por ácido



ascórbico, molibdato de amonio y ácido sulfúrico; hidróxido de sodio (NaOH), carbamato, kalcon, E. D. T. A. (Etilenediaminatetracetato), tritanolnolamida, ericromo negro T, fenolftaleína, tiosulfato, ácido bórico, acetato de amonio

### 3.2.4. MATERIALES DE LABORATORIO.

Estufa, fotómetro, agitador mecánico, potenciómetro, molino, horno y cristalería en general.

### 3.3. PARAMETROS EVALUADOS.

#### 3.3.1. ANALISIS FOLIAR.

##### 3.3.1.1. DETERMINACION DEL NITROGENO (N).

Se determinó por medio del método semi-micro de Kjeldhal de Blasco y Conrfield (8).

##### 3.3.1.2. DETERMINACION DEL FOSFORO (P).

Se determinó por el método del sulfomolibdico (27).

##### 3.3.1.3. DETERMINACION DEL POTASIO (K).

Se hizo por medio del fotómetro de llama (26).

##### 3.3.1.4. DETERMINACION DEL CALCIO (Ca).

Se determinó por el método descrito por el Laboratorio del Instituto Agustín Codazzi (26), titulando con E.D.T.A.

### 3.3.1.5. DETERMINACION-DEL MAGNESIO (Mg).

Se hizo por medio del método descrito por el Laboratorio del Instituto Agustín Codazzi (26), titulando con E.D.T.A.

### 3.3.2. ANALISIS DE SUELO.

#### 3.3.2.1. DETERMINACION DEL FOSFORO ( P )

Se determinó por medio de 4 métodos: Bray I, Bray II, Olsen y Troug (24).

#### 3.3.2.2. DETERMINACION DEL POTASIO ( K )

Se determinó por medio de 3 métodos:

1. Método del acetato de amonio normal y neutro (27).
2. Método del ácido nítrico caliente (27).
3. Método del ácido sulfúrico frío (27)

#### 3.3.2.3. DETERMINACION DEL pH

Se determinó por medio del potenciómetro.



## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los diferentes resultados obtenidos en este estudio, se presentan en las tablas del 1 al 17 y en los apéndices del 1 al 7.

### 4.1. ANALISIS FOLIAR.

Esta discusión se basa en el hecho de que la gallinaza de acuerdo al análisis químico, presenta 23 % de materia orgánica. En la tabla 17 se anotan los resultados de la producción en Ton/Ha y en la tabla 1, el análisis foliar de cada una de las parcelas en porcentaje en base seca.

#### 4.1.1. DETERMINACION DE NITROGENO.

Los resultados obtenidos se resumen en la tabla 2, la cual muestra las cantidades de nitrógeno en porcentaje en base seca que se extrajeron en cada uno de los tratamientos del ensayo, mostrando que el mayor porcentaje de nitrógeno se presentó en el tratamiento 4 con 2 % de promedio al que se le aplicó previamente 80 Ton/Ha de gallinaza equivalente a 18.4 Ton/Ha de materia orgánica. El menor porcentaje corresponde al tratamiento 0, con 0.93 % de nitrógeno.

Como se puede observar estos resultados se ajustan a la realidad, ya que quien presentó el menor porcentaje de nitrógeno fué el tratamiento al que no se le aplicó gallinaza, el cual fué el tratamiento 0.

En términos generales esto concuerda con lo expresado por Marín, G. y R.

TABLA 1. Resultados del análisis foliar de c/u. de las parcelas.  
en estudio.

Muestra No	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
1	2.9	0.09	2.68	4.4	1.92
2	2.83	2.24	3.36	3.6	1.92
3	0.21	0.14	2.8	2.5	2.80
4	0.63	0.21	3.2	4.4	1.44
5	0.80	0.20	2.48	3.6	2.40
6	1.50	0.24	3.16	3.6	1.44
7	1.99	0.09	3.28	2.5	1.63
8	0.31	0.17	2.86	3.6	1.44
9	0.24	0.05	3.36	3.6	2.40
10	1.76	0.09	3.16	5.2	3.84
11	0.21	0.05	3.84	5.2	2.88
12	3.18	0.09	3.32	5.2	3.36
13	3.74	0.15	3.08	3.6	1.92
14	1.61	0.14	2.68	2.0	1.44
15	1.60	0.09	2.4	3.6	2.40
16	2.83	0.16	3.16	1.2	0.92
17	0.28	0.12	2.8	2.8	1.92
18	2.48	0.05	3.2	4.4	1.92
19	1.57	0.16	2.84	2.0	1.44
20	1.36	0.12	3.52	5.2	3.84
21	0.91	0.05	2.84	4.4	2.40
22	0.31	0.39	4.0	5.2	3.84
23	0.21	0.12	3.08	5.2	4.32
24	0.21	0.14	3.2	5.2	2.88



TABLA 2. % de nitrógeno foliar en base seca para c/u. de los tratamientos.

BLOQUES	TRATAMINETOS ( Ton/Ha de gallinaza. )						$\bar{x}$
	20	40	60	80	100	0	
I	0.63	0.80	0.21	2.83	2.90	1.50	1.47
II	3.18	0.24	1.99	1.78	0.21	0.31	1.28
III	1.61	2.83	0.28	2.48	3.74	1.60	2.09
IV	0.21	1.57	1.36	0.91	0.21	0.31	0.76
$\bar{x}$	1.40	1.36	0.96	2.00	1.76	0.93	

Lora (32), anotan que los análisis de las plantas están basados en la idea de que la cantidad de ese elemento dado, en contrado en la planta, indica la cantidad de ese elemento aprovechable por la planta.

Además el tratamiento 4 fué el que presentó la segunda mayor producción con 11.2 Ton/Ha, según la tabla 17.

Ratifican lo expuesto por Magnitski (31), en donde el análisis de peciños de hojas tomadas de varias parcelas de campo en ensayos, han demostrado que hay una estrecha relación entre la composición química y la producción. Una alta producción está conforme con una concentración definida de nutrientes en las hojas, denominada composición normal.

Al correlacionar el porcentaje de nitrógeno foliar con la producción Ton/Ha, el coeficiente de correlación ( $r$ ) fué de 0.147, lo cual no fué significativo.

De acuerdo a Geraldson, Klacan y Lorenz (17), los máximos y mínimos promedios de nitrógeno extraído de los tratamientos de 80 y 100 Ton/Ha de gallinaza, no están dentro de los porcentajes (2,0 - 6,0%) de nitrógeno foliar, que son los requeridos para una buena producción en el cultivo de hortalizas.

Probablemente, la no adición de algunos fertilizantes inorgánicos, a las fuertes dosis de gallinaza, no permitió la rápida mineralización de la materia orgánica, en el corto período de la cebolla de rama, puesto que en las zonas tropicales y subtropicales húmedas, buena parte de los

TABLA 17. Producción total en Ton/Ha de las plantas, para c/u. de los tratamientos en el cultivo de la cebolla de rama. segunda cosecha.

BLOQUES	TRATAMIENTOS ( Ton/Ha de gallinaza )						$\bar{X}$
	20	40	60	80	100	0	
I	9.56	8.19	16.3	15.7	15.7	8.8	12.3
II	5.46	9.56	10.9	9.56	10.9	7.51	8.98
III	8.77	9.56	8.19	11.4	10.9	8.19	9.50
IV	10.90	5.46	5.46	8.19	11.6	5.46	7.80
$\bar{X}$	8.67	8.19	10.2	11.2	12.2	7.49	



elementos disponibles, provengan de la biomasa. Así Acquaye, D. K. y Akrofi, G. S. (1), anota, que la respuesta del cacao a nitrógeno y fósforo en Ghana, está relacionado con el contenido de fósforo orgánico de los suelos. Inicialmente, la labor microbial, en la descomposición de la gallinaza, es facilitada por la presencia de compuestos solubles en agua, como los sacáridos, los solubles en eter-benceno, como son las grasas, y aceites. A medida que estos compuestos vayan agotándose se quedan como residuos, los ligninas, hemicélulas, celulosas, polifenoles y sustancias quinoideas, todos de alto peso molecular y estables, que influyen disminuyendo la actividad microbial, así, la mineralización del carbono resulta más difícil.

Así mismo, a medida que los compuestos orgánicos se tornan más resistentes, la población bacterial y fungal, es sustituida en un buen porcentaje por actinomicetos (9).

#### 4.1.2. DETERMINACION DE FOSFORO.

El porcentaje de fósforo foliar en base seca, para cada uno de los tratamientos se presenta en la tabla 3, observándose que el mayor porcentaje de fósforo se obtuvo en el tratamiento 0 con 0.22 %, al cual no se le aplicó gallinaza y el menor fué para el tratamiento 5 con 0.11 %, al que se le adicionó 100 Ton/Ha equivalente a 23 Ton/Ha de materia orgánica.

El resultado anterior puede tener una explicación de acuerdo a lo expuesto por Blasco (7), quien dice que la adición de materiales orgánicos produce

TABLA 3. % de fósforo foliar en base seca para c/u. de los tratamientos.

BLOQUES	TRATAMIENTOS (Ton/Ha de gallinaza.)						$\bar{x}$
	20	40	60	80	100	0	
I	0.21	0.12	0.14	0.24	0.09	0.24	0.17
II	0.09	0.05	0.09	0.09	0.05	0.17	0.09
III	0.14	0.16	0.12	0.05	0.15	0.09	0.12
IV	0.12	0.16	0.12	0.05	0.14	0.39	0.16
$\bar{x}$	0.14	0.12	0.12	0.11	0.11	0.22	



inmovilización del fósforo por un lapso de tiempo entre 3 y 6 semanas de incubación, la misma adición de materia orgánica procura una fuente fácil de energía que incide en el aumento de la población microbial.

La inmovilización tiende a ser mayor a medida que el medio es más rico en fósforo, puesto que los microorganismos toman más fósforo del que requieren para su funcionamiento. Los microorganismos presentan en su constitución un porcentaje mayor de fósforo ( 10 a 30 % ) que las plantas, el microorganismo asimila ávidamente el fósforo por requerirlo esencialmente, para la formación de alta energía y respiración. Es un problema que conjuntamente con las retenciones químicas, influye desfavorablemente en las cantidades de fósforo asequible, presente en muchos suelos (7).

El promedio de fósforo foliar en base seca, extraído, se encuentra por fuera de los rangos (0.30 - 0.7%), señalado por algunos investigadores en los cultivos hortícolas (17).

Cabe mencionar, que estos suelos de acuerdo a los análisis químicos, el contenido de fósforo aprovechable según el método de Bray II es de 1373 ppm y el de potasio extraído por el método de acetato de amonio normal y neutro es de 2.31 meq/100 g. de suelo. Considerándose muy alto, lo que probablemente, determinó la poca absorción de estos elementos por la planta.

#### 4.1.3. DETERMINACION DEL POTASIO.



La evaluación de este parámetro arrojó los resultados que se muestran en la tabla 4, donde el máximo porcentaje de potasio en base seca extraído se obtuvo del tratamiento 5 con 3.18 % al que se le adicionó 100 Ton/Ha equivalente a 23.0 Ton/Ha de materia orgánica, el menor porcentaje lo presentó el tratamiento 2 con 2.96 % en el cual se le aplicó 40 Ton/Ha de gallinaza equivalente a 9.2 Ton/Ha de materia orgánica.

Al observar los resultados de producción, tabla 17, se demuestra que la mejor producción corresponde al tratamiento 5, el cual dió el mayor porcentaje de potasio.

El mayor porcentaje de potasio foliar obtenido se encuentra ubicado dentro de los rangos ( 3.0 - 7.0 ), anotado por varios investigadores (17).

Al constatar los porcentajes de potasio extraído inicialmente en el análisis previo de la gallinaza ( 3.402 % ) con el obtenido en el análisis foliar ( 3.14% ), se puede notar que estos valores están bastante aproximados, mostrando que la planta asimiló muy bien el potasio aplicado.

#### 4.1.4. DETERMINACION DEL CALCIO.

En la tabla 5 se presenta las cantidades de calcio en porcentaje en base seca, que se extrajeron en cada uno de los tratamientos del ensayo, encontrándose que la mayor cantidad de calcio fué para el tratamiento 5 con 4.6 %, que corresponde a la aplicación de 100 Ton/Ha de gallinaza equivalente a 23 Ton/Ha de materia orgánica. El mínimo valor se obtuvo en

TABLA 4. % de potasio foliar para c/u. de los tratamientos.

BLOQUES	TRATAMIENTOS ( Ton/Ha de gallinaza. )						$\bar{x}$
	20	40	60	80	100	0	
I	3.12	2.48	2.80	3.36	2.68	3.16	2.93
II	3.32	3.36	3.28	3.16	3.84	2.76	3.28
III	2.68	3.16	2.80	3.20	3.08	2.40	2.88
IV	3.08	3.84	3.52	2.84	3.12	4.00	3.23
$\bar{x}$	3.05	2.96	3.10	3.14	3.18	3.08	

TABLA 5. % de calcio foliar en base seca para c/u. de los tratamientos.

BLOQUES	TRATAMIENTOS ( Ton/Ha de gallinaza. )						$\bar{x}$
	20	40	60	80	100	0	
I	4.4	3.6	2.5	3.6	4.4	3.6	3.6
II	5.2	3.6	2.5	5.2	5.2	3.6	4.2
III	2.0	1.2	2.8	4.4	3.6	3.6	2.9
IV	5.2	2.0	5.2	4.4	5.2	5.2	4.5
$\bar{x}$	4.2	2.6	3.25	4.4	4.6	4.0	



el tratamiento 2 con 2.6 % de calcio; en donde se aplicaron 40 Ton/Ha de gallinaza equivalente a 9.2 Ton/Ha de materia orgánica.

Al hacer la evaluación de la producción, el tratamiento que presentó el mejor promedio fué el 5 con 12.2 Ton/Ha siguiéndole el tratamiento 4 con 11.2 Ton/Ha.

El promedio de los porcentajes de calcio extraído se ajustan a los rangos (1.5 - 3.0%), requeridos para una buena producción de hortalizas (17).

Según el análisis previo de la gallinaza hecho en los laboratorios de la Universidad Tecnológica del Magdalena, el porcentaje de calcio fué de 4 %, comparándolo con el extraído por la planta, este fué superior.

#### 4.1.5. DETERMINACION DEL MAGNESIO.

En la tabla 6 se observan los porcentajes de magnesio en base seca, extraídos en cada uno de los tratamiento del ensayo, el máximo valor lo tuvo el tratamiento 1 con 2.64 % de magnesio, al cual se le aplicó 20 Ton/Ha de gallinaza, equivalente a 4.6 Ton/Ha de materia orgánica y el mínimo porcentaje lo presentó el tratamiento 2 con 1.79 % de magnesio, al que se le adicionó 40 Ton/Ha de gallinaza equivalente a 9.2 Ton/Ha de materia orgánica.

En base a lo anterior se puede afirmar que hubo diversos factores que incidieron decisivamente en que se presentara mayor cantidad de magnesio

TABLA 6. % de magnesio foliar en base seca para c/u. de los tratamientos.

BLOQUES	TRATAMIENTOS ( Ton/Ha de gallinaza. )						$\bar{x}$
	20	40	60	80	100	0	
I	1.44	2.40	1.63	1.92	1.92	1.44	1.79
II	3.36	2.40	1.63	3.84	2.88	1.44	2.59
III	1.44	0.92	1.92	1.92	1.92	2.40	1.75
IV	4.32	1.44	3.84	2.40	2.88	3.84	3.12
$\bar{x}$	2.64	1.79	2.25	2.52	2.40	2.28	

en el tratamiento 1 que en el 2, algunos de estos factores podrían ser mineralización, inmovilización o degradación por parte de microorganismos, tratamientos alternos de humedad y sequedad, lixiviación, etc.

Los valores de magnesio están por encima de los rangos (0.5 - 1.8%) encontrado por algunos autores (17), en tejidos foliar en base seca de los principales cultivos hortícolas.

Brinkman y Dos Santos (10), señalan que las fuentes de magnesio de los suelos de la Amazonía (Manauesitacoatiara), es la biomasa, similar con alusión, anotan varios autores.

## 4.2. ANALISIS DE SUELO.

Los resultados totales para cada una de las parcelas que se obtuvieron en la extracción del fósforo y potasio, están consignado en la tabla 7 - 15.

### 4.2.1 DETERMINACION DEL FOSFORO.

La extracción de fósforo para cada uno de los tratamientos por medio de 4 métodos químicos, se observan en las tablas 7, 8, 9, 10 y 11.

Para el método de Bray I, expuesto en la tabla 8, el tratamiento que presentó el mejor promedio de extracción fué el 4, con 76.25 ppm correspondiente a la aplicación de 80 Ton/Ha de gallinaza equivalente a



TABLA 7. Cantidad de fósforo aprovechable expresado en ppm, extraído por cuatro métodos químicos, en c/u. de las parcelas.

Parcela No	Bray I ppm.	Bray II ppm.	Olsen ppm.	Troug ppm.
1	53	114	137.5	820
2	111	167	137.5	1085
3	49	215	137.5	580
4	67	112	64.5	640
5	74	155	78.0	640
6	60	155	83.5	980
7	81	146	137.5	800
8	54	121	45.0	570
9	70	137	137.5	1085
10	67	92	137.5	850
11	67	158	137.5	695
12	62	215	105.0	620
13	62	173	137.5	945
14	53	158	126.5	780
15	62	158	64.5	760
16	47	121	137.5	1085
17	58	163	83.5	820
18	67	215	42.5	780
19	61	130	137.5	760
20	58	158	137.5	850
21	60	192	70.0	695
22	58	176	137.5	740
23	79	150	45.0	740
24	75	158	137.5	850

TABLA 8. Fósforo aprovechable extraído por el método de Bray I para c/u. de los tratamientos expresados en ppm.

BLOQUES	TRATAMIENTOS ( Ton/Ha de gallinaza. )						$\bar{x}$
	20	40	60	80	100	0	
I	67	74	49	111	53	60	69
II	62	70	81	67	67	54	66.8
III	53	47	58	67	62	62	58.1
IV	79	61	58	60	75	58	65.1
$\bar{x}$	65.25	63	61.5	76.25	64.25	58.5	

18.4 Ton/Ha de materia orgánica, el menor promedio lo obtuvo el tratamiento 0 con 58.5 ppm al cual no se le aplicó gallinaza.

El porcentaje de fósforo extraído por Bray I y el extraído foliarmente, está en desacuerdo con lo manifestado por algunos investigadores y han encontrado buena correlación entre la cantidad de fósforo extraído del suelo con dos extractores diferentes y la concentración de fósforo en las plantas que crecían son el mismo (22), pero hay que tener en cuenta, que en este caso se trata de fósforo orgánico aplicado con la gallinaza, que no está totalmente en forma soluble.

En cuanto al método de Bray II, cuyo resultados están en la tabla 9, se observa que el mayor promedio de extracción lo presentó el tratamiento 3 con 170.5 ppm al que se le aplicó 60 Ton/Ha de gallinaza equivalente a 13.8 Ton/Ha de materia orgánica, el mínimo lo produjo el tratamiento 2 con 135.7 ppm, al cual se le aplicó 40 Ton/Ha de gallinaza equivalente a 9.2 Ton/Ha de materia orgánica; al comparamos la producción con la cantidad de fósforo extraído, el tratamiento 3 produjo 10.2 Ton/Ha y el tratamiento 2 produjo 8.19 Ton/Ha, observándose la influencia de la cantidad de fósforo aplicado sobre la producción.

Los resultados del método de Olsen, están consignado en la tabla 10, los máximos promedios extraídos fueron para el tratamiento 5 con 137.5 ppm de fósforo al que se le había aplicado 100 Ton/Ha de gallinaza equivalente a 23 Ton/Ha de materia orgánica, el mínimo promedio lo presentó como era



TABLA 9. Fósforo aprovechable extraído por el método de Bray II para c/u. de los tratamientos expresados en ppm.

BLOQUES	TRATAMIENTOS (Ton/Ha de gallinaza.)						$\bar{x}$
	20	30	40	60	80	0	
I	112	155	215	167	114	115	153
II	215	137	146	92	158	112	144.8
III	158	121	163	215	173	158	164.6
IV	150	130	158	192	158	176	160.6
$\bar{x}$	158.7	135.7	170.5	166.5	150.7	152.5	

TABLA 10. Fósforo aprovechable extraído por el método de Olsen para c/u. de los tratamientos expresados en ppm.

BLOQUES	TRATAMIENTOS (Ton/Ha de gallinaza.)						$\bar{x}$
	20	40	60	80	100	0	
I	64.5	78	137.5	137.5	137.5	83.5	106.4
II	105.0	137.5	137.5	137.5	137.5	45.0	116.6
III	126.5	137.5	83.5	42.5	137.5	64.5	90.6
IV	45.0	137.5	137.5	70.0	137.5	137.5	110.8
$\bar{x}$	85.2	122.6	124.0	96.8	137.5	82.6	

de esperarse el tratamiento 0, con 82.62 ppm al que no se le aplicó gallinaza.

Al confrontar estos datos con los de la producción, se observa claramente que el tratamiento 5 presenta la mejor producción con 12.2 Ton/Ha y el que menor producción presentó fué el tratamiento 0 con 7.49 Ton/Ha, tabla 17.

El último de los cuatro métodos utilizados fué el de Troug, que se presentó en la tabla 11, donde se aprecia claramente que el mayor promedio de extracción se produjo en el tratamiento 2 con 892.5 ppm al cual se le aplicó 40 Ton/Ha de gallinaza equivalente a 9.2 Ton/Ha de materia orgánica, y el menor promedio lo presentó el tratamiento 1 con una aplicación de 20 Ton/Ha de gallinaza equivalente a 4.6 Ton/Ha de materia orgánica para un promedio de 695 ppm.

Este método fué el que presentó mayor promedio de extracción de los cuatro métodos utilizados.

Esto corrobora lo hallado por Bequis y otros (5), quienes dicen que de los métodos de extracción del fósforo del suelo, los que más extraen según la media son: Troug, Olsen, Bray II y Bray I, otros de los factores que se deben tener en cuenta y que están de acuerdo con lo dicho por Honotisux (23), que las cantidades de fósforo son muy variables según los extractores y según la relación suelo/solución extractora, sin embargo los autores concluyen que no es posible extrapolar de una manera rigurosa los



TABLA 11. Fósforo aprovechable extraído por el método de Troug para c/u. de los tratamientos expresados en ppm.

BLOQUES	TRATAMIENTOS ( Ton/Ha de gallinaza. )						$\bar{x}$
	20	40	60	80	100	0	
I	640	640	580	1085	820	980	790.8
II	620	1085	800	850	695	570	770
III	780	1085	820	780	945	760	861.6
IV	740	760	850	645	850	740	764.1
$\bar{x}$	695	892.5	762.5	840	827.5	762.5	

tenores obtenidos con un extractor, a los tenores obtenidos con otros extractores.

De los métodos utilizados en la extracción del fósforo el más preciso y más ajustado a la realidad es el de Olsen, siguiéndole en precisión el de Bray I, lo anterior, en cuanto se refiere a Olsen, está de acuerdo con lo manifestado por Henao, Cuellar y otros (20).

#### 4.2.2. DETERMINACION DEL POTASIO.

La extracción del potasio para cada uno de los tratamientos por medio de tres métodos químicos se observan en las tablas 12, 13, 14 y 15.

Para el método de acetato normal y neutro expuesto en la tabla 13, el tratamiento que presentó mayor promedio de extracción fué el 1, con 0.583 meq/100 g. de suelo; que corresponden a la aplicación de 20 Ton/Ha de gallinaza, equivalente a 4.6 Ton/Ha de materia orgánica. El menor promedio se obtuvo del tratamiento 4, con 0.578 meq/100 g. de suelo, al cual se le aplicó 80 Ton/Ha de gallinaza.

En cuanto al método de extracción de ácido nítrico caliente, cuyos resultados aparecen en la tabla 14, se puede apreciar que el mayor promedio de extracción lo presentaron los tratamientos 1 y 5, con 0.91 meq/100 g. de suelo, para ambos. Al tratamiento 1 se le aplicó 20 Ton/Ha de gallinaza que equivalen a 4.6 Ton/Ha de materia orgánica y al tratamiento 5 se le aplicó 100 Ton/Ha de gallinaza equivalente a 23

TABLA 12. Resultado final de la extracción del potasio soluble del suelo, por medio de tres métodos químicos para c/u. de las muestras, en meq/100 g. de suelo.

Parcela No	METODOS		
	Acetato de amonio normal y neutro	Acido sulfúrico frío.	Acido nítrico caliente
1	0.557	0.256	0.907
2	0.557	0.256	0.876
3	0.557	0.256	0.861
4	0.576	0.254	0.892
5	0.567	0.250	0.784
6	0.576	0.252	0.876
7	0.586	0.260	0.676
8	0.576	0.252	0.876
9	0.586	0.252	0.907
10	0.586	0.260	0.815
11	0.586	0.262	0.923
12	0.586	0.258	0.923
13	0.591	0.260	0.923
14	0.586	0.256	0.907
15	0.586	0.248	0.876
16	0.591	0.260	0.923
17	0.591	0.264	0.907
18	0.586	0.264	0.938
19	0.586	0.254	0.892
20	0.591	0.256	0.853
21	0.586	0.260	0.915
22	0.586	0.264	0.923
23	0.586	0.264	0.938
24	0.586	0.262	0.923



TABLA 13. Potasio soluble extraído por el método de acetato amonio normal y neutro para cada uno de los tratamientos, expresado en meq/100 g. de suelo.

BLOQUES	TRATAMIENTOS ( Ton/Ha de gallinaza. )						$\bar{x}$
	20	40	60	80	100	0	
I	0.576	0.567	0.557	0.557	0.557	0.576	0.565
II	0.586	0.586	0.586	0.586	0.586	0.576	0.584
III	0.586	0.591	0.591	0.586	0.591	0.586	0.588
IV	0.586	0.586	0.591	0.586	0.586	0.586	0.586
$\bar{x}$	0.583	0.582	0.581	0.578	0.580	0.581	

TABLA 14. Potasio soluble extraído por el ácido nítrico caliente para c/u. de los tratamientos, expresado en meq/100 g. de suelo.

BLOQUES	TRATAMIENTOS ( Ton/Ha de gallinaza. )						$\bar{x}$
	20	40	60	80	100	0	
I	0.89	0.78	0.86	0.87	0.90	0.87	0.861
II	0.92	0.90	0.67	0.81	0.92	0.87	0.848
III	0.90	0.92	0.90	0.93	0.92	0.87	0.906
IV	0.93	0.89	0.85	0.91	0.92	0.92	0.903
$\bar{x}$	0.91	0.87	0.82	0.88	0.91	0.88	

Ton/Ha de materia orgánica.

Los resultados obtenidos por el método de extracción del ácido sulfúrico frío, se presentan en la tabla 15, en la cual se determinó los tratamiento que mayor promedio presentaron fueron el 4 y el 5, ambos con 0.260 meq/100 g. de suelo, a los cuales se les aplicó 60 Ton/Ha de gallinaza, para el tratamiento 4, equivalente a 18.4 Ton/Ha de materia orgánica y para el tratamiento 5, 100 Ton /Ha de gallinaza que equivale a 23 Ton/Ha de materia orgánica; mientras que el tratamiento que presentó menor promedio fué el tratamiento 0 y 2, ambos con 0.254 meq/100 g. de suelo, al tratamiento 0 no se le aplicó gallinaza, mientras que al 2, se le aplicó 40 Ton/Ha de gallinaza que contienen 9.2 Ton/Ha de materia orgánica.

En términos generales, las consideraciones hecha para el fósforo, sirven para el caso del potasio, debido a que la concentración de fósforo y potasio en el suelo antes de efectuarse el ensayo eran muy altas ( 1373 ppm y 2.31 meq/100 g. de suelo, respectivamente).

#### 4.2.3. DETERMINACION DEL pH.

En la tabla 16, están resumidos los datos correspondiente a este parámetro, la cual muestra que el mayor pH lo tuvieron los tratamientos 1 y 0 con 7.125 y 7.1 respectivamente, a los cuales les corresponde la aplicación de 20 y 0.0 Ton/Ha de gallinaza respectivamente, el mínimo pH se encontró en el tratamiento 3, con 6.85, al que se le había aplicado 60 Ton/Ha de gallinaza, equivalente a 13.8 Ton/Ha de materia orgánica.



TABLA 15. Potasio soluble extraído por el método ácido sulfúrico frío, para c/u. de los tratamientos expresado en meq/100 g. de suelo.

BLOQUES	TRATAMIENTOS (Ton/Ha de gallinaza.)						$\bar{X}$
	20	40	60	80	100	0	
I	0.254	0.250	0.256	0.256	0.256	0.252	0.254
II	0.258	0.252	0.260	0.260	0.262	0.252	0.257
III	0.256	0.260	0.264	0.264	0.260	0.248	0.258
IV	0.264	0.254	0.256	0.260	0.262	0.264	0.260
$\bar{X}$	0.258	0.254	0.259	0.260	0.260	0.254	

TABLA 16. Resultados del pH para cada uno de los tratamientos.

BLOQUES	TRATAMIENTO ( Ton/Ha de gallinaza )						$\bar{X}$
	20	40	60	80	100	0	
I	7.1	7.0	6.8	6.9	7.0	7.1	6.98
II	7.3	6.8	6.8	6.8	6.9	7.1	6.90
III	7.0	6.8	6.8	6.9	6.9	7.0	6.90
IV	7.1	6.9	7.0	6.9	6.9	7.2	7.00
$\bar{X}$	7.12	6.875	6.85	6.87	6.92	7.1	

Los promedios máximos y mínimos de estos pH, están incluidos en los rangos 6.2 y 7.0, señalado por algunos investigadores (7), quienes manifiestan que la mineralización neta más alta se consigue con pH comprendidos entre los rangos mencionados. Asegurando que conforme a la reacción del suelo se vuelve más ácida o más básica, parte del fósforo liberado queda de nuevo retenido por el hierro el aluminio o calcio.



## 5. CONCLUSIONES.

Con base en los resultados del presente ensayo, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

5.1. De acuerdo a los resultados del análisis foliar el tratamiento que presentó mayor porcentaje en base seca de nitrógeno fué el que se le aplicó 80 Ton/Ha de gallinaza, y el menor porcentaje lo presentó el tratamiento testigo.

5.2. El tratamiento que obtuvo mayor porcentaje en base seca de fósforo foliar fué el testigo y el menor porcentaje lo presentó el tratamiento al que se le aplicó 100 Ton/Ha de gallinaza.

5.3. En cuanto al tratamiento que presentó el máximo porcentaje en base seca de potasio foliar, se encontró que fué el tratamiento que se le aplicó 80 Ton/Ha de gallinaza y el mínimo porcentaje se obtuvo con el tratamiento de 40 Ton/Ha de gallinaza.

5.4. Para la extracción de magnesio foliar en base seca, el tratamiento que arrojó el mayor porcentaje fué el tratamiento cuya dosis de aplicación de gallinaza era de 20 Ton/Ha y el menor porcentaje lo arrojó el tratamiento de 40 Ton/Ha de gallinaza.

5.5. De los resultados obtenidos de la extracción de calcio foliar en base

seca, el tratamiento que presentó el porcentaje más alto fué el tratamiento de 100 Ton/Ha de gallinaza y el mínimo porcentaje lo presentó el tratamiento de 40 Ton/Ha.

5.6. En la extracción de fósforo aprovechable del suelo, se pudo observar que los cuatro métodos utilizados, el método de Troug fué el que arrojó el mayor promedio de extracción de fósforo, y el menor promedio fué para el método de Bray I.

5.7. En cuanto a los tres métodos, utilizados en la extracción del potasio soluble del suelo, se pudo observar que el método del ácido nítrico caliente fué el que presentó mayor promedio de extracción.

5.8. El método de extracción del potasio soluble del suelo, que presentó el menor promedio fué el del ácido sulfúrico frío.

5.9. Estos análisis foliares en cebolla de rama (Allium fistulosum L.), son los primeros que se hacen en esta zona y por lo tanto servirán de referencia en futuros estudios sobre análisis foliar en este cultivo.

5.10. No hubo una relación entre el fósforo foliar extraído en base seca y el fósforo del suelo extraído por cuatro métodos químicos.

5.11. La mayor producción la presentó el tratamiento que se le aplicó 100 Ton/Ha de gallinaza con un promedio de 12.2 Ton/Ha y la menor producción lo presentó el testigo, con 7.49 Ton/Ha.



## 6. RESUMEN

El presente estudio se realizó con el propósito de comparar por medio del análisis foliar con el del suelo los efectos del fósforo presente en la gallinaza utilizada como abono en el cultivo de la cebolla de rama (Allium fistulosum L.), también se buscó mediante la calibración de métodos químicos para fósforo y potasio con abono orgánico cuales de los métodos tuvieron los mejores promedios de extracción.

El estudio se llevó a cabo en los suelos de la granja de la Universidad Tecnológica del Magdalena, situada al Noroeste de Colombia. Geográficamente la zona se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas:  $74^{\circ} 07'$  y  $74^{\circ} 12'$  de longitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich y a los  $11^{\circ} 11'$  y  $11^{\circ} 15'$  de latitud Norte con respecto al Ecuador. Presenta un relieve plano con una altura de 7 m. s.n.m.; una precipitación promedio anual de 680 mm, la temperatura media de  $26^{\circ}\text{C}$  y la humedad relativa oscila entre 70 y 72 %. Está influenciada por los vientos alisios del hemisferio Norte que soplan del Noroeste al Sureste. El clima de la zona está clasificado como caliente de estepa, con vegetación xerofítica y lluvias zenitales, con un ecosistema de bosque espinoso subtropical.

El ensayo se realizó entre los meses de mayo y agosto de 1988, en suelos con estructura granular, color gris parduzco claro, un contenido de materia orgánica ( M.O.) de 3.6 %, pH de 7.1, fósforo (P) de 1373.2 ppm (Bray II), potasio (K) de 2.31 meq/100 g. de suelo, sodio (Na) de 6.1 %, calcio (Ca) de 9.0 meq/100 g. de suelo. La gallinaza aplicada presentó un 23.034 % de materia orgánica.



El diseño que se empleó fué el de bloque al azar con cuatro replicaciones y seis tratamientos, los cuales se distribuyeron así: 20, 40, 60, 80, 100 y 0.0 Ton/Ha de gallinaza.

La variedad de cebolla de rama utilizada fué la llamada "Junca", y se sembró a 0.3 x 0.3 m.

Para la evaluación de los resultados se tuvo en cuenta los siguientes parámetros: Análisis foliar, en el cual se determinó el porcentaje de nitrógeno (método de semi-micro de Kjeldhal), fósforo (método del sulfomolibdico), potasio (por medio del fotómetro de llama), calcio y magnesio (método descrito por el Instituto Agustin Codazzi); y el análisis de suelo determinándose el fósforo en ppm por medio de cuatro métodos químicos (Bray I, Bray II, Olsen y Troug) y el potasio en meq/100 g. de suelo por medio de tres métodos químicos (ácido nítrico caliente, acetato de amonio normal y neutro y ácido sulfúrico frío).

Los resultados obtenidos señalan que no hubo ninguna relación entre el fósforo foliar en base seca cuyos promedios fueron: 0.11 y 0.22 % y el fósforo del suelo aprovechable del suelo por los cuatro métodos químicos, en cuanto a la calibración el método que presentó mayor promedio de extracción fué el de Troug con 892 ppm y el mínimo promedio lo tuvo el método Bray I con 58.5 ppm de fósforo aprovechable. El método que más se ajustó a la realidad fué el de Olsen que extrajo 137.5 ppm de fósforo aprovechable del tratamiento al que se le había aplicado 100 Ton/Ha de gallinaza, correspondiente a 23 Ton/Ha de materia orgánica, el mínimo

promedio que extrajo este método fué de 82.62 ppm de fósforo aprovechable del tratamiento testigo. El mayor promedio de potasio soluble del suelo se extrajo por el método del ácido nítrico caliente con 0.91 meq/100 g. de suelo, correspondiente a los tratamientos de 20 y 100 Ton/Ha de gallinaza respectivamente y el menor promedio lo presentó el método del ácido sulfúrico frío con 0.254 meq/100 g. de suelo, que corresponde al tratamiento de 40 Ton/Ha de gallinaza y al tratamiento testigo.

La mejor producción se obtuvo con el tratamiento 5, con 12.2 Ton/Ha, al que se le adicionó 100 Ton/Ha de gallinaza, al cual corresponde a 23 Ton/Ha de materia orgánica.



## SUMMARY

This study was undertaken in order to compare a foliar analysis with a soil analysis of the effects of phosphorus present in the chicken droppings used as fertilizer in the cultivation of green onions (Allium fistulosum L.); furthermore, by the calibration of chemical methods for phosphate and potassium analysis in organic fertilizer we determined which methods achieved the best averages of extraction.

The study was carried out on the soil of the experimental farm of the Universidad Tecnológica del Magdalena, in northwestern Colombia. The zone is located between  $74^{\circ} 07'$  and  $74^{\circ} 12'$  west longitude;  $11^{\circ} 11'$  and  $11^{\circ} 15'$  North latitude. The topography is level, altitude 7 meters above sea level. Annual rainfall is 680 millimeters, median temperature is 26 degrees Celsius, and the relative humidity ranges between 70 and 72 %. The region is under the influence of the trade winds of the northern hemisphere which blow from NW to SE. The clima is classified as a hot plain, with xerophytic vegetation and seasonal rainfall, having an ecosystem of subtropical thorny forest.

The test was carried out between May and August 1986, on soil with a granular structure, having a light gray-brown color, organic material content 3.6%, pH 7.1; phosphorus (P) 1373.2 ppm (Bray II); potassium (K) 2.31 meq/100 g. soil; sodium (Na) 6.1%; calcium (Ca) 9.0 meq/100 g. soil. The chicken droppings applied had an organic content of 23.034%.



The experimental design used was of random blocks with 4 repetitions and 6 treatments, distributed 20, 40, 60, 80, 100 and 0 ton/hectare of chicken droppings.

The variety of green onions used was "Junca", seeded at 0.3 x 0.3 meters.

The evaluation of the results took into account the following parameters: Foliar analysis, in which we determined the percentage of nitrogen (using the semi-micro method of Kjeldhal), phosphorous (sulfomolibdic method), potassium (by flame photometry method), calcium and magnesium (using the method described by the Augustin Codazzi Geographical Institute); and the analysis of the soil to determine the ppm of phosphorous by four chemical methods (Bray I, Bray II, Olsen and Troug), and the potassium content in meq/100 g. of soil by means of three chemical methods (hot nitric acid, normal and neutral acetic acid, and cold sulfuric acid.).

The results obtained showed no relation between the foliar phosphorous in a dry base, with the following averages: 0.11 and 0.22%, and the soil phosphorous available to the soil by the four chemical methods. With respect to calibration the method which presented the highest average of extraction was the Troug, with 892 ppm, and the lowest average was the Bray I method, with 58.5 ppm of available phosphorous. The method best suited to the realities of the local situation was that of Olsen, which extracted 137.5 pp of available phosphorous from the treatment to which was applied the 100 ton/hectare quantity of chicken droppings, corresponding to 23 ton/hectare of organic material. The average minimum

extracted by this method was 82.62 ppm of available phosphorous from the control sample. The largest average of soluble potassium in the soil was extracted by the method using hot nitric acid, with 0.91 meq/100 g. of soil corresponding to the treatments of 20 and of 100 ton/hectare of chicken dropping respectively, and the smallest average presented the method using cold sulfuric acid, with 0.254 meq/100 g. of soil, corresponding to the treatment of 40 ton/hectare of chicken droppings and the control treatment.

The greatest production was obtained with treatment 5, with 12.2 ton/hectare, to which was added the 100 ton/hectare of chicken droppings, corresponding to 23 ton/hectare of organic material.



## 7. BIBLIOGRAFIA

1. ACQUAYE, D. K. and AKROFI, G. S. Fertility, irrigation and shade. En: Cocoa Research. Institute Ghana Academy of Science. Report for the period 1st. (apr. 1962 - sept. 1963). p. 90 - 99.
2. ALDRICH, S. R. Plant analysis: problems and opportunities. En: Soil Science Society of America. Pu. soil testing and plant analysis. Part II. Plant analysis. Vol 22 No 7 (ene 1967). p. 1 - 10.
3. ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. New York: Wiley, 1961. 472 p.
4. ARJONA, D. Producción de la cebolla de rama (Allium fistulosum L.) en el área de influencia de la laguna de la Tota, Boyacá. En: Esso Agrícola. Vol 22 No 4 (may 1976), p. 20.
5. BEQUIS, H, RINCON, J. y DIAZ, A. Correlación entre análisis de plantas y análisis de suelos en la zona Bananera en el municipio de Santa Marta. Santa Marta. 1973. 80 p, il. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Tecnológica del Magdalena. Facultad de Ingeniería Agronómica.
6. BEAUFILS, E. R. Busca de una explotación racional del hevea según un diagnóstico basado en el análisis mineral de las diversas partes de la planta. En: Fertilizantes. Vol 3 No 6 (feb 1957). p. 27 - 38.
7. BLASCO, L. M. Microbiología de suelos. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. Centro de Enseñanza e investigación, 1970. 247 p.
8. BLASCO, M. y CONRFIELD, A. H. Comparación de diferentes extractantes para determinar el amonio intercambiable en los suelos del Valle del Cauca. En: Acta Agronómica. Vol 17 No 1 - 2 (jun 1967); 57 p.



9. BODILY, H. L. The activity of microorganisms in the transformation of plant materials in soil under various conditions. En: Soil Science Vol 57 No 7 (may 1944), p. 341 - 349.
10. BRINKMAN, W.L. and DOS SANTOS, A. Natural waters in Amazonía 5 soluble magnesium properties. Turrialba. Vol 21 No 5 (ago 1971); p. 459 - 465.
11. BUCKMAN, H. y BRADY, J. Naturaleza y propiedades de los suelos. Caracas. s.n. 1978. 530 p.
12. CHAPMAN, H. D. and PRATT, P. F. Methods of analysis for soil, plants and waters. California: University of California, 1961. 309 p.
13. EID, M. BLACK, T. and KEMPTHORNE. Importance of soil organic y inorganic phosphorus to plant growth at low and high temperatures soil science. Londres, s.n. 1951. p. 45 - 49.
14. FAJARDO, G. y MORAN, N. Comportamiento de la cebolla cabezona (Allium fistulosum L.) en la zona de Santa Marta con y sin materia orgánica. Santa Marta, 1987: 98 p: il. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Tecnológica del Magdalena. Facultad de Ingeniería Agronómica.
15. FUNDACION SERVICIO PARA EL AGRICULTOR. Cagua. Beneficio del uso del estiércol de chivo y polleras. En: Noticias Agrícolas. Vol 7 No 27 (mar 1976); p. 15 - 20.
16. GARCIA, J; GUERRERO, A. y GONZALEZ, L. Comparación de cuatro métodos para determinar potasio asequible en suelos de la parte plana del Valle geográfico del río Cauca. Colombia. p. 17-24. En: CONGRESO DE INGENIEROS AGRONOMOS ( 4<sup>o</sup>: 1968. Barranquilla).

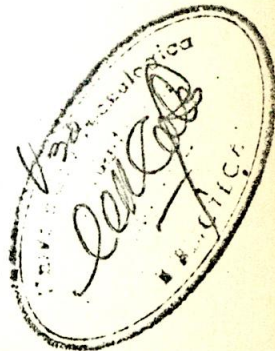
- Memorias del IV congreso de Ingenieros Agrónomos. Barranquilla: El congreso, 1968. 85 p
17. GERALDSON, G. M; KLACAN, G. R. and LORENZ, O. A. Plant analysis as an aid in fertilizing vegetable crops. p. 365-379 Walsh, L. M. and Beaton, J. L. En: Soil and plant analysis. Madison, Wisconsin. U.S.A: Soil Science Society of American, 1973. 420 p.
  18. GOODALL, D. W. and GREGORY, F. G. Chemical composition of plant as an index of their vegetational status. Londres: I.A.B, 1947. 147 p.
  19. GUTIERREZ, D. y LEON, A. Resultados de la fertilización de sorgo del Tolima. Palmira: Instituto Colombiano Agropecuario, 1974. 44 p.
  20. HENAO, M. J; CUELLAR, G. D y PERDOMO, A. Marco. Evaluación de métodos químicos para determinar fósforo asimilable de suelos arroceros. p. 25-32. En: CONGRESO DE INGENIEROS AGRONOMOS (4<sup>o</sup> 1968: Barranquilla) Memorias del IV congreso de Ingenieros Agrónomos. Barranquilla: El Congreso, 1968. 85 p.
  21. HIGUITA, F. Horticultura. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario, 1970. 65 p.
  22. HIRIAM, J; URIBE, L. A. C. y ZORRILLA, D. Calibración de análisis químico de fósforo y potasio con ensayos de campo en el Valle del Cauca. Palmira. Instituto Colombiano Agropecuario, 1969. 35 p.
  23. HONOTISUX, G. L. Etude de la dynamique du phosphore du soil par la methode du fractionnement. Laboratoire de pedologie faculte des sciences agronomiques. Belgique: Gembloux. 1976. p. 161 - 174.
  24. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Palmira: Instituto Colombiano Agropecuario, 1979 57p.
  25. \_\_\_\_\_ Fertilidad de suelos con énfasis en Colombia. Bogotá Instituto Colombiano Agropecuario; 1986. 192 p.
  26. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Metodos analíticos del labo



- torio de suelos. Bogotá. Instituto Geográfico Agustín Codazzi; 1984. 176 p.
27. INSITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS. Apuntes de análisis químico de suelo. Turrialba: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1971. 12 p.
  28. JACOB, A. y VEXKULL, H. V. 'Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Amsterdam Internationale Hundelmaatscha ppis Voor, 1961. 626 p.
  29. LUIS, J. M. The commercial storage of fomits vegetables and flovist nuersey stocks. Washinton: Usda, 1968. 94 p.
  30. MALAVOLTA, E. and PIMENTEL, F. Foliar diagnostic in Brasil. En: Plant Analysis and Ferti-izar Problems. Vol 19 No 6 (abr 1961); p. 180.
  31. MAGNITSKI, K. P. The diagnostic of mineral nutrition of plants according to chemical composition of leaves. En: Plant analysis and fertilizer problems. Washinton. Walter reuther ed. (nov 1961), p.15-27
  32. MARIN, G. y LORA, R. La capacidad de intercambio catiónico y las bases intercambiabiles del suelo , en interpretación del análisis de suelos y recomendaciones de fertilizantes. Bogotá: Instituto Agro pecuario Colombiano, 1972. 199 p.
  33. MARTINEZ DE PANCORBO, A and LUCENA CONDE, F. Determination and forms of phosphorus in soils of salamanea provience. En: Agrobiol. Vol 23 No 5 ( feb 1960); p. 147 - 154.
  34. MULLER, C. Soil condition and plant grown longhumans. Londres: An Edefol, 1961. 688 p.
  35. NAVAS, J; MANZANO, H. y COLIN, DA. Algunos aspectos del análisis de suelos - calibración del análisis. En: Agricultura Tropical. Vol 22 No 6 (ago 1976); p. 285 - 294.
  36. ROSAND, P. C. MIRANDA, E. R. de. y DO PRADO, E. P. Efeito da remocoa de



- sombra e de aplicao de fertilizantes sobre a producao cacaneria na bahia. p. 510-514. En: Internacional Cocoa Conference Cocoa. (1: 1971: Ghaya) Research. Institute. Ghaya; TAFO, 1971. 620 p.
37. SORIA. J. A preliminary report an experiment of harcel pollinitation and fertilizers in cocoa. p. 608-613. En: International. Cocoa. realarch conference. (1: 1971: Ghaya) Research Institute. Ghaya; TAFO, 1971. 620 p.
38. VAN SLYK, L. L. Fertilizantes y produccin de cultivos. New York: s.n.,1983. p. 216 - 266.
39. VLADIMIR. J. I. y HAROLD, C. El uso eficaz de los fertilizantes. Roma: Organizacin de la Naciones Unidas para la Alimentacin (F.A.O.), 1959. 35 p.
40. WAKSMAN, S. A. Soil microbiology. New York, Wiley, 1952. 336 p.
41. ZARAGOZA. C, J. Estiércol de bovino y gallinaza como fuentes de fósforo en el cultivo de alfalfa. En: Agricultura Técnica de México. Vol 12 ( jul - dic 1986); p. 247 - 258.



A P E N D I C E

APENDICE 1. Correlación de N, P, K foliar en base seca con la producción.

---

	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Producción	0.14 N.S.	- 0.13 N.S.	- 0.11 N.S.

---

N.S. = No significativo.



APENDICE 2. Correlación del fósforo foliar en base seca con cuatro métodos de extracción del fósforo aprovechable del suelo.

	Bray I	Bray II	Olsen	Troug
Fósforo foliar.	0.051 N.S.	- 0.057 N.S.	0.12 N.S.	0.091 N.S.

N.S = No significativo.

APENDICE 3. Correlación de cuatro métodos de extracción del fósforo aprovechable del suelo con la producción.

---

	Bray I	Bray II	Olsen	Troug
Producción.	0.314 N.S.	0.052 N.S.	0.192 N.S.	0.197 N.S.

---

N.S. = No significativo.

APENDICE 4. Correlación del potasio foliar en base seca con tres métodos de potasio soluble del suelo.

---

	Ac. nítrico	Ac. sulfúrico	Acetato de amonio
Potasio foliar	0.132	0.494*	0.27

---

\* Significativo.



APENDICE 5. Correlación de tres métodos de extracción del potasio soluble del suelo con la producción.

---

	Ac. nítrico	Ac. sulfúrico	Acetato de amonio
Producción	- 0.033 N.S.	0.10 N.S.	- 0.65 N.S.

---

N.S. = No significativo.

APENDICE 6. Matriz de correlación de cuatro métodos de extracción del fósforo aprovechable del suelo.

	Bray I	Bray II	Olsen	Troug
Bray I	—	0.012	0.012	0.28
Bray II	—	—	- 0.12	- 0.24
Olsen	—	—	—	0.42*
Troug	—	—	—	—

\* Significativo.

APENDICE 7. Matriz de correlación de tres métodos de extracción del potasio soluble del suelo.

	Ac. nítrico	Ac. sulfúrico	Acetato de amonio
Ac. nítrico	—	0.28	0.18
Ac. sulfúrico.	—	—	0.40*
Acetato de amonio.	—	—	—

\* Significativo.