

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EFFECTO DE CUATRO NIVELES Y TRES FUENTES DE NITROGENO

SOBRE EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.),
ASUNCION MITA, JUTIAPA

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

MACLOVIO ALBERTO GUEVARA PAREDES

En el acto de investidura como
INGENIERO AGRÓNOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, Enero del 2,001.

DL
01
†(1953)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL I	Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
VOCAL II	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL III	Ing. Agr. Alejandro Hernández Figueroa
VOCAL IV	Ing. Agr. Jacobo Bolvito Ramos
VOCAL V	Br. José Baldomero Sandoval Arriaza
SECRETARIO	Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
Ing. Agr. Salvador Castillo Orellana
Ing. Agr. Manuel De Jesús Martínez Ovalle

Guatemala, enero del 2,001.

Señores:
Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables Miembros:

De acuerdo con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado:

“EFECTO DE CUATRO NIVELES Y TRES FUENTES DE NITRÓGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA (Allium cepa L.), ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA”.

Como requisito, previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo; en el grado académico de Licenciado.

Respetuosamente,

Maclovio Alberto Guevara Paredes

ACTO QUE DEDICO

A:
DIOS

Fuente de Sabiduría

MIS PADRES

José Alberto Guevara Morales
Elida Aminta Paredes Alvarado

MIS HERMANOS

Nineth, Fredy, Anabella y Silvia
Victor Manuel y Bety (Q.E.P.D.)

MI ESPOSA

Perla Yolanda Escobar Ariza

MIS ABUELOS

Maclovio Guevara Castillo (Q.E.P.D.)
Carmen Morales Sánchez (Q.E.P.D.)
María Luisa Arrazola (Q.E.P.D.)
Guillermo Paredes López (Q.E.P.D.)
Marcos Alvarado Rodríguez

MIS SUEGROS

Abelardo Escobar (Q.E.P.D.) e
Irma Yolanda Ariza

MIS HIJOS

Perla Gabriela y Fredy Rogelio

MIS SOBRINOS

Karen, Waleska, Claudia, José Carlos,
José Alberto, Jesika, José Alejandro
Kevin, Diego, Andy y Andrea.

MIS CUÑADOS

Sedy y Lorena, Edgar y Roge (Q.E.P.D.)

MI FAMILIA EN GENERAL

MIS AMIGOS

TESIS QUE DEDICO

A:

Guatemala

Jutiapa

Asunción Mita

Casa del niño zona 5

Escuela República de Nicaragua

Escuela José Cecilio del Valle

Instituto Central

Instituto Colonia lo. De Julio

Instituto Técnico de Agricultura

Promoción 73-75

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

AGRADECIMIENTOS

A:

Mis asesores Ingenieros José Jesús Chonay, Celena Carías y Anibal Sacbajá Galindo por su constante apoyo y orientación en la realización del presente trabajo de tesis.

El Agricultor Carmelino Contreras de Las Flores, El Progreso Jutiapa, por permitirme utilizar sus propiedades para establecer el ensayo de campo.

El Ing. Marino Barrientos, por su orientación y apoyo incondicional.

Pilones de Antigua S.A. y compañeros de trabajo.

Todas aquellas personas, que de una u otra forma, colaboraron en la realización de las diferentes fases de éste trabajo de tesis.

INDICE GENERAL

CONTENIDO

PAGINA

INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE GRAFICAS	vii

RESUMEN	viii
---------	------

1	Introducción	1
2	Planteamiento del problema	2
3	Justificación.....	3
4	Marco teórico	4
4.1	Marco conceptual	4
4.1.1	Origen.....	4
4.1.2	Características botánicas	4
4.1.3	Fisiología.....	4
4.1.4	Usos	9
4.1.5	Consumo de la población de Guatemala.....	10
4.1.6	Influencia económica y social.....	10
4.1.6.1	Estimaciones sobre áreas y volúmenes de producción en Guatemala	11
4.1.6.2	Comercio exterior.....	12
4.1.7	Zonas de producción en Guatemala	13
4.1.8	Epocas de siembra y producción en Guatemala.....	14
4.1.9	Requerimientos edáficos	15
4.1.10	Variedades más comunes cultivadas en la zona sur oriental.....	15
4.1.11	El nitrógeno en la nutrición de los cultivos.....	16
4.1.12	Antecedentes de investigaciones	21
4.2	Marco referencial	22

4.2.1	Descripción del área experimental	22
4.2.1.1.	Localización	22
4.2.1.2	Condiciones climáticas y zona de vida	22
4.2.1.3	Características edáficas	23
4.2.1.4	Materiales utilizados	23
5	Objetivos	25
6	Hipótesis.....	26
7	Metodología	27
7.1	Muestreo de suelos.....	27
7.2	Análisis físico-químico del suelo	27
7.3	Análisis de hojas modificadas y hojas verdaderas.....	27
7.4	Diseño experimental	28
7.4.1	Descripción de la unidad experimental	28
7.5	Factores evaluados	28
7.5.1	Niveles de nitrógeno.....	28
7.5.2	Fuentes de nitrógeno	29
7.6	Tratamientos.....	29
7.7	Variables de respuesta.....	30
7.8	Manejo agronómico	31
8	Análisis de la información	33
8.1	Análisis de varianza y covarianza	33
8.2	Análisis económico	35
9	Resultados y discusión	36
10	Conclusiones	43
11	Recomendaciones.....	44
12	Bibliografía.....	45
13	Apéndice.....	48

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1 Consumo total y percapita de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.) en Guatemala, de 1980 a 1994	10
2 Superficie y volumen de producción de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.) en Guatemala, de 1980 a 1997	12
3 Exportaciones de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), de 1980 a 1997 en Guatemala	13
4 Zonas de producción de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), en Guatemala	14
5 Vías de pérdidas del nitrógeno	18
6 Niveles y fuentes de nitrógeno expresado en kg /ha	29
7 Tratamientos evaluados.....	30
8 Análisis físico-químico del suelo del área experimental.....	36
9 Análisis de covarianza de tratamientos, para la variable rendimiento e ingreso neto total de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), Asunción Mita, Jutiapa.	37
10 Análisis de covarianza del arreglo de tratamientos combinatorio, para la variable rendimiento e ingreso neto total de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), Asunción Mita, Jutiapa.	38
11 Análisis de varianza de tratamientos, para la variable densidad en el cultivo de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), Asunción Mita, Jutiapa.	39
12 Análisis de varianza del arreglo de tratamientos combinatorio, para la variable densidad en el cultivo de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), Asunción Mita, Jutiapa.....	40
13 Análisis de hojas del cultivo de cebolla (<u>Allium cepa</u> L), en investigación realizada en Asunción Mita, Jutiapa.....	40

14	Extracción realizada por hojas de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), en investigación realizada en Asunción Mita, Jutiapa, expresado en kg/ha.....	41
15	Análisis beneficio-costo.....	42
16.A	Epoca de aplicación de niveles y fuentes de fertilizantes en cultivo de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), en trabajo de investigación realizado en Asunción Mita, Jutiapa.....	49
17.A	Fecha, producto y dosis de aplicación de agroquímicos en el cultivo de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), en evaluación del efecto de niveles y fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento realizado en Asunción Mita, Jutiapa.....	50
18.A	Precios por calidades a nivel de productor del cultivo de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.) Asunción Mita, Jutiapa.....	53
19.A	Datos de campo, evaluación del efecto de cuatro niveles y tres fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), en Asunción Mita, Jutiapa.....	54
20.A	Datos de análisis para evaluación del efecto de cuatro niveles y tres fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), Asunción Mita, Jutiapa para las variables rendimiento e ingreso neto total.....	55
21.A	Datos de campo para análisis de la evaluación del efecto de cuatro niveles y tres fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), Asunción Mita, Jutiapa para la variable densidad.....	56
22.A	Cuadro de comportamiento de medias peso total de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), Asunción Mita, Jutiapa.....	58
23.A	Cuadro de comportamiento de medias peso hojas modificadas de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), Asunción Mita, Jutiapa.....	59
24.A	Cuadro de comportamiento de medias ingreso neto total de cebolla (<u>Allium cepa</u> L.), Asunción Mita, Jutiapa.....	60

25.A Distribución de las unidades experimentales en el terreno 61

26.A Costos variables por unidad experimental en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.), en evaluación del efecto de niveles y fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento, realizado en Asunción Mita, Jutiapa. 63

27.A Análisis de covarianza para la variable ingreso neto total, en el arreglo de tratamientos combinatorio 4 x 3. 64

28.A Análisis de covarianza para la variable rendimiento (peso hojas modificadas + hojas verdaderas), en el arreglo tratamientos combinatorio 4 x 3. 64

29.A Análisis de covarianza para la variable rendimiento (peso hojas modificadas) en el arreglo de tratamientos combinatorio 4 x 3. 65

30.A Análisis de covarianza para la variable ingreso neto total, de los trece tratamientos. 65

31.A Análisis de covarianza para la variable rendimiento (peso hojas modificadas + hojas verdaderas), de los trece tratamientos. 66

32.A Análisis de covarianza para la variable rendimiento (peso hojas modificadas) de los trece tratamientos. 66

33.A Análisis de varianza para la variable densidad, de los trece tratamientos..... 67

34.A Análisis de varianza para la variable densidad, en el arreglo de tratamientos combinatorio 4x3. 67

35.A Comparación de medias de Dunnett del tratamiento testigo, respecto a los demás tratamientos..... 68

36.A Comparación múltiple de medias de tukey de las interrelaciones niveles-fuentes en el arreglo de tratamientos combinatorio, para la variable densidad..... 69

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Principales épocas de producción de cebolla (<u>Allium cepa L.</u>) en Guatemala.	15
2. Unidad experimental (parcela bruta y parcela neta).....	62

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA	PAGINA
1. Peso de hojas modificadas + hojas verdaderas	70
2. Peso de hojas modificadas	71
3. Ingreso Neto Total.....	72
4. Densidad	73
5. Relación beneficio-costos.....	74

EFFECTO DE CUATRO NIVELES Y TRES FUENTES DE NITRÓGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA (Allium cepa L.), ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.

EFFECT OF FOUR LEVELS AND THREE SOURCES OF NITROGEN ON THE YIELD OF ONION (Allium cepa L.), ASUNCION MITA, JUTIAPA.

RESUMEN

Los niveles de nitrógeno que utilizan los agricultores de la región parecen altos y pueden provocar contaminación a las aguas subterráneas en el caso del nitrógeno, ya que la forma de nitrato es fácilmente lixiviable y en el caso del fósforo puede provocar desbalances nutrimentales por su poca movilidad.

El objetivo de la presente investigación fue, evaluar el efecto de cuatro niveles y tres fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento de cebolla* (Allium cepa L.), para seleccionar el tratamiento que permita obtener la mayor rentabilidad.

El ensayo se realizó en la aldea Tiucal de Asunción Mita Jutiapa, durante el período de septiembre de 1,998 a febrero de 1,999. Se distribuyeron los tratamientos en un diseño experimental de bloques al azar, en un arreglo combinatorio 4x3, más un testigo del agricultor con cuatro repeticiones.

Los niveles evaluados de nitrógeno fueron: 100, 150, 200, 250 kg/ha y las tres fuentes: urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ y nitrato de amonio (NH_4NO_3) .

La aplicación fue fraccionada en tres partes, la primera el 25%, a los 10 días después del transplante, la segunda 50%, a los 30 días después del transplante y la última 25%, a los 60 días después del transplante.

* Los productores y consumidores de la zona de estudio conocen las hojas verdaderas como tallo y a las hojas modificadas como bulbo, por lo que al mencionar hojas verdaderas, nos referimos al tallo, y al mencionar hojas modificadas al bulbo.

El tratamiento testigo, se manejó de la siguiente manera: 155 kg N/ha y 195 kg P_2O_5 /ha, 10 días después del trasplante, que constituyó la primera aplicación y una segunda aplicación 136 kg N/ha, 30 días después del trasplante.

Las variables de respuesta evaluadas fueron: rendimiento de cebolla para estimar la producción, calidad de bulbo (diámetro de hojas modificadas) para calcular el ingreso y densidad de hojas modificadas para determinar la consistencia.

Se realizó un análisis químico de hojas de cebolla (hojas verdaderas y hojas modificadas), para determinar la extracción de nutrientes por el cultivo durante el ciclo.

Con base a los datos de campo (Cuadros 20 A y 21 A), obtenidos de las variables evaluadas en la investigación, se realizó análisis de covarianza para el rendimiento de cebolla e ingreso neto total, además análisis de varianza para la variable densidad. Determinando que únicamente existe diferencia significativa, en lo referente a la variable densidad; pudiendo indicar que estadísticamente nitrato de amonio 100 y urea 150 son los tratamientos donde se obtuvo menor densidad en relación a los demás tratamientos y que la significancia existente en la interrelación determina que los factores son dependientes.

Se realizó un análisis económico de presupuestos parciales, en dicho análisis, los tratamientos con mejor relación beneficio-coste en su orden fueron: sulfato de amonio 100, urea 100 y nitrato de amonio 100. La relación más baja corresponde al testigo del agricultor.

1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala el cultivo de hortalizas de clima cálido, especialmente de cebolla (Allium cepa L.) es de importancia económica, dada las demandas en el mercado de Centro América, así mismo a la mano de obra y capital circulante que se genera, ya que la superficie se ha incrementado gradualmente de 1980 a 1997 en un 87.58% y la producción en un 90.90% (15,19).

Dentro de las principales áreas productoras de cebolla (Allium cepa L.), se encuentra el valle de Asunción Mita ubicado el departamento de Jutiapa, en donde los agricultores del lugar han generado sus propios niveles de fertilización. Ríos (26) y Portillo (24) indican que para obtener rendimientos de 20-30 ton/ha de cebolla (Allium cepa L.) fresca con tallo, utilizan niveles de 250-325 kgN/ha y 190-200 kg P₂O₅/ha. Estos niveles de nutrientes parecen altos y pueden provocar contaminación a las aguas subterráneas en el caso del nitrógeno, ya que la forma de nitrato es fácilmente lixiviable y en el caso del fósforo por su poca movilidad puede provocar desbalances nutrimentales.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los niveles 100, 150, 200, 250 kg N/ha y las fuentes de nitrógeno urea CO(NH₂)₂, sulfato de amonio (NH₄)₂ SO₄ y nitrato de amonio (NH₄ NO₃), comparado con un testigo del agricultor para determinar el efecto sobre el rendimiento, ingreso y consistencia de cebolla (Allium cepa L.). Los resultados obtenidos se sometieron a análisis de covarianza para el rendimiento e ingreso neto total y análisis de varianza para la densidad, encontrando significancia únicamente en lo que respecta a la densidad, que es una variable secundaria la cual se consideró con el propósito de determinar la consistencia.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los niveles de nitrógeno que utilizan los agricultores de la región en la fertilización de la cebolla (Allium cepa L.), han sido adoptados con base a experiencias personales, utilizando cantidades de fertilizantes comerciales (sulfato de amonio, urea, nitrato de amonio, 16-20-0, 20-20-0) que rebasan los 1,000 kg/ha, que corresponden a la aplicación de 250-325 kg N/ha y 190-200 kg P₂O₅/ha, valores altos comparados con niveles de fertilización recomendados en investigaciones realizadas por Asabá (2) y Soto (29). El exceso de la aplicación de nitrógeno al suelo puede repercutir en baja de los rendimientos, aumento de los costos de producción, contaminación de las aguas subterráneas y en el caso del fósforo además de aumentar los costos de producción, puede provocar desbalances nutrimentales por su poca movilidad.

3. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de la cebolla (Allium cepa L.) en nuestro país es de importancia económica, dada las demandas en el mercado de Centro América y a la generación de empleo y capital circulante.

La zona Sur-Oriental donde se encuentra el valle de Asunción Mita, representa el 49% en la producción de éste cultivo a nivel nacional, según se puede observar en el cuadro 4.

La dinámica química del nitrógeno en el suelo, en donde fácilmente cambia de formas reducidas a oxidadas por acción microbiológica, o bien sufre pérdidas por lixiviación o volatilización a causa de exceso de agua y desnitrificación respectivamente, han constituido las causas por las cuales el nitrógeno desde el punto de vista de la fertilidad de los suelos se considere deficiente para toda condición de cultivo y que su recomendación se determine en cantidad y época en base a pruebas de campo (17).

Aunque hay algunas pérdidas por volatilización de nitrógeno y NH_3 , fijación de NH_4^+ e inmovilización por las bacterias, la pérdida principal se da por filtración de nitratos, lo anterior ha impulsado la investigación para determinar fertilizantes que liberen nitrógeno en un período de tiempo largo y los nitratos puedan ser absorbidos por el sistema radicular en expansión durante todo el período de crecimiento de la planta (32).

El presente trabajo se enmarca en la búsqueda de niveles y fuentes de nitrógeno, así como acciones que propicien la rentabilidad, sustentabilidad y sostenibilidad, además aportar información a los productores de esta zona del país.

4. MARCO TEORICO

4.1. MARCO CONCEPTUAL

4.1.1 Origen

No se sabe con certeza el origen de la cebolla (Allium cepa L.), algunos indican que es originaria de Asia Central, otros Asia Occidental, y otros del norte de África. Por la historia de Egipto, se tiene conocimiento de que el cultivo es muy anterior a la cautividad de los hebreos (21).

4.1.2. Características botánicas

La cebolla (Allium cepa L.) pertenece a la familia de las Liliáceas. Es una planta bienal, herbácea, alógama, con polinización mayormente entomófila, raramente arbustiva. Hojas modificadas generalmente subterráneas; las hojas verdaderas son glaucas, a veces blanquecinas en la base, lineales, grandes y huecas y están dispuestas en dos filas. Las flores son hermafroditas y son del tipo liliáceo (3 sépalos, 3 pétalos, 6 estambres, 3 ovarios), miden de 4 a 5 mm. formando gruesas umbelas esféricas provistas en su base de 2 a 4 bracteadas bastante cortas. Las anteras se abren antes que el estigma sea receptivo, el número de flores por umbela varía grandemente, pudiendo ocurrir cierta cantidad de autopolinización dentro de las flores de la umbela. El fruto es una cápsula trilocular que contiene semillas negras, angulosas y aplanadas (2).

4.1.3. Fisiología

Fisiológicamente la cebolla (Allium cepa L.) se clasifica como cultivo de día largo, aunque existen variedades e híbridos de días cortos adaptados a latitudes de Centro América, países del caribe y otros cuyo clima sea similar al que se tiene en Guatemala. Esto significa que la cebolla forma hojas modificadas en respuesta a días que son más largos que un mínimo de horas luz. A éste mínimo de horas luz se le denomina fotoperíodo crítico.

Por lo tanto, las variedades se clasifican de acuerdo a su fotoperíodo. Las variedades de día largo requieren días de 14 a 16 horas luz para iniciar la formación de hojas modificadas, las cebollas de día intermedio requieren alrededor de 14 horas luz y las de día corto entre 11 y 13 horas (14).

Los cultivares que crecen mejor en días cortos se adaptan a las fajas limitadas por latitudes de 0 a 24 y hasta 28°. Los cultivares de días intermedios producen mejor entre 28 y 40° y los cultivares de días largos se encuentran generalmente en lugares a 36° de latitud en adelante (6).

4.1.3.1. Etapas de desarrollo

La planta normalmente es bianual, las hojas modificadas se desarrollan durante la primera temporada de crecimiento y los tallos florales durante la segunda temporada (10).

4.1.3.1.A Germinación

El cotiledón es el primero en emerger de la semilla, ocurre 15 días después de la siembra. En un extremo del cotiledón se encuentra la placa basal o tallo desde donde sale la raíz. Después de que se establece la raíz, 18 días después de la siembra, el cotiledón se alarga y emerge del suelo un anillo.

Cuando la planta crece más, el anillo se endereza y el otro extremo que estaba pegado a la cubierta de la semilla sale del suelo. A este estado se le llama bandera, el cual se da a los 30 días después de la siembra.

Las fases de anillo y de bandera son delicadas y representan períodos en los cuales la cebolla es extremadamente susceptible al daño causado por partículas de suelo arrastradas por el viento, herbicidas, etc. (11).

4.1.3.1.B Formación de raíces

De la parte de abajo de la placa basal o tallo se forman raíces adventicias, y más adelante en el desarrollo de la planta se forman raíces a los lados de la placa basal.

Debido a que la cebolla tiene solo una raíz primaria, el desarrollo de la planta depende de raíces adventicias. Estas raíces están continuamente desintegrándose y siendo reemplazadas por nuevas raíces.

La iniciación y elongamiento de raíces es muy prolífica durante el crecimiento vegetativo, esta es la razón por la cual es tan crítico que esté disponible para la planta, suministro constante de agua en los primeros 0.60 m. de suelo durante el estado de desarrollo vegetativo.

El sistema de raíces es muy reducido, por lo tanto al abonar se debe colocar el fertilizante cerca de la planta, ya que la mayor parte de las raíces son producidas en los primeros 0.30 a 0.60 m. del suelo y esparcidas horizontalmente en un radio de 0.15 m. alrededor de la planta (11).

4.1.3.1.C Formación de hojas verdaderas

Después de la emergencia de la primera hoja verdadera (30 días después de la siembra), nuevas hojas aparecen cada 7 o 10 días, dependiendo de la época de siembra, duración del día, variedad y temperatura. Así durante el desarrollo del cultivo, la cebolla puede producir de 13 a 18 hojas desde la primera hoja verdadera, hasta la etapa de formación de hojas modificadas (150 días después de la siembra) (13).

Las hojas más jóvenes crecen desde la parte superior de la placa basal, internamente a las hojas más viejas. La planta de cebolla tiene un sistema foliar muy ineficiente en el uso de la energía solar, por lo tanto, es importante promover un desarrollo foliar adecuado antes del inicio de la formación de hojas modificadas. En esta fase la planta requiere temperaturas frescas (11).

4.1.3.1.D Formación de hojas modificadas

Idealmente después que se han formado de 7 a 9 hojas verdaderas (aproximadamente 90 días después de la siembra) ocurre un engrosamiento de la base de las hojas. La formación de hojas modificadas ocurre como una respuesta a la interacción entre la duración del día y la temperatura,

específicamente a los días largos y a las altas temperaturas. La formación prematura de hojas modificadas de ciertas variedades en el semillero es más evidente en altitudes más bajas, donde es más posible que ocurran altas temperaturas temprano en el desarrollo de la planta. La formación prematura también puede ser el resultado de stress causado por una presión muy alta de malezas, riegos irregulares (muy poco o demasiado), deficiencias nutricionales y adelantamientos en fechas de siembra. La formación prematura indicada resulta en una reducción en los rendimientos (11).

Los principales factores que afectan la formación de hojas modificadas son (1) la longitud del día y (2) la provisión de nitrógeno aprovechable. Cantidades excesivas de nitrógeno aprovechable con otros factores favorables, el crecimiento vegetativo será excesivo y se formarán hojas modificadas indeseables (baja calidad, escaso valor comercial y capacidad de conservación sumamente baja) (10).

Desde el inicio de la formación de hojas modificadas (90 días después de la siembra), hasta la maduración, las raíces ya no siguen elongándose. Así que el desarrollo de un sistema radicular saludable temprano en el desarrollo de la planta es crítico para poder sobrellevar el crecimiento de las mismas.

Existen varias formas de hojas modificadas: achatadas, achatadas gruesas, achatadas altas, globo achatadas, globo redondas, globo cilíndricas, torpedo y trompo; la capacidad de almacenamiento está ligada a la forma de globo.

La profundidad de siembra define formas de las hojas modificadas, siembras profundas, producen alargadas y siembras superficiales producen achatadas o planas. El color de hojas modificadas difiere desde blanco, rojo, amarillo hasta morado.

La suspensión de riegos y posterior reestablecimiento producen rajaduras en las bracteas exteriores de las hojas modificadas, por lo que se requiere uniformidad en los riegos.

Esta fase requiere temperaturas moderadamente altas, ya que temperaturas bajas retrasan la formación de hojas modificadas (11).

4.1.3.1.E Maduración

El tiempo entre la iniciación de las hojas modificadas y la maduración de la planta, es muy afectado por la temperatura y distancias de siembra, entre más alta la temperatura, más rápida es la maduración, produciéndose hojas modificadas divididas o dobles, mayor pungencia y más bajos rendimientos.

Respecto a la distancia de siembra, a menor distancia de siembra, la maduración es mas precoz : la densidad de siembra determina el diámetro de hojas modificadas; pero ambos factores (maduración y diámetro), dependen de la uniformidad de la germinación y la emergencia de las plantas.

Tres semanas antes de la maduración, la iniciación de nuevas hojas se detiene. Al ocurrir esto, el cuello de la cebolla gradualmente empieza a debilitarse y a menudo colapsa por su propio peso. En este momento no todo el follaje verdadero será visible, a pesar de que la planta ha formado entre 13 y 18 hojas verdaderas.

Las hojas modificadas de la cebolla continuarán creciendo en diámetro, hasta que todas las láminas se hayan secado. Algunas variedades incrementan el diámetro hasta en 10 a 30%, en las últimas tres semanas de desarrollo. En esta fase se requieren temperaturas altas (11).

Puesto que el crecimiento de hojas verdaderas y raíz precede la formación de hojas modificadas, la utilización de los carbohidratos será dominante durante la primera parte de la temporada de crecimiento y la acumulación de los mismos, será dominante durante la parte final (10).

4.1.3.2. Necesidades de agua

La falta de humedad adecuada en el suelo durante la fase de formación de hojas modificadas de

la cebolla, es crítica para el cultivo, ya que se reduce el diámetro y el peso seco. A los 50 días después de la siembra se inicia la formación de raíces adventicias y a los 90 se presenta la mayor emergencia de hojas, lo que coincide con el inicio de la etapa de formación de hojas modificadas, por lo que estas etapas son consideradas como críticas para el suministro de agua. Existe un déficit hídrico entre los meses de diciembre a marzo, lo que coincide con las etapas de crecimiento de hojas verdaderas y formación de hojas modificadas; por lo que el suministro de agua al cultivo debe ser constante, evitando el exceso de humedad al suelo (13).

4.1.3.3. Fertilización de la cebolla

La época oportuna de aplicación del fertilizante dependerá del tipo de fuente utilizada, de las condiciones del suelo, clima y cultivo.

De los 70 hasta 115 días de edad el crecimiento es lento, cerca del 10% del crecimiento total. De allí el desarrollo vegetativo se intensifica hasta el final del ciclo vegetativo. Por otra parte, de los 70 a los 85 días los nutrientes son absorbidos en pequeñas cantidades, aumentando de los 85 a 145 días, ocurriendo un incremento significativo en la absorción de N y K y en menor escala S, P, Mg y Ca. En el cultivo de la cebolla se requiere mas azufre que fósforo. Esta información permite observar en cebollas de 180 días desde la siembra, que existen cuatro etapas bien marcadas de fertilización: A la siembra (semillero), al transplante 60 a 70 días después de la siembra, a los 100 a 115 días después de la siembra (desarrollo vegetativo verdadero) y a los 145 días después de la siembra (inicio de formación de hojas modificadas). Por consiguiente en estas etapas se debe hacer énfasis en la aplicación, con el fin de garantizar un suministro adecuado y oportuno de todos los nutrimentos esenciales a la planta (13).

4.1.4. Usos

La cebolla (Allium cepa L.) se emplea como condimento, tiene gran cantidad de sales,

alcalinizantes y vitaminas B y C, en realidad es poco nutritiva. Su gran valor está representado por la calidad y cantidad de elementos bioquímicos que contiene, especialmente azufre, y en esto es una de las hortalizas de mayor riqueza higiénica. A la cebolla (Allium cepa L.) se le atribuye un poder calmante de las irritaciones de la garganta y órganos respiratorios (21).

4.1.5. Consumo de la población de Guatemala

El consumo humano per cápita promedio de cebolla (Allium cepa L.), para Guatemala, es de 2.18 kg por año. La demanda sobre el consumo de la cebolla se mantiene estable y tomando la población total de 1980 a 1994, se puede estimar el consumo nacional de cebolla. Las estimaciones sobre el consumo total nacional se presenta en el cuadro 1 (19).

CUADRO 1. Consumo total y per cápita de cebolla (Allium cepa L.) en Guatemala de 1980 a 1994.

AÑO	POBLACION (MILES HABITANTES)	CONSUMO HUMANO (MILES TM)	CONSUMO PER- CÁPITA (KG/ HABITANTE)
1980	6,916.83	6.70	0.97
1981	7,113.39	15.20	2.14
1982	7,315.48	15.20	2.08
1983	7,523.94	15.20	2.02
1984	7,739.62	15.90	2.05
1985	7,963.36	16.90	2.12
1986	8,195.12	27.58	3.37
1987	8,434.34	26.54	3.15
1988	8,681.08	19.34	2.23
1989	8,935.39	22.92	2.57
1990	9,197.35	21.24	2.31
1991	9,467.10	21.87	2.31
1992	9,744.76	16.92	1.74
1993	10,030.57	19.01	1.80
1994	10,324.75	20.24	1.96

Fuente: USPADA (19)

4.1.6 Influencia económica y social

El cultivo de la cebolla (Allium cepa L.) en Asunción Mita, permite la ocupación de bastante

mano de obra (niños, adolescentes y adultos), se estima que para producir una hectárea se requieren 272 jornales (5).

De julio a enero 1984-1985, se sembraron 252.95 hectáreas de cebolla (Allium cepa L.) en Asunción Mita, que dieron empleo a 73,354 jornales, generando un capital circulante de Q 220,062.00, que representan un ingreso económico significativo para las familias del sector asalariado (26).

4.1.6.1 Estimaciones sobre áreas y volúmenes de producción en Guatemala

En el cuadro 2 se visualiza el área y el volumen producido desde el año 1980 a 1997, se establece que la superficie producida se ha incrementado gradualmente en 87.58%, el área de producción oscila entre 1,530 has. a 2,880 has, registrándose un promedio de 2,633.88 has. (15, 19).

Con respecto al volumen de producción se puede decir que de 1980 a 1997, se ha incrementado gradualmente en un 90.90%, registrándose un promedio de volumen producido de 29,205.55 Tm. de la serie analizada (15, 19).

CUADRO 2 Superficie y volumen de producción de cebolla (Allium cepa L.) en Guatemala de 1980 a 1997.

AÑO	SUPERFICIE (MILES HA).	VOLUMEN PRODUCCIÓN (MILES TM).
1980	1.53	16.50
1981	2.73	30.60
1982	2.73	30.60
1983	2.74	30.60
1984	2.49	27.70
1985	2.38	26.30
1986	2.86	33.73
1987	2.68	31.44
1988	2.45	27.00
1989	2.77	30.00
1990	2.88	32.00
1991	2.78	30.81
1992	2.68	29.67
1993	2.54	27.25
1994	2.63	28.19
1995	2.80	30.29
1996	2.87	31.52
1997	2.87	31.50

Fuente: Banco de Guatemala y USPADA. (15, 19).

4.1.6.2 Comercio exterior

En el cuadro 3 se evidencia que las exportaciones de cebolla (Allium cepa L.) han tenido un comportamiento fluctuante durante el período analizado. Los volúmenes de cebolla (Allium cepa L.) durante el período de 1980 a 1997, mostraron un decrecimiento de 82.02%, el volumen exportado oscila de 900 a 22,350 tm., registrándose un promedio de 8,804.14 tm. (15, 19).

En relación con el valor de las exportaciones, al igual que los volúmenes, se manifiestan fluctuaciones importantes, cabe destacar que de 1990 a 1997 el valor promedio de los mismos sobrepasó los 5 millones de quetzales anuales, lo cual constituye una fuente importante de ingresos para el país,

pese a que estos montos generalmente son inferiores a los reales, dado el manipuleo de la información por parte de los exportadores (15, 19).

CUADRO 3. Exportaciones de cebolla (Allium cepa L.) de 1980 a 1997 en Guatemala

AÑOS	VOLUMEN EXPORTADO (TM).	VALOR EXPORTADO (MILES Q).
1980	22,350.00	3,611.50
1981	11,120.00	3,250.28
1982	13,300.00	5,350.81
1983	12,720.00	3,314.60
1984	9,100.00	1,810.52
1985	7,400.00	802.53
1986	900.00	246.93
1987	10,440.00	1,893.27
1988	5,650.00	1,025.07
1989	4,720.00	5,632.75
1990	7,830.00	4,309.29
1991	6,070.00	4,660.19
1992	9,980.00	3,824.80
1993	7,700.00	5,043.04
1994	6,090.00	3,043.91
1995	7,940.90	5,017.46
1996	11,145.45	8,027.23
1997	4,018.18	7,987.68

Fuente: Banco de Guatemala y USPADA (15, 19).

4.1.7 Zonas de producción de Guatemala

La cebolla (Allium cepa L.) es una hortaliza que se adapta a zonas con diferentes condiciones climáticas, logrando su óptimo desarrollo en alturas que oscilan entre 0 y 1,500 msnm, con temperaturas medias anuales de 21 a 24 grados centígrados (18).

Alturas mayores a 1,600 msnm donde se dan temperaturas entre 4-7° C, inducen a la planta de cebolla (Allium cepa L.) a florear, máxime si ya han pasado el estado juvenil (diámetro 0.6cm) (14).

Las principales zonas de producción de cebolla (Allium cepa L.), se pueden encontrar en los departamentos del occidente del país, tales como Huehuetenango (Aguacatán), Sololá, Quetzaltenango

(Zunil, Almolonga), Quiché (Sacapulas) y San Marcos; en el sur oriente del país son fuertes productores de cebolla (Allium cepa L.), los departamentos de Jutiapa (Asunción Mita, El Progreso, Santa Catarina Mita); Santa Rosa (San Rafael Las Flores) y Jalapa (Monjas y Mataquescuintla) y al nor-oriente, la producción de El Progreso y Zacapa representan también importancia (18).

En el cuadro 4 se puede ver la participación de cada una de las zonas anteriores, en la conformación de la producción total de cebolla (Allium cepa L.) del país.

CUADRO 4. Zonas de producción de cebolla (Allium cepa L.) en Guatemala.

ZONA	% DE PARTICIPACIÓN
Zona Occidental	34
Zona Sur-Oriental	49
Zona Nor-Oriental	11
Resto del país	6
Total	100

Fuente: CIPREDA (18).

4.1.8 Epocas de siembra y producción en Guatemala

Debido a que Guatemala cuenta con variedad de climas, es posible cultivar cebolla (Allium cepa L.) durante todo el año, (zona cálida de julio a noviembre y zona fría y templada de agosto a noviembre y febrero a mayo) lo anterior depende del régimen de lluvias, del área bajo riego y a los fenómenos del mercado del producto dentro y fuera del país (18).

No obstante lo anterior, la producción de cebolla (Allium cepa L.) se concentra en los meses de enero a julio, aunque los volúmenes varían dependiendo de las zonas de que se trate, así en el oriente, la producción sale al mercado de enero a mayo, dándose el pico de la producción en los meses de febrero y marzo. En el Occidente sin embargo, la producción aunque está distribuida en todo el año es importante el volumen que se genera en los meses de agosto y diciembre. Ver Figura 1 (18).

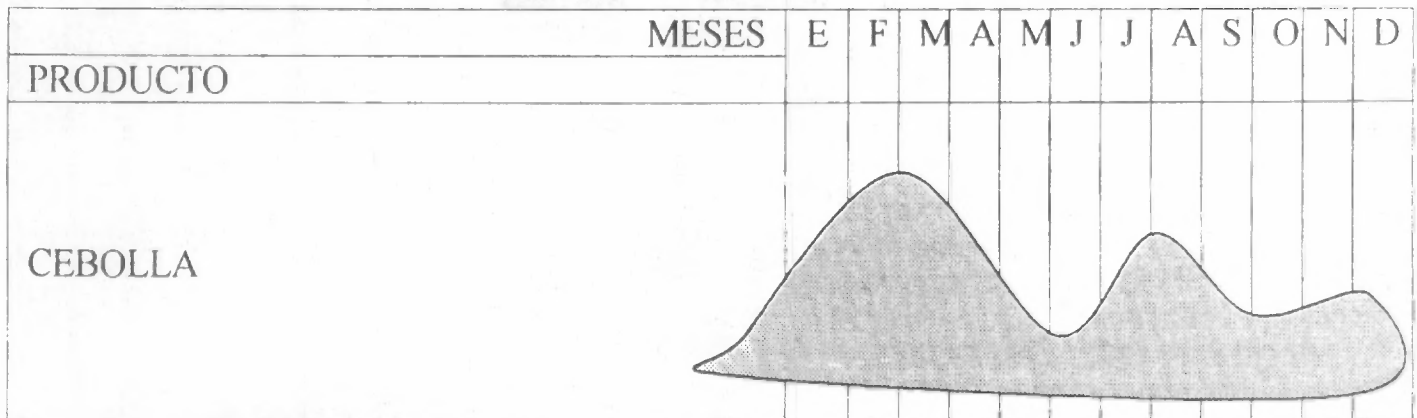


FIGURA 1. Principales épocas de producción de cebolla(Allium cepa L.) en Guatemala.

FUENTE: CIPREDA(18)

4.1.9 Requerimientos edáficos

La cebolla (Allium cepa L.) requiere suelos fértiles, los cuales pueden ser de tipo franco limoso, franco u otros con buen drenaje y un adecuado contenido de materia orgánica, pero no aquellos que sean demasiado arcillosos. No toleran acidez alta, siendo preferido un pH entre 6.0 - 6.8 (6, 16).

La cebolla (Allium cepa L) es susceptible a la salinidad, una conductividad de 2 miliomhs (mmho) reduce la cosecha en un 10% (14).

4.1.10 Variedades más comunes cultivadas en la zona sur oriental

La adaptación de variedades a las condiciones ambientales locales, es un factor muy importantes para tener éxito en la producción; la genética determina el comportamiento básico y la aptitud de toda variedad, además interactúa con el ambiente y las prácticas culturales para determinar el rendimiento final (3).

4.1.10.1 Chata Mexicana

Es una de las variedades más cultivadas, para cosechar en verde. Hojas modificadas de forma

redonda achatada, de color blanco, pulpa suave, sabor agradable, buena para transporte. Se cosecha a los 100 días después del trasplante, es una variedad de día corto y polinización abierta (16).

4.1.10.2 Red Creole

Variedad de cebolla (Allium cepa L.) de hojas modificadas de color rojo, de forma redonda achatada, pulpa consistente, de sabor agradable, buena para transporte y almacenamiento. Es de día corto y polinización abierta. Se cosecha a los 150 días después del trasplante (16).

4.1.11 El nitrógeno en la nutrición de los cultivos

4.1.11.1 Funciones, deficiencia y toxicidad

El nitrógeno es el constituyente en todo el protoplasma y está presente en la molécula de clorofila, aminoácidos, amidas, proteínas y alcaloides. El nitrógeno es requerido para un crecimiento vigoroso de las plantas, especialmente durante las etapas tempranas del desarrollo, y también es necesario para los procesos normales de la reproducción. Estimula a la planta para la buena absorción de P, K, Ca y Mg. (25, 32)

Un adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosos crecimientos vegetales y un intenso color verde. Cuando las cantidades de nitrógeno son insuficientes, los hidratos de carbono se depositan en las células vegetativas causando un adelgazamiento de las mismas (32).

Su deficiencia se manifiesta por la pérdida uniforme del color verde de las hojas, hasta alcanzar un tono amarillo, cuando la deficiencia es muy severa (25).

Cantidades excesivas de nitrógeno pueden, bajo ciertas condiciones, prolongar el período de crecimiento y retrasar el de madurez. Esto ocurre más frecuentemente cuando no se suministran cantidades adecuadas de los otros elementos nutritivos. La excesiva succulencia en algunos cultivos pueden tener efectos perjudiciales, en cultivos como el algodón puede provocarse un debilitamiento de la fibra.

Con los cereales puede ocurrir el encamado, particularmente cuando no se emplean variedades adaptadas a la fertilización con niveles altos de nitrógeno (32).

Las aplicaciones de nitrógeno en el cultivo de la cebolla (Allium cepa L.), se hacen más necesarias en la época de desarrollo vegetativo de la planta, especialmente durante la época húmeda y en cultivos con irrigación, en la cual la cantidad de nitratos en la zona radicular puede disminuir, debido a la pérdida que ocurre por efecto de lixiviación. Sin una aplicación oportuna se corre el riesgo de un crecimiento pobre y una baja producción de la cosecha. Es importante no tener la limitación de agua y de nitrógeno durante el período de crecimiento de las hojas modificadas (11).

Las aplicaciones muy altas o tardías en relación al desarrollo de las hojas modificadas, pueden causar rompimiento de estas, engrosamiento del cuello de las mismas, aumentar la incidencia de hojas modificadas dobles o divididas y la incidencia de enfermedades. Aplicaciones después de 50-60 días después del trasplante pueden afectar la maduración. Por eso es importante la fertilización temprana y oportuna de nitrógeno. Falta o exceso de nitrógeno puede retrasar la formación de hojas modificadas (11).

Diferentes autores sugieren niveles de fertilización para cebolla. Por ejemplo, La Fundación Hondureña (11) indica que la dosis recomendada en caso de nitrógeno para fertilizar cebolla varía entre 100-140 kg/ha. La fertilización se debe realizar de acuerdo al análisis del suelo, sin embargo, como recomendación general en el cultivo de la cebolla se presenta la siguiente: 214 kg N/ha. (12). Para producir 41 Tm/ha la planta de cebolla requiere 102 kg N/ha, 41 kg P₂O₅/ha, 112 kg K₂O/ha, 17 kg MgO /ha y 29 kg CaO/ha. (4). La cantidad de nutrientes que remueve la cebolla para producir 35 tm/ha son los siguientes 120 kg N/ha, 50 kg P₂O₅/ha, 160 kg K₂O/ha y 15 kg S/ha . (9).

La extracción para la producción de 0.5 toneladas de bulbos de cebolla es de 3.8, 4.0, 1.7 y 3.2 kg de nitrógeno, potasio, fósforo y calcio respectivamente de elemento puro (21).

4.1.11.2 Dinámica del nitrógeno en el suelo

El nitrógeno en el suelo está sometido a varias vías de pérdida, a continuación se listan las vías de pérdida del nitrógeno y las condiciones que incrementan dichas pérdidas (33).

CUADRO 5. Vías de pérdidas del nitrógeno.

	NUTRIENTES Y SUS FORMAS	CONDICIONES QUE INCREMENTAN LAS PERDIDAS
Lixiviación	NO_3^-	Alta precipitación pluvial, o irrigación, textura gruesa
Volatilización 1	NH_4^+ , NH_3 (GAS)	pH mayor a 6.5
Volatilización 2	NO_3^-	Suelos con mal drenaje y acumulación de agua

Fuente: Wade y Romero (33).

La dinámica química del nitrógeno en el suelo, en donde fácilmente cambia de formas reducidas a oxidadas ($NH_3 \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$) por acción microbiológica, o bien sufre pérdidas por lixiviación o volatilización a causa del exceso de agua y por desnitrificación respectivamente, han constituido las causas por las que el nitrógeno desde el punto de vista de fertilidad de suelos se considere deficiente para toda condición de cultivo y que su recomendación se determine en cantidad y época, en base a pruebas de campo (17).

El nitrógeno nítrico es muy susceptible a la lixiviación a través del perfil del suelo. Las pérdidas por lixiviación se incrementan si existen condiciones de alta precipitación pluvial, suelos arenosos con buen drenaje y baja capacidad de intercambio catiónico. Para disminuir las pérdidas por lixiviación, el nitrógeno debe ser suministrado en varias aplicaciones (33).

En las regiones húmedas, los nitratos son arrastrados por el agua durante los períodos en que la precipitación excede a la evapotranspiración. Cuando los nitratos han emigrado más allá de la profundidad de la actividad biológica, no se inmovilizan o desnitrifican. Como resultado de ello los nitratos se mueven

con las aguas de percolación hasta la capa de agua fríatica y persisten como tales. El uso continuo de nitrógeno en cantidades de 168.64 kg /ha y por año, provocó la acumulación de nitratos en el migajón limoso marchal en Missouri cuando la tierra se usó continuamente para maíz. Es natural que algo de los nitratos se pasen al agua subterránea en las regiones húmedas, pero el uso excesivo de fertilizante nitrogenados puede contaminar el agua subterránea en concentraciones dañinas (20).

4.1.11.3 Formas en que se encuentra el nitrógeno en el suelo

El nitrógeno que se halla en el suelo puede ser generalmente clasificado como inorgánico y orgánico. La cantidad total mayor se halla, en gran parte como integrante de los materiales orgánicos complejos del suelo (32).

Generalmente todos los suelos centroamericanos son pobres en nitrógeno. Sin embargo el fósforo existe en niveles de medios a altos, carecen de azufre; el potasio existe en cantidades altas y el magnesio es adecuado (7).

4.1.11.3.A Formas nitrogenadas inorgánicas

Las formas inorgánicas del nitrógeno del suelo incluyen NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , N_2O , NO , y nitrógeno elemental, que es un gas utilizado por Rhizobia. Desde el punto de vista de la fertilidad del suelo, las formas NH_4^+ y NO_3^- son de mayor importancia.

Se le llama inmovilización, a la conversión de nitrógeno inorgánico a nitrógeno orgánico (32).

4.1.11.3.B Formas nitrogenadas orgánicas

Las formas orgánicas del nitrógeno del suelo se hallan como aminoácidos y proteínas consolidadas, aminoácidos libres, aminoazúcares y otros complejos, generalmente compuestos no identificados.

Se le denomina mineralización a la conversión del nitrógeno orgánico en nitrógeno inorgánico

o mineral, ocurre en tres etapas, aminización, amonificación y nitrificación, los dos primeros originados por organismos heterótrofos y la tercera por bacterias autotrofas. El nitrógeno es necesario de alguna forma para la descomposición de la materia orgánica por los organismos heterótrofos del suelo (32).

El nitrógeno en la materia orgánica como fuente se encuentra como nitrógeno proteico y para que la planta pueda utilizarlo debe transformarse a la forma amoniacal o nítrica. Dos grupos de microorganismos efectúan este cambio. 1. Hongos y bacterias amonificadores. 2. Bacterias nitrificadoras (1).

El contenido de nitrógeno de los suelos está íntimamente relacionado con el contenido de materia orgánica, que a su vez está relacionada con el clima. Aunque el contenido de materia orgánica de ciertos suelos sea un tanto constante durante el año, la cantidad de las formas solubles de nitrógeno en el suelo pueden variar considerablemente. Indica además que el contenido de nitrógeno puede variar de 0.5 a 4% del peso seco de la planta (25).

4.1.11.4 Formas en que se absorbe el nitrógeno del suelo

Las plantas pueden absorber el nitrógeno del suelo en forma amoniacal (NH_4^+) y nítrica (NO_3^-). El nitrógeno en forma de nitrato es completamente soluble y fácilmente absorbido por las raíces de las plantas. Los nitratos no son atrapados por el suelo y pueden perderse rápidamente por lixiviación o ser apropiados por los microorganismos del suelo en la descomposición de los residuos orgánicos. Caso contrario ocurre con el amonio (NH_4^+), el cual por su naturaleza catiónica es retenido por el material coloidal. Dicha retención puede ser por largos períodos, si las condiciones para la nitrificación son desfavorables. La fijación se incrementa con temperaturas y humedades bajas, niveles altos de K^+ . La fijación ocurre más en subsuelos que en la superficie. Se puede generalizar diciendo que se obtienen mucho mejores resultados con los fertilizantes nitrogenados haciendo aplicaciones iniciales y secundarias,

que cuando la totalidad del fertilizante se incorpora en el momento o poco antes de la siembra del cultivo. Usualmente se le da preferencia a las formas amoniacales para aplicaciones iniciales y a las nítricas para las secundarias, con excepción en los suelos arenosos con bajo contenido de materia orgánica, donde en definitiva, es preferible el uso de las formas nítricas (33).

En suelos ácidos las plantas absorben más iones nitratos, en alcalinos más de amonio y en moderadamente ácidos, igual proporción de ambos (1).

4.1.12 Antecedentes de investigaciones

Haciendo evaluaciones en Asunción Mita con diferentes niveles de nitrógeno (0 - 50-100-150 kg N/ha) en el cultivo de cebolla (Allium cepa L.), concluyó que el aumento de rendimiento de bulbo de cebolla (Allium cepa L.) comercial se dio en forma lineal (2).

Con niveles superiores de 100 kg N/ha, se obtuvieron mayor número de bulbos de primera calidad, es decir la calidad del producto está relacionada con la dosis de nitrógeno. Recomienda además, evaluar niveles mayores a 150 kg N/ha. (2).

Soto (29) concluye en sus investigaciones, que existió escasa respuesta del cultivo de la cebolla (Allium cepa L.) a la adición de fertilizante, (nitrógeno, fósforo y potasio) en la zona norte de Cartago, originado a la alta concentración de nutrimentos que tienen estos suelos.

En 1974 evaluó el efecto de 8 diferentes dosis de P_2O_5 , desde 0 hasta 700 kg /ha con intervalos de 100 kg, sin encontrar diferencia significativa en rendimiento.

En 1975 evaluó 7 dosis de nitrógeno, de 0 hasta 180 kg /ha. con intervalos de 30 kg , no se obtuvieron diferencias significativas para ninguna de las dosis.

En 1984 evaluó los siguientes niveles de nitrógeno: 0 - 150 - 300 - 450 kg /ha. La producción

tendió a incrementar en 150 - 300 kg /ha, aunque las diferencias con los testigos son escasas.

Soto (30) en 1987 evaluó la respuesta del cultivo de cebolla (Allium cepa L.) a dosis bajas 0 - 50 - 100 - 150 kg N/ha, la respuesta de la cebolla (Allium cepa L.) a niveles crecientes no fue importante desde el punto de vista de incremento de rendimiento. No se encontraron diferencias significativas al 5% entre tratamientos.

Das y Dhyani, citados por Asabá (2), concluyeron en varios ensayos que el nitrógeno elevaba los rendimientos, si aumentaban las dosis de 0-90 kg /ha.

Mackay y Chipman, citados por Asabá (2), encontraron que utilizando nitrato de amonio como fuente de nitrógeno, aumentaban los rendimientos en forma lineal.

Purewal y Dargan, citados por Asabá (2), efectuaron experimentos desde 1953 hasta 1957 y determinaron que las dosis de nitrógeno (56 a 225 kg/ha) aumentaron los rendimientos significativamente, siendo el nivel de 112 kg /ha, el que dió los resultados más económicos.

4.2 MARCO REFERENCIAL

4.2.1 Descripción del área experimental

4.2.1.1 Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en la aldea Tiucal, Asunción Mita, del departamento de Jutiapa, dicha región está ubicada entre las coordenadas de latitud norte, 14° 27' 35" y de longitud oeste, 89° 44' 45" (22).

4.2.1.2 Condiciones climáticas y zona de vida

En esta región ocurre una precipitación media anual de 1,200 mm, distribuidos entre los meses de mayo a noviembre, por lo cual, ciertos cultivos requieren de riego durante los meses de

octubre a enero. La zona de vida está calificada como "cálida seca"; la temperatura media anual es de 28° C, la humedad relativa media anual es de 63% y se encuentra a 450 msnm. (8, 22).

4.2.1.3 Características edáficas

Los suelos corresponden a la serie Mongoy, los cuales se desarrollan sobre materiales volcánicos mezclados o de color oscuro, en pendientes inclinadas, por lo general la vegetación se caracteriza por presentar pastos y bosques espinosos y latifolias. Constituyen el 40% de las series de suelos del departamento de Jutiapa, además poseen textura arcillosa con abundante piedra, consistencia friable, superficialmente 0.15-0.30 m de profundidad (28).

4.2.1.4 Materiales utilizados

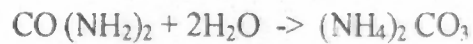
4.2.1.4.A Variedad chata mexicana

Cebolla de forma redonda achatada, de color blanco, pulpa suave, sabor agradable, buena para el transporte. Se cosecha a los 100 días después del transplante. Variedad de días cortos y polinización abierta.

4.2.1.4.B Fuentes de nitrógeno

- ◆ Nitrato de amonio ($\text{NH}_4^+ \text{NO}_3^-$) 33% de nitrógeno (16.5% de NH_4^+ y 16.5% de NO_3^-), si se aplica a la superficie de los suelos alcalinos o calcáreos puede volatilizarse algo de gas amoníaco. Posee excelentes cualidades de manejo. En cultivos inundados su eficiencia es menor que la del nitrógeno 100% amoniacal (32).
- ◆ Sulfato amónico $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$, contiene 20.5% de nitrógeno y 24.2% de azufre, es una de las fuentes químicas más antiguas de nitrógeno amoniacal. Esta forma de nitrógeno tiende a ser algo más ácido en su reacción en el terreno que la fuente nitrato amónico, debido al amonio y no al sulfato. En presencia de sales alcalinas libera amoníaco (32).

- ◆ Urea [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$]. Se produce mediante la reacción del amoníaco con dióxido de carbono bajo presión y a una temperatura elevada. Contiene el porcentaje más alto de nitrógeno de entre cualquier material sólido corrientemente utilizable (45%). Aunque no es un fertilizante amónico en la forma en que se encuentra en el mercado, hidroliza al carbonato amónico muy rápidamente cuando se añade al suelo:



En suelos alcalinos y en aplicaciones sobre broza o rastrojo la volatilización de la urea es mayor. En suelos ligeramente ácidos, pH entre 5.5.-6.5, la nitrificación es más rápida (32).

5. OBJETIVOS

- 5.1 Evaluar el efecto de cuatro niveles de nitrógeno sobre el rendimiento, ingreso y consistencia de cebolla (Allium cepa L.).
- 5.2 Evaluar el efecto de tres fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento, ingreso y consistencia de cebolla (Allium cepa L.).
- 5.3 Evaluar el efecto de las interacciones entre niveles y fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento, ingreso y consistencia de cebolla (Allium cepa L.).
- 5.4 Determinar el tratamiento rentable.

6 HIPOTESIS

- 6.1 Por lo menos un nivel de nitrógeno evaluado incrementará significativamente el rendimiento, ingreso y consistencia de cebolla (Allium cepa L.).
- 6.2 Por lo menos una fuente de nitrógeno evaluado incrementará significativamente el rendimiento, ingreso y consistencia de cebolla (Allium cepa L.).
- 6.3 Por lo menos una interacción nivel-fuente de nitrógeno evaluada, incrementará significativamente el rendimiento, ingreso y consistencia de cebolla (Allium cepa L.).

7 METODOLOGIA

7.1. Muestreo de suelos

Del área experimental se obtuvieron 15 sub-muestras simples al azar, a una profundidad de 0 - 30 cm, previo al análisis químico, se secó a la sombra y se tamizó a 2 mm.

Con el propósito de caracterizar de mejor forma el suelo, se hizo una calicata de 75 cm. de ancho, 100 cm. de largo y 90 cm. de profundidad.

7.2 Análisis físico - químico del suelo

La extracción de la fracción disponible, se realizó en el laboratorio de suelos "Salvador Castillo Orellana" de la sub-área de manejo de Suelo y Agua, de la Facultad de Agronomía de la USAC.

Para la extracción de la fracción de nutrimentos, se utilizó la solución extractora Carolina del Norte. Los resultados obtenidos se detallan en cuadro 8.

7.3 Análisis de hojas modificadas y hojas verdaderas

Se pesaron cinco hojas modificadas y cinco hojas verdaderas en fresco, se secaron al horno a 65° centígrados durante 48 horas, luego se procedió a moler la muestra en un molino, se colocaron 0.5 gramos de muestra en un crisol de porcelana, y se incineró la muestra en un horno de alta temperatura a 450 grados centígrados durante 4 horas; se solubilizaron los minerales con ácido clorhídrico 0.1 N, para la determinación de los mismos y se cuantificaron por medio de absorción atómica. La diferencia de peso permitió obtener el porcentaje de materia seca; considerando los pesos promedios de hojas modificadas y hojas verdaderas, se calculó la materia seca por hectárea. Finalmente en base a la extracción de nutrientes del análisis foliar, se determinó la extracción de elementos por hectárea.

7.4 Diseño experimental

Para el desarrollo del presente estudio se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones y los tratamientos distribuidos en un arreglo combinatorio 4X3, más un testigo del agricultor.

7.4.1. Descripción de la unidad experimental

Area parcela bruta: $1.8 \times 4.3 \text{ m} = 7.74 \text{ m cuadrados}$.

Area parcela neta: $1.2 \times 3.7 \text{ m} = 4.44 \text{ m cuadrados}$.

Area total del ensayo: $= 490.68 \text{ m cuadrados}$

Distancia entre bloques: $= 0.50 \text{ m}$.

Distancia entre hileras: $= 0.15 \text{ m}$.

Distancia entre plantas: $= 0.15 \text{ m}$.

Número de parcelas: $= 52$

Número de plantas por unidad experimental = 344.

Número de plantas por parcela neta = 198

7.5 Factores evaluados

En base al análisis físico- químico del suelo cuadro 8, se determinó evaluar únicamente niveles de nitrógeno, ya que tanto el fósforo como el potasio se encuentran en niveles altos.

7.5.1 Niveles de nitrógeno

Para la determinación de los niveles, se consideró el trabajo reportado por Asaba (2), donde recomienda para el cultivo de la cebolla, evaluar niveles arriba de 150 kg N/ha , y los niveles sugeridos en citas bibliográficas, evaluando para el efecto $100 - 150 - 200 - 250 \text{ kg /ha}$.

7.5.2 Fuentes de nitrógeno

Las fuentes utilizadas para la presente investigación fueron:

- a) Sulfato de Amonio $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$
- b) Urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- c) Nitrato de Amonio $(\text{NH}_4^+) \text{NO}_3^-$

CUADRO 6. Niveles y fuentes de nitrógeno

A. Niveles de Nitrógeno	Kg./ha			
	100	150	200	250
B. Fuentes de Nitrógeno	$(\text{NH}_4)\text{NO}_3$ al 33% de N (NITRATO DE AMONIO)			
	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ al 21% de N (SULFATO DE AMONIO)			
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ al 46% de N (UREA)			

7.6 Tratamientos

Con base a los niveles y fuentes evaluadas, se presenta la distribución de los tratamientos

Cuadro 7 Tratamientos y fuentes de nitrógeno aplicados

Numero	Tratamientos	Fuentes
1	100 kg N/ha	Urea
2	100 kg N/ha	Sulfato de amonio
3	100 kg N/ha	Nitrato de amonio
4	150 kg N/ha	Urea
5	150 kg N/ha	Sulfato de amonio
6	150 kg N/ha	Nitrato de amonio
7	200 kg N/ha	Urea
8	200 kg N/ha	Sulfato de amonio
9	200 kg N/ha	Nitrato de amonio
10	250 kg N/ha	Urea
11	250 kg N/ha	Sulfato de amonio
12	250 kg N/ha	Nitrato de amonio
13	Testigo del agricultor 195 kg P ₂ O ₅ /ha y 291 kg N/ha	16-20-0+Sulfato de amonio

7.7 Variables de respuesta

7.7.1 Rendimiento de cebolla expresado en kg/ha

Se cosecharon todas las parcelas netas del área experimental cuando las hojas verdaderas de la cebolla se encontraban en su madurez fisiológica, lo cual ocurrió a los 110 días después del transplante. Se consideró la planta completa.

7.7.2 Diámetro de hojas modificadas

Se clasificaron las hojas modificadas de la cebolla en primera, segunda y tercera calidad, de acuerdo a la siguiente escala local de diámetro:

- ◆ Primera mayor o igual de 42 mm.
- ◆ Segunda de 32 a 41 mm.
- ◆ Tercera menor o igual de 31 mm.

7.7.3 Densidad de hojas modificadas

Se obtuvo una muestra total de 65 hojas modificadas, obtenida al azar de los 13 tratamientos (5 hojas modificadas de cada tratamiento), se pesaron y se determinó el desplazamiento de volumen originado por la hoja modificada en un recipiente con escala.

7.8 Manejo agronómico

7.8.1 Siembra

7.8.1.1 Semillero

Se hicieron 2 tablones de 1.2 m. de ancho y 0.20 m de alto, con un largo de 15 m, se utilizaron 0.23 kg de semilla variedad Chata Mexicana, previamente tratada con Propamocarb, Carbendazim y Carbofurán.

Se sembró al chorillo sobre el surco a 0.01 m de profundidad y a 0.10 m entre surcos, se cubrió la semilla con suelo, se regó y finalmente se protegió con rastrojo. Se fertilizó utilizando 0.91 kg 16-20-0 por cada 10 m² y se le aplicaron durante toda la fase productos agroquímicos recomendados para el control de insectos, hongos, etc. Se continuó regando de acuerdo a las necesidades hasta el momento del transplante.

7.8.1.2 Campo definitivo

El transplante de la cebolla en el campo definitivo se realizó 50 días después de la siembra, en eras de 56.4 m de largo, por 1.8 m de ancho.

7.8.2 Fertilización

La fertilización se efectuó al voleo sobre las eras o bloques previo riego, de acuerdo con los niveles y fuentes de nitrógeno establecidos. Para 12 unidades experimentales, se fraccionó el nitrógeno

en tres partes: 25% a los 10 días después del transplante, 50% a los 30 días después del transplante y 25% a los 60 días después del transplante.

La fertilización para el testigo se realizó también al voleo, sobre las eras previo riego, fraccionándolo de la siguiente forma: 100% de fórmula 16-20-0. 10 días después del transplante, 974.025 kg 16-20-0/ha (0.754 kg por unidad experimental). 100% de sulfato de amonio 30 días después del transplante 649.350 kg 21-0-0/ha (0.503 kg /unidad experimental). Ver cuadro 16A.

7.8.3 Control de malezas

Con el propósito de mantener las unidades experimentales libres de malas hierbas se efectuaron 3 controles; 2 químicos, el primero a los 2 días después del transplante utilizando Alaclor y el segundo a los 30 días después del transplante utilizando Goal + Fusilade, finalmente a los 60 días después del transplante se realizó un control manual.

7.8.4 Riego

Los riegos se efectuaron por gravedad, cada 4 días, tratando de conservar el suelo húmedo a capacidad de campo; los últimos 30 días del ciclo del cultivo, se regó cada 8 días. Cada riego consistió en una lámina de agua de 0.10 m.

7.8.5 Control fitosanitario

Se efectuó control de plagas y enfermedades (basado en muestreos y supervisiones de cultivo), con productos químicos recomendados para los casos (Ver cuadro 17A).

7.8.6 Cosecha

Se efectuó cuando empezaron a secarse las hojas verdaderas, señal de haber llegado a la madurez. Ocurrió a los 110 días después del transplante. Se separaron en primera, segunda y tercera calidad de acuerdo al diámetro de hojas modificadas según escala local.

8 ANALISIS DE LA INFORMACION

8.1 Análisis de varianza y covarianza

A los datos de rendimiento de cebolla e ingreso neto estimado, se les aplicó un análisis de covarianza, con el propósito de reducir el coeficiente de variación. La covariable fue el número total de plantas, la cual fue muy variable en las unidades experimentales. El modelo matemático utilizado fue el siguiente:

A. Tratamiento con estructura factorial

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + B_k + (AB)_{JK} + \beta (X_{ijk} - \bar{X} \dots) + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk}	=	Variable respuesta de la ijk -ésima unidad experimental.
μ	=	media general
R_i	=	Efecto de la i -ésima repetición
A_j	=	Efecto del j - ésimo nivel factor A
B_k	=	Efecto del k - ésimo nivel factor B
$(AB)_{JK}$	=	Interacción del j - ésimo nivel del factor A con el k - ésimo nivel del factor B
ϵ_{ijk}	=	Error experimental asociado a la ijk - ésima unidad experimental
$\beta (X_{ijk} - \bar{X} \dots)$	=	Coefficiente de Regresión.
X_{ijk}	=	Covariable
\bar{X}	=	la media de la covariable

B. Tratamiento con estructura factorial más el testigo

$$Y_{ij} = \mu + B_j + T_i + \beta (X_{ij} - \bar{X} \dots) + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij - ésima unidad experimental.

μ = media general

B_j = Efecto del j - ésimo bloque

T_i = Efecto del i - ésimo tratamiento

ϵ_{ij} = Error experimental asociado a la ij - ésima
unidad experimental.

$\beta (X_{ij} - \bar{X} \dots)$ = Coeficiente de Regresión.

X_{ij} = covariable

\bar{X} = la media de la covariable

En lo referente a la densidad, se hizo análisis de varianza, ya que la densidad no está influenciada por el número de plantas total, además, es una variable consistente de muy poca variación; el modelo matemático utilizado fue el siguiente:

A. Tratamiento con estructura incluyente del testigo

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor observado en la ij-ésima unidad experimental.

μ = media general.

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento

ϵ_{ij} = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental

B. Tratamiento con estructura factorial

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = valor observado en la ij -ésima unidad experimental.

μ = media general.

A_i = efecto del i -ésimo nivel del factor A

B_j = efecto del j -ésimo nivel del factor B

$(AB)_{ij}$ = efecto de la interacción del i -ésimo nivel del factor A con el j -ésimo nivel del factor B.

ϵ_{ij} = error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental

8.2 Análisis económico

Se realizó un análisis de presupuestos parciales, donde se consideró el ingreso neto y los costos variables, para determinar la relación beneficio- costo. Ver cuadro 15.

Los costos variables fueron el costo de fertilizante y la mano de obra de aplicación. Se determinaron considerando el precio por kg de elemento y el costo de aplicación por jornal. Ver Cuadro 26 A.

9 RESULTADOS Y DISCUSION

9.1 Características físico-químicas del suelo del área experimental

El cuadro 8 presenta los principales resultados del análisis del suelo del área experimental.

CUADRO 8. Análisis físico-químico del suelo del área experimental

Profundidad m	pH	% MO	Disponible ppm		meq/100 gr.		ppm			
			P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
0 - 0.30	6.2	1.96	215.8	383	12.79	3.24	1.0	3.0	18.0	39.5
0.30 - 0.60	6.4	1.80	46.6	260	7.17	1.05	1.0	2.5	10.0	24.5
0.60 - 0.90	6.5	1.78	75.6	160	10.92	7.04	1.0	9.0	84.0	34.5

Profundidad (m)	% Arcilla	% Limo	% Arena	Clase textural
0 - 0.30	27.80	41.24	30.95	Franco
0.30 - 0.60	25.43	13.98	60.59	Fco. arc. arenoso
0.60 - 0.90	14.91	9.76	75.33	Franco-arenoso

Fuente: Laboratorio de Suelos FAUSAC.

Con base a los resultados del cuadro 8, puede indicarse que el pH es débilmente ácido, con un contenido bajo de materia orgánica, alta concentración de P, K, Ca y Mg (rangos adecuados P= 10-15 ppm, K= 90-120 ppm, Ca= 2-4 meq/100 gr y Mg= 0.5-2 meq/100 gr) (17). La relación calcio/magnesio, se encuentra balanceada (relación adecuada va de 2:1 a 6:1 (17). El pH del análisis se encuentra en un ámbito en el cual el fósforo es disponible. La sumatoria de bases (K, Ca, Mg), es de 16.81 meq/100gr. El suelo se puede catalogar como fértil, el cual se mejora con la adición de materia orgánica. Observando la clase textural, se puede indicar que conforme se profundiza, aumenta el porcentaje de arena y disminuye el porcentaje de limo y arcilla, siendo un indicador de un suelo con buen drenaje interno. El suelo utilizado para la presente investigación, corre el riesgo a largo plazo, de entrar en un ámbito ácido, incrementándose el mismo con la utilización de amonio como

fuelle de nitrógeno, ya que en el proceso de nitrificación, se liberan iones H^+ que son los responsables en bajar el pH de un suelo. Los efectos acumulativos pueden ocasionar una baja en el pH de 5.0-4.0, en un período de 5 años (33).

9.2 Análisis de rendimiento e ingreso neto

De acuerdo a los datos de campo que se visualizan en cuadro 20 A, y que corresponden a los resultados obtenidos en cada una de las unidades experimentales, se procedió a realizar, análisis de covarianza de tratamientos donde se incluye el testigo del agricultor y del arreglo de tratamientos combinatorio 4X3, en lo referente a las variables rendimiento e ingreso neto. La variación existente en el número de plantas total en cada una de las unidades experimentales, indujo al ajuste.

Los resultados de éste análisis, se observan en cuadros 9 y 10.

CUADRO 9. Análisis de covarianza de tratamientos para la variable rendimiento (peso hojas modificadas + hojas verdaderas, peso hojas modificadas) e ingreso neto total de cebolla (*Allium cepa* L.), Asunción Mita, Jutiapa.

FV	Peso hojas modificadas + hojas verdaderas		Peso hojas modificadas		Ingreso Neto Total	
	F.Cal.	Pr>F	F.Cal	Pr>F	F.Cal	Pr>F
Rep.	11.82	0.0001	11.26	0.0001	8.91	0.0002
Trat.	1.01	0.4610	0.98	0.4890	0.99	0.4748
NPT	34.42	0.0001	29.47	0.0001	36.67	0.0001
CV	24.63		28.48		22.97	

FV= Fuente de variación.

Rep.= Repeticiones.

Trat.= Tratamientos.

NPT= Numero de Plantas Total.

CV= Coeficiente de variación.

CUADRO 10. Análisis de covarianza del arreglo de tratamientos combinatorio para la variable rendimiento (peso hojas modificadas + hojas verdaderas, peso hojas modificadas) e ingreso neto total de cebolla (*Allium cepa* L.), Asunción Mita, Jutiapa.

FV	Peso hojas modificadas + hojas verdaderas		Peso hojas modificadas		Ingreso Neto Total	
	F.Cal.	Pr>F	F.Cal	Pr>F	F.Cal	Pr>F
Rep.	9.92	0.0001	9.68	0.0001	8.05	0.0004
Niv.	0.92	0.4439	1.55	0.2213	1.04	0.3864
Fue.	1.28	0.2915	0.83	0.4436	0.19	0.8243
Niv.* Fue	1.06	0.4083	0.85	0.5423	0.83	0.5562
NPT	34.50	0.0001	29.40	0.0001	59.04	0.0001
CV	24.45		28.24		28.88	

NIV.= Niveles.

FUE.= Fuentes.

NIV:*FUE = Interacción niveles-fuentes

CV= Coeficiente de Variación

FV = Fuente de variación

Rep = Repetición

NPT = Número de plantas totales.

Los Cuadros 9 y 10 permiten visualizar diferencias significativas en la covariable número de plantas totales por tratamiento (lo cual es un indicador de la importancia de corregir las medias de los tratamientos según el número de plantas cosechadas). Pero a pesar del ajuste, no se observan diferencias significativas, por el efecto de los tratamientos ni en el arreglo de tratamientos combinatorio para la variable rendimiento e ingreso neto total.

La no significancia de nitrógeno sobre el rendimiento e ingreso neto, se debe en primer lugar, a que los niveles evaluados (100-150-200 y 250 kg N/ha), fueron superiores a lo que extrajo el cultivo (44.54 kg N/ha con un rendimiento promedio de 32,565.31 kg/ha). Por lo que se puede decir que arriba

de el nivel extraído, la respuesta se dificulta. El buen drenaje interno que posee el suelo donde se realizó el experimento y las lluvias excesivas que se presentaron durante las primeras fases de desarrollo del cultivo, a consecuencia de la tormenta tropical Mitch, pudieron haber afectado la disponibilidad del nitrógeno, dificultando la respuesta del mismo.

Estudios de investigación, realizados por Soto (29, 30) en los años 1975, 1984 y 1987, donde evaluó varios niveles de nitrógeno, no fueron significativos, indica, que los motivos son una alta concentración de nutrientes en esos suelos, lo cual ha creado desbalances nutrimentales. El mismo caso puede estar dándose en ésta zona de estudio, donde los productores utilizan altos niveles de fertilización.

El cultivo de la cebolla es muy sensible a las aplicaciones de nitrógeno, falta o exceso del mismo, pueden retrasar la formación de hojas modificadas, con la consiguiente merma en calidad y rendimiento. Se puede inferir que el rango de nivel óptimo del nutriente, es muy estrecho, por lo tanto, niveles arriba o abajo del nivel óptimo, no presentarán significancia.

9.3 Análisis de consistencia

De acuerdo a los datos de campo que se observan en el cuadro 21A, se procedió a realizar, análisis de varianza de tratamientos donde se incluye el testigo del agricultor y en el arreglo de tratamientos combinatorio 4X3, en lo referente a la variable densidad.

CUADRO 11. Análisis de varianza de tratamientos para la variable densidad en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.), Asunción Mita, Jutiapa.

Fuente de Variación	Densidad	
	F val.	Pr > F
Tratamientos	3.33	0.0012
Coefficiente de variación	3.11	

Los datos obtenidos en el cuadro 11 indican que existen diferencias significativas entre

tratamientos, según comparación de medias de Dunnett (cuadro 35 A), se observa que únicamente los tratamientos 9 (nitrato de amonio 100) y 2 (urea 150) son diferentes significativamente con respecto al testigo.

CUADRO 12. Análisis de varianza del arreglo de tratamientos combinatorio para la variable densidad en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.), Asunción Mita, Jutiapa.

Fuente de Variación	Densidad	
	F val.	Pr> F
Fuente	0.80	0.4539
Nivel	1.87	0.1466
Nivel*Fuente	6.17	0.0001
Coeficiente de variación	2.87	

En el cuadro 12, los datos obtenidos indican que únicamente existe diferencia significativa en la interrelación nivel/fuente (cuadro 36A), pudiendo indicar que las interrelaciones nitrato de amonio 100 y urea 150 son las de menor densidad de cebolla.

Las interrelaciones nitrato de amonio 100 y urea 150, tienen menor densidad de cebolla; pero en cuanto a rendimiento e ingreso neto son iguales con respecto a los demás tratamientos, lo cual indica que los diámetros de hojas modificadas de nitrato de amonio 100 y urea 150 son mayores.

9.4 Extracción de nutrientes por la planta

CUADRO 13. Análisis de hojas modificadas y hojas verdaderas del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en investigación realizada en Asunción Mita, Jutiapa.

Identificación	%					Ppm			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
Hojas Modificadas	1.09	0.29	2.69	0.50	0.17	5	25	125	25
Hojas Verdaderas	1.81	0.30	1.06	1.56	0.30	20	20	130	85

Fuente: Laboratorio de Suelos FAUSAC

En cuadro 13 se observa que el nitrógeno, calcio y magnesio tienen un mayor porcentaje de extracción en las hojas verdaderas que en las hojas modificadas. En cuanto al fósforo, la extracción es

similar en hojas modificadas y hojas verdaderas y en lo que respecta al potasio, el porcentaje de extracción es mayor en hojas modificadas.

La mayor concentración de nitrógeno se presenta en las hojas verdaderas y la de potasio en las hojas modificadas. Lo anterior indica, que la cebolla requiere mayor cantidad de nitrógeno durante la fase vegetativa y de potasio en la fase de formación de hojas modificadas y maduración.

CUADRO 14. Extracción realizada por hojas modificadas y hojas verdaderas de cebolla (*Allium cepa* L.) en investigación realizada en Asunción Mita, Jutiapa, expresado en kg/ha.

Identificación	Kg/ha								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
Hojas Modificadas	23.44	6.23	57.85	10.75	3.66	0.011	0.054	0.2688	0.054
Hojas Verdaderas	21.10	3.50	12.36	18.19	3.50	0.0233	0.0233	0.152	0.10
TOTAL	44.54	9.73	70.21	28.94	7.16	0.0343	0.0773	0.4208	0.154

Fuente: Laboratorio de suelos FAUSAC

En cuadro 14 se visualiza que la cantidad extraída en kg/ha de nitrógeno es de 44.54, que es inferior a los niveles evaluados (100, 150, 200 y 250 kgN/ha), por lo que se dificulta la respuesta a la aplicación de nutrientes.

La cantidad de nitrógeno y magnesio extraída en kg/ha por las hojas modificadas y las hojas verdaderas en forma separada es similar. En cuanto al fósforo y al potasio, la extracción de hojas modificadas es mayor que la de las hojas verdaderas y en lo que respecta al calcio, la extracción de hojas verdaderas es mayor que las hojas modificadas.

La relación de extracción total de los nutrientes absorbidos por la cebolla es la siguiente: 4N : 1P : 8K : 3Ca : 1Mg; lo cual equivale en kg/ha a 44.54 nitrógeno, 9.73 fósforo, 70.21 potasio, 28.94 calcio y 7.16 magnesio; el orden de extracción de nutrientes de mayor a menor es K, N, Ca, P, Mg.

La relación de extracción de nutrientes entre hojas modificadas y hojas verdaderas es de 1.73 : 1.

9.5 Análisis beneficio – costo

En cuadro 15 se observa que la mejor relación beneficio-costo, es la de los niveles de 100 kgN/ha, que corresponden al sulfato de amonio 100, urea 100 y nitrato de amonio 100 en su orden. La relación más baja corresponde al testigo del agricultor, esto se debe a que las cantidades de fertilizantes que aplica el productor son superiores a los evaluados en la presente investigación, por otro lado utilizan fuentes de nitrógeno más caras; el costo variable del testigo del agricultor es de Q.2,209.30, muy superior a los demás tratamientos.

CUADRO 15. Análisis beneficio-costo.

Fuente	Nivel kg N/ha.	Ingreso Neto Q/ha	Costo variable Q/ha	Relación IN/CV
Nitrato de amonio	100	56,104	678.29	82.71
	150	49,437	910.85	54.28
	200	60,766	1,143.41	53.14
	250	39,820	1,375.97	28.94
Sulfato de amonio	100	55,405	600.78	92.22
	150	52,995	794.57	66.70
	200	55,698	988.37	56.35
	250	53,919	1,182.17	45.61
Urea	100	45,113	510.34	88.40
	150	43,739	665.37	65.74
	200	57,568	807.49	71.29
	250	51,261	962.53	53.26
Testigo del agricultor	291	53,243	2,209.30	24.10

IN = Ingreso neto

CV = Costo variable

Se puede indicar que con un quetzal de costo variable se obtiene un ingreso neto de Q.92.22, para el caso de sulfato de amonio 100, Q.88.40 para urea 100, Q.82.71 para nitrato de amonio 100 y Q.24.10 para el testigo del agricultor.

10 CONCLUSIONES

- a. No se encontraron diferencias significativas en lo que respecta a las variables rendimiento e ingreso neto, únicamente se encontró significancia en lo referente a la variable densidad, pudiendo indicar, que en la aplicación de nitrato de amonio 100 y urea 150, se obtuvieron hojas modificadas de menor densidad respecto a los demás tratamientos; aceptando la hipótesis planteada, sólo en lo referente a la variable densidad.
- b. La extracción de nitrógeno del cultivo de la cebolla, según análisis de hojas modificadas y hojas verdaderas, fue de 44.54 kg/ha, lo que indica, que la extracción, es inferior a los niveles evaluados.
- c. Los tratamientos con mayor relación beneficio-costo en su orden son: sulfato de amonio 100, urea 100 y nitrato de amonio 100, la relación más baja corresponde al testigo del agricultor.
- d. Las fuentes y altos niveles de nitrógeno que aplican los agricultores, tienen la relación beneficio-costo más baja y no influyeron en los rendimientos ni en la consistencia; pudiendo provocar a corto, mediano o largo plazo, contaminación de las aguas subterráneas por nitratos lixiviados.

11 RECOMENDACIONES

- a. Bajo las condiciones edáficas y de clima que prevalecen en la aldea Tiúcal de Asunción Mita, Jutiapa, se recomienda aplicar 100 kg N/ha, utilizando como fuente de nitrógeno, sulfato de amonio, en tres aplicaciones; la primera 25% del total, 10 días después del transplante; la segunda 50%, 30 días después del transplante y la tercera 25%, 60 días después del transplante.
- b. Incorporar a los suelos de la región materia orgánica, para mejorar las características físicas, químicas y de fertilidad de los suelos.
- c. En futuras investigaciones, incluir abono orgánico como fuente de nitrógeno, además evaluar niveles menores de 100 kg N/ha, considerando el rango de 70 a 150 días después de la siembra para determinar las épocas más apropiadas de aplicación.

12 BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE C., C.H. s.f. Curso de horticultura general. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Departamento de Horticultura. 25 p.
2. ASABA RIVAS, R.A. 1981. Niveles de nitrógeno y fósforo en el rendimiento de la cebolla (*Allium cepa* L.) en el valle de Asunción Mita, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 31 p.
3. ASGROW SEED COMPANY. 1995. Manejo de la producción de cebollas de días cortos. EE.UU. Informe Agronómico. 12 p.
4. ASIEGBU, J. E. 1989. Response of onion to lime and fertilizer N in a tropical ultisol. Trop. Agric. Nigeria. 66:161-166.
5. BARRIENTOS ROJAS, R.E. 1982. El cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en Asunción Mita, Jutiapa. Tesis Fitotecnista. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícola. 43 p.
6. CASSERES, E. 1980. Producción de hortalizas. 3 ed. San José, Costa Rica, IICA. p. 230-255.
7. CRISTIANI B., A.J. 1991. Cultivo del maíz. Guatemala, Cristiani Burkard, Departamento de Investigaciones y Producción de Semillas. 79 p.
8. CRUZ, J.R. DE LA. 1976. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, basado en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 24 p.
9. DISAGRO (Gua.) 1996. Fertilización en el cultivo de la cebolla; parte I. Boletín Disagro, no. 5. p. 1-4.
10. EDMOND, J.B.; SENN, T.L.; ANDREWS, F.S. 1976. Principios de horticultura. 3 ed. México, CECSA. p. 140-141.
11. FUNDACION HONDUREÑA DE INVESTIGACION AGRICOLA. s.f. Guía sobre producción de cebolla para exportación. San Pedro Sula, Honduras. 60 p.
12. FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL. 1991. Guía para los productores de cebolla exportable. Boletín Divulgativo (El Salvador) no. 3. 16 p.

13. GRACIA, R. DE.; GARRIDO, N.; SERRANO, C. 1998. Manejo integral del cultivo de cebolla en tierras altas. En Curso Regional de Producción Integrada de Hortalizas, (1998, Antigua Guatemala,). Memorias. Antigua Guatemala, Guatemala, Redcahor. 32 p.
14. GREMIAL DE EXPORTADORES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES (Gua.). 1995. Cebolla, guía de producción manejo post- cosecha y mercadeo. Guatemala. 54 p.
15. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA. 1997. Estadísticas económicas de producción, exportación, importación y precios medios de los principales productos agrícolas. Guatemala. 25 p.
16. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1977. El cultivo de la cebolla (Allium cepa L.) tipo seco en la región nororiente. Folleto Técnico (Gua.) no. 5. 20 p.
17. -----, 1986. Muestreo de suelos e interpretación de resultados de análisis. Folleto Técnico (Gua.) no. 32. 49 p.
18. GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION. CENTRO DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA LA PREVENCIÓN AGRÍCOLA. 1990. Estudio de la factibilidad de proyecto de instalación y operación de comercialización agrícola de cebolla (Allium cepa L.) y tomate en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala. Guatemala. 207 p.
19. GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACIÓN. UNIDAD SECTORIAL DE PLANIFICACIÓN AGROPECUARIA Y ALIMENTACION. s.f. Marco cuantitativo de la cebolla.

Sin Publicar.
20. MILLAR, C.E. ; TURK, L.M. ; FOTH, H.D. 1979. Fundamentos de la ciencia del suelo. México, CECSA. p. 140-141.
21. MORELL, D. 1973. Hay dinero y salud en la cebolla. Barcelona, Síntesis. p. 6-65.
22. ORANTES SALGUERO, J.L. 1987. Determinación del período crítico de interferencia de las malezas en el cultivo de cebolla (Allium cepa L.) en la región de Asunción Mita del departamento de Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 31 p.
23. ORELLANA POLANCO, A.D. 1986. Estudio fenológico del tomate (Lycopersicum esculentum Mill) en relación a la fertilización con niveles de N, P₂O₅ y K₂O en Monjas, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 50 p.

24. PORTILLO RAMIREZ, G.A. 1990. Evaluación de opciones de control de malezas, tomando en cuenta el período crítico de interferencia en el cultivo de cebolla (Allium cepa L.) en Asunción Mita. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 42 p.
25. RECINOS MARTINEZ, M.A. 1983. Estudio de épocas de aplicación y niveles de fertilización en almácigos de café. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 33 p.
26. RIOS PORTILLO, C. 1985. Diagnóstico de producción y mercado para la cebolla, cultivada en Asunción Mita, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícola. 59 p.
27. SHOEMAKER, J. 1953. Vegetable crocoing. 2 ed. New York, EE.UU., John Wiley. 181 p.
28. SIMMONS, C.; TARANO, J.; PINTO, J. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
29. SOTO, J.A. 1987. Requerimientos nutricionales de la cebolla (Allium cepa L.) en los suelos de la región norte de Cartago; I. respuesta a N, P y K. Agronomía Costarricense (C.R.) 11(2):239-243.
30. ----- 1987. Requerimientos nutricionales de la cebolla (Allium cepa L.) en los suelos de la región norte de Cartago; II. niveles críticos de P,K,S y respuesta a N. Agronomía Costarricense (C.R.) 12(1): 53-57.
31. STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1986. Bioestadística: principios y procedimientos. 3 ed. México, Mc Graw-Hill. p. 392-395.
32. TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, Aragón. 760 p.
33. WADE, M.; ROMERO, N. DE. 1995. Guía práctica para la interpretación de análisis de suelos. Guatemala, Laboratorio Agrícola. 24 p.



vº. Bº

Spriam De La Roca

13 Apéndices

CUADRO APENDICE 16. Epoca de aplicación de niveles y fuentes de fertilizantes en cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en trabajo de investigación realizado en Asunción Mita, Jutiapa.

TRATA- MIENTO	NIVELES	FUENTES	FERTILIZACION		
			Kg / u. e		
			1ra. 10 DDT	2da. 30 DDT	3ra. 60 DDT
1	100 kg N/ha	Urea	0.042	0.084	0.042
2	100 kg N/ha	Sulfato de Amonio	0.092	0.1845	0.092
3	100 kg N/ha	Nitrato de Amonio	0.0586	0.117	0.0586
4	150 kg N/ha	Urea	0.0631	0.1262	0.0631
5	150 kg N/ha	Sulfato de Amonio	0.138	0.276	0.138
6	150 kg N/ha	Nitrato de Amonio	0.0879	0.1759	0.0879
7	200 kg N/ha	Urea	0.084	0.1683	0.084
8	200 kg N/ha	Sulfato de Amonio	0.184	0.368	0.184
9	200 kg N/ha	Nitrato de Amonio	0.117	0.234	0.117
10	250 kg N/ha	Urea	0.105	0.210	0.105
11	250 kg N/ha	Sulfato de Amonio	0.230	0.460	0.230
12	250 kg N/ha	Nitrato de Amonio	0.1466	0.293	0.146
13	Testigo del Agricultor	16.20.0 + sulfato de Amonio	0.754	0.503	---

DDT = Días Después del Transplante

u.e = Unidad experimental

CUADRO APENDICE 17. Fecha, producto y dosis de aplicación de agroquímicos en el cultivo de cebolla (Allium cepa L.) en evaluación del efecto de niveles y fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento realizado en Asunción Mita, Jutiapa.

FECHA	PRODUCTO	DOSIS	CONTROL
28/10/98	Alaclor	2.5 Lt./ha	Malezas
6/11/98	Folidol	0.5 Lt. /ha	Insectos
	Vydate	1.0 Lt. /ha	Insectos
	Captán	1 kg /ha	Enfermedades
	PCNB	1 kg /ha	Enfermedades
13/11/98	Previcur-N	1.0 Lt./ha	Hongos
18/11/98	Aminofol	0.5 Lt./ha	Nutrición
	Bayfolán	2 Lt./ha	Nutrición
	Thiodán	0.5 Lt./ha	Insectos
	Folidol	0.5 Lt./ha	Insectos
25/11/99	Kocide	2 kg /ha	Bacterias y Enfermedades
	Thiodán	0.5 Lt./ha	Insectos
28/11/98	Goal	0.3 Lt./ha	Malezas
	Fusilade	0.6 Lt./ha	Malezas
2/12/98	Antracol	2 kg /ha	Enfermedades

	Lannate	0.5 kg /ha	Insectos
	Folidol	0.5 Lt./ha	Insectos
	Thiodán	0.5 Lt./ha	Insectos
9/12/98	Lannate	0.5 kg /ha	Insectos
	Thiodán	0.5 Lt./ha	Insectos
16/12/98	Thiodán	0.5 Lt./ha	Insectos
	Folidol	0.5 Lt./ha	Insectos
	Karate	0.25 Lt./ha	Insectos
	Cot.Mix	5 Lt./ha	Nutrición
24/12/98	Folidol	0.6 Lt./ha	Insectos
	Thiodán	0.6 Lt./ha	Insectos
	Trimiltox	2 kg /ha	Enfermedades y Bacterias
31/12/98	Karate	0.3 Lt./ha	Insectos
	Folidol	0.3 Lt./ha	Insectos
	Cot.Mix	5 Lt./ha	Nutrición
7/1/99	Folidol	0.5 Lt./ha	Insectos
	Karate	0.4 Lt./ha	Insectos

	Antracol	2 kg /ha	Enfermedades
14/1/99	Karate	0.4 Lt./ha	Insectos
	Folidol	0.5 Lt./ha	Insectos
	Lannate L	0.3 Lt./ha	Insectos
21/1/99	Karate	0.3 Lt./ha	Insectos
	Folidol	0.4 Lt./ha	Insectos
	Trimiltox	2 kg /ha	Enfermedades y Bacterias
28/1/99	Nomolt A.	0.3 Lt./ha	Insectos
	Manzate	2 kg /ha	Enfermedades
	Thiodán	0.5 Lt./ha	Insectos
06/2/99	Nomolt A.	0.3 Lt./ha	Insectos

CUADRO APENDICE 18. Precios por calidades a nivel de productor del cultivo de cebolla
(*Allium cepa* L) Asunción Mita, Jutiapa.

No.	PRECIO Q/MILLAR			PRECIO Q/UNIDAD		
	1era	2da.	3era.	1era.	2da.	3era.
1.	360	160	80	0.36	0.160	0.08
2.	360	160	60	0.36	0.16	0.06
3.	350	150	60	0.35	0.15	0.06
4.	400	200	100	0.40	0.20	0.10
5.	400	200	80	0.40	0.20	0.08
6.	440	200	80	0.44	0.20	0.08
7.	390	210	75	0.39	0.21	0.075
8.	300	100	50	0.30	0.10	0.05
9.	400	200	100	0.40	0.20	0.10
10.	400	200	100	0.40	0.20	0.10
11.	400	250	100	0.40	0.25	0.10
12.	420	225	90	0.42	0.225	0.09
13.	350	150	60	0.35	0.15	0.06
X	382.31	185.00	79.62	0.38231	0.185	0.07462

Fuente: Encuesta a productores de la zona de estudio febrero 1999.

CUADRO APENDICE 19. Datos de campo. Evaluación del efecto de cuatro niveles y tres fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) en Asunción Mita, Jutiapa

trat	Nivel	Fuente	Rep	Primera calidad gramos			segunda calidad gramos			tercera calidad gramos			Ingreso Quetzales			Costo variable
				Unidad Experimental			Unidad Experimental			Unidad Experimental			Unidad Experimental			
				No. Plan-tas	peso bulbo + tallo	Peso Bulbo	No. Plan-tas	Peso Bulbo + Tallo	Peso Bulbo	No. Plan-tas	Peso Bulbo + Tallo	Peso Bulbo	1era Q.0.38/U	2da Q.0.19/U	3era Q.0.08/U	Unidad Experimental
13	100	U	1	14	2148	1840	26	3360	2148	69	3792	1980	5.35	4.81	5.49	0.395
2	100	S	1	50	8964	5172	27	2872	1200	13	684	252	19.12	5.00	1.04	0.465
3	100	N	1	8	1840	1228	38	4880	2872	60	3876	1716	3.06	7.03	4.78	0.525
4	150	U	1	0	0	0	30	4964	2984	50	4308	2928	0.00	5.55	3.98	0.515
5	150	S	1	20	3960	2788	38	5060	3012	40	2260	1144	7.65	7.03	3.18	0.615
8	150	N	1	1	112	56	51	4908	3556	59	3124	1492	0.38	9.44	4.70	0.705
7	200	U	1	0	0	0	60	6928	4532	40	2552	1256	0.00	11.10	3.18	0.625
8	200	S	1	11	1952	1380	36	3932	2440	38	2412	1144	4.21	6.66	3.03	0.765
9	200	N	1	17	4224	2636	43	6316	3612	33	2260	1004	6.50	7.96	2.63	0.885
10	250	U	1	0	0	0	20	1520	1116	83	2356	1256	0.00	3.70	6.61	0.745
11	250	S	1	18	3680	2524	45	5744	3360	30	1718	768	6.12	8.33	2.39	0.915
12	250	N	1	0	0	0	20	1772	1312	83	3388	1548	0.00	3.70	6.61	1.065
1	Tagr	.	1	39	5632	3472	29	2300	1144	23	948	392	14.91	5.37	1.83	1.71
13	100	U	2	12	2692	1952	51	6092	4016	70	4336	2176	4.59	9.44	5.57	0.395
2	100	S	2	15	2552	1952	7	7668	5200	70	3680	1952	5.73	13.51	5.57	0.465
3	100	N	2	43	8280	6008	28	2984	2064	30	1716	948	16.44	5.18	2.39	0.525
4	150	U	2	0	0	0	52	5604	3960	70	3304	1952	0.00	9.62	5.57	0.515
5	150	S	2	10	2064	1380	41	4532	3096	40	2092	1144	3.82	7.59	3.16	0.615
6	150	N	2	0	0	0	54	5116	3708	60	2552	1380	0.00	9.99	4.78	0.705
7	200	U	2	19	3444	2720	43	4504	3152	40	1952	1116	7.26	7.96	3.18	0.625
8	200	S	2	31	5452	4168	55	5604	3556	59	3152	1604	11.85	10.18	4.70	0.765
9	200	N	2	35	7292	5398	80	7040	4140	35	2232	1032	13.38	11.10	2.79	0.685
10	250	U	2	0	0	0	40	4478	2900	56	2496	1380	0.00	7.40	4.48	0.745
11	250	S	2	15	2672	2356	56	6232	3876	31	1604	824	5.73	10.36	2.47	0.915
12	250	N	2	13	2092	1716	26	2540	2064	80	4308	2232	4.97	4.81	6.37	1.065
1	Tagr	.	2	15	2908	2176	75	6804	4392	51	2064	1060	5.73	13.88	4.06	1.71
13	100	U	3	38	6400	4364	71	5020	2120	25	1312	684	14.53	13.14	1.99	0.395
2	100	S	3	78	15432	11236	40	4072	2720	38	2008	1032	29.82	7.40	3.03	0.465
3	100	N	3	68	13856	9688	19	2204	1492	37	2120	1144	26.00	3.52	2.95	0.525
4	150	U	3	40	7180	4936	50	6092	3276	41	2176	1200	15.29	9.25	3.26	0.515
5	150	S	3	30	6468	4600	35	3584	2636	35	1952	1088	11.47	6.48	2.79	0.615
8	150	N	3	82	19280	14108	36	4880	2844	20	1312	796	31.35	6.66	1.59	0.705
7	200	U	3	71	13104	9856	32	2928	1800	12	920	518	27.14	5.92	0.96	0.625
8	200	S	3	30	8064	4600	60	4478	2928	39	2384	1952	11.47	11.10	3.11	0.765
9	200	N	3	46	9800	6900	50	6580	3904	24	1980	1144	17.59	9.25	1.91	0.885
10	250	U	3	104	21036	15208	35	3708	2440	22	1688	852	39.76	6.48	1.75	0.745
11	250	S	3	78	17048	12156	49	6400	4280	61	4852	1660	29.08	9.07	4.86	0.915
12	250	N	3	24	4224	3012	63	6692	4224	90	5744	2440	9.18	11.66	7.17	1.065
1	Tagr	.	3	44	9800	6984	50	6860	4308	7	572	420	18.82	9.25	0.56	1.71
13	100	U	4	10	1980	1340	30	3444	2120	33	2178	1256	3.82	5.55	2.63	0.395
2	100	S	4	43	9396	8832	59	7584	5144	48	3556	2064	18.44	10.92	3.82	0.465
3	100	N	4	23	4448	3500	40	4908	3388	25	2692	1548	8.79	7.40	1.99	0.525
4	150	U	4	25	4880	3380	20	2178	1380	50	3418	1952	9.56	3.70	3.98	0.515
5	150	S	4	51	18128	10288	32	4824	3180	35	2092	1228	19.50	5.92	2.79	0.615
8	150	N	4	40	9592	8288	22	2984	1852	50	3904	2092	15.29	4.07	3.98	0.705
7	200	U	4	81	12672	9828	37	3472	2608	32	2524	1520	23.32	8.85	2.55	0.825
8	200	S	4	102	25844	19740	29	2608	1716	20	1868	1088	39.00	5.37	1.59	0.765
9	200	N	4	88	19948	15208	35	3416	2204	14	824	516	33.64	8.48	1.11	0.885
10	250	U	4	38	8824	6372	22	3444	2120	40	3040	1688	14.53	4.07	3.18	0.745
11	250	S	4	52	11724	7444	14	1952	1256	43	3332	1632	19.88	2.59	3.42	0.915
12	250	N	4	78	19948	14500	56	7528	5020	22	1492	852	29.82	10.36	1.75	1.065
1	Tagr	.	4	20	4712	3444	35	4652	2900	30	2300	1144	7.65	6.48	2.39	1.71

CUADRO APÉNDICE 20. Datos de análisis para evaluación del efecto de cuatro niveles y tres fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) en Asunción Mita, Jutiapa para las variables rendimiento e ingreso neto total

NIVEL	FUENTE	TRAT	Rep.	NPT	PT	PB	IT	CV.	INT.	
	100 Urea		13	1	109	9300	5968	15.6561	0.395	15.2611
	100 Sulfato		2	1	90	12520	6624	25.1456	0.465	24.6896
	100 Nitrato		3	1	106	10596	5816	14.8657	0.525	14.3407
	150 Urea		4	1	80	9272	5912	9.531	0.515	9.016
	150 Sulfato		5	1	98	11280	6944	17.8610	0.615	17.246
	150 Nitrato		6	1	111	8144	5104	14.5149	0.705	13.8099
	200 Urea		7	1	100	9480	5788	14.2848	0.625	13.6598
	200 Sulfato		8	1	85	8296	4964	13.8910	0.765	13.126
	200 Nitrato		9	1	93	12800	7252	17.0817	0.885	16.1967
	250 Urea		10	1	103	3876	2372	10.3085	0.745	9.5635
	250 Sulfato		11	1	91	11140	6652	16.8306	0.915	15.9156
	250 Nitrato		12	1	103	5160	2860	10.3085	1.065	9.2435
Testigo 291	16-20-0 + S		1	1	91	8880	5008	22.1064	1.71	20.3964
	100 Urea		13	2	133	13120	8144	19.5961	0.395	19.2011
	100 Sulfato		2	2	158	13900	9104	24.8131	0.465	24.3481
	100 Nitrato		3	2	101	12980	9020	24.0079	0.525	23.4820
	150 Urea		4	2	122	8908	5912	15.1934	0.515	14.6764
	150 Sulfato		5	2	91	8688	5620	14.5929	0.615	13.9779
	150 Nitrato		6	2	114	7668	5088	14.7672	0.705	14.0622
	200 Urea		7	2	102	9900	6988	18.4037	0.625	17.7787
	200 Sulfato		8	2	145	14208	9328	26.7242	0.765	25.9592
	200 Nitrato		9	2	130	16564	10568	27.2676	0.885	26.3826
	250 Urea		10	2	96	6972	4280	11.8587	0.745	11.1137
	250 Sulfato		11	2	102	10708	7056	18.5629	0.915	17.6479
	250 Nitrato		12	2	119	8940	6012	16.1496	1.065	15.0846
Testigo 291	18-20-0 + S		1	2	141	11476	7628	23.6703	1.71	21.9603
	100 Urea		13	3	134	12732	7168	29.6533	0.395	29.2583
	100 Sulfato		2	3	156	21512	14988	40.2457	0.465	39.7807
	100 Nitrato		3	3	124	18180	12324	32.458	0.525	31.932
	150 Urea		4	3	131	15448	9412	27.8068	0.515	27.2918
	150 Sulfato		5	3	100	12004	8324	20.7310	0.615	20.116
	150 Nitrato		6	3	138	25472	17748	39.6018	0.705	38.8958
	200 Urea		7	3	115	16952	12172	34.0195	0.625	33.3945
	200 Sulfato		8	3	129	12924	9480	25.6745	0.765	24.9025
	200 Nitrato		9	3	120	18360	11948	28.7471	0.885	27.8621
	250 Urea		10	3	161	26432	18500	47.9869	0.745	47.2419
	250 Sulfato		11	3	186	28300	18096	42.9774	0.915	42.0624
	250 Nitrato		12	3	177	16660	9676	27.9962	1.065	26.9312
Testigo 291	18-20-0 + S		1	3	101	17232	11712	26.6290	1.71	24.919
	100 Urea		13	4	73	7600	4716	12.0006	0.395	11.6056
	100 Sulfato		2	4	150	20536	14040	31.1761	0.465	30.7111
	100 Nitrato		3	4	88	12048	8436	18.1836	0.525	17.6586
	150 Urea		4	4	95	10472	6692	17.2388	0.515	16.7138
	150 Sulfato		5	4	118	23044	14696	28.2045	0.615	27.5895
	150 Nitrato		6	4	112	16480	10332	23.3434	0.705	22.6384
	200 Urea		7	4	130	18668	13956	32.7137	0.625	32.0887
	200 Sulfato		8	4	151	30320	22544	45.9530	0.765	45.188
	200 Nitrato		9	4	137	24188	17928	41.2330	0.885	40.348
	250 Urea		10	4	100	15308	10180	21.7826	0.745	21.0376
	250 Sulfato		11	4	109	17008	10332	25.8938	0.915	24.9788
	250 Nitrato		12	4	156	28968	20372	41.9318	1.065	40.8698
Testigo 291	18-20-0 + S		1	4	85	11864	7488	18.5098	1.71	14.7998

CUADRO APÉNDICE 21. Datos de campo para análisis de la evaluación del efecto de cuatro Niveles y tres fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento bulbo y tallo de cebolla (Allium cepa L.) en Asunción Mita, Jutiapa para La variable densidad.

Trat.	rep.	Fuente	nivel	densidad
13	1	Urea	100	1.0167
13	2	Urea	100	1.0131
13	3	Urea	100	0.9914
13	4	Urea	100	1.0149
13	5	Urea	100	0.9688
2	1	Urea	150	0.9495
2	2	Urea	150	0.895
2	3	Urea	150	0.8824
2	4	Urea	150	0.9232
2	5	Urea	150	0.9008
3	1	Urea	200	0.9871
3	2	Urea	200	0.9909
3	3	Urea	200	0.9832
3	4	Urea	200	0.9229
3	5	Urea	200	0.944
4	1	Urea	250	0.9686
4	2	Urea	250	0.9782
4	3	Urea	250	1.0027
4	4	Urea	250	0.944
4	5	Urea	250	0.998
5	1	Sulfato	100	1.01
5	2	Sulfato	100	0.9915
5	3	Sulfato	100	0.965
5	4	Sulfato	100	0.965
5	5	Sulfato	100	0.9305
6	1	Sulfato	150	0.9693
6	2	Sulfato	150	0.9491
6	3	Sulfato	150	0.9856
6	4	Sulfato	150	0.9616
6	5	Sulfato	150	0.9314
7	1	Sulfato	200	0.9613
7	2	Sulfato	200	0.9549
7	3	Sulfato	200	1.001
7	4	Sulfato	200	0.9849

7	5	Sulfato	200	1.01
8	1	Sulfato	250	0.9733
8	2	Sulfato	250	0.9827
8	3	Sulfato	250	0.9453
8	4	Sulfato	250	0.9267
8	5	Sulfato	250	0.9126
9	1	Nitrato	100	0.9305
9	2	Nitrato	100	0.9051
9	3	Nitrato	100	0.9127
9	4	Nitrato	100	0.9253
9	5	Nitrato	100	0.9473
10	1	Nitrato	150	0.9938
10	2	Nitrato	150	0.9435
10	3	Nitrato	150	0.9065
10	4	Nitrato	150	0.9806
10	5	Nitrato	150	1.0393
11	1	Nitrato	200	0.9592
11	2	Nitrato	200	0.937
11	3	Nitrato	200	0.9455
11	4	Nitrato	200	0.97
11	5	Nitrato	200	0.9931
12	1	Nitrato	250	0.989
12	2	Nitrato	250	0.9509
12	3	Nitrato	250	0.9631
12	4	Nitrato	250	0.9353
12	5	Nitrato	250	0.9767
1	1	Testigo	291	1.0296
1	2	Testigo	291	1
1	3	Testigo	291	1.0189
1	4	Testigo	291	0.9618
1	5	Testigo	291	0.9058

CUADRO APÉNDICE 22 Cuadro de comportamiento de medias peso total (hojas modificadas + hojas verdaderas) de cebolla (Allium cepa L.)_Asunción Mita, Jutiapa.

FUENTE	NIVEL KgN/ha	RENDIMIENTO kg/ha
Nitrato de Amonio	100	34730
	150	31937
	200	39459
	250	25878
Sulfato de Amonio	100	30878
	150	36486
	200	33288
	250	36059
Urea	100	25811
	150	28468
	200	32883
	250	30360
Testigo del Agricultor	291	32365

CUADRO APÉNDICE 23 Cuadro de comportamiento de medias peso total (hojas modificadas) de cebolla (Allium cepa L.)_Asunción Mita, Jutiapa.

FUENTE	NIVEL KgN/ha	RENDIMIENTO kg/ha
Nitrato de Amonio	100	23176
	150	21126
	200	26126
	250	16441
Sulfato de Amonio	100	19797
	150	23919
	200	23446
	250	22500
Urea	100	15856
	150	18288
	200	23266
	250	20428
Testigo del Agricultor	291	21104

CUADRO APÉNDICE 24 Cuadro de comportamiento de medias ingreso neto total de
cebolla (Allium cepa L.) Asunción Mita, Jutiapa.

FUENTE	NIVEL KgN/ha	INGRESO NETO TOTAL Q./ha
Nitrato de Amonio	100	56,104
	150	49,437
	200	60,766
	250	39,820
Sulfato de Amonio	100	55,405
	150	52,995
	200	55,698
	250	53,919
Urea	100	45,113
	150	43,739
	200	57,568
	250	51,261
Testigo del Agricultor	291	53,243

CUADRO APENDICE 25. Distribución de las unidades experimentales en el terreno

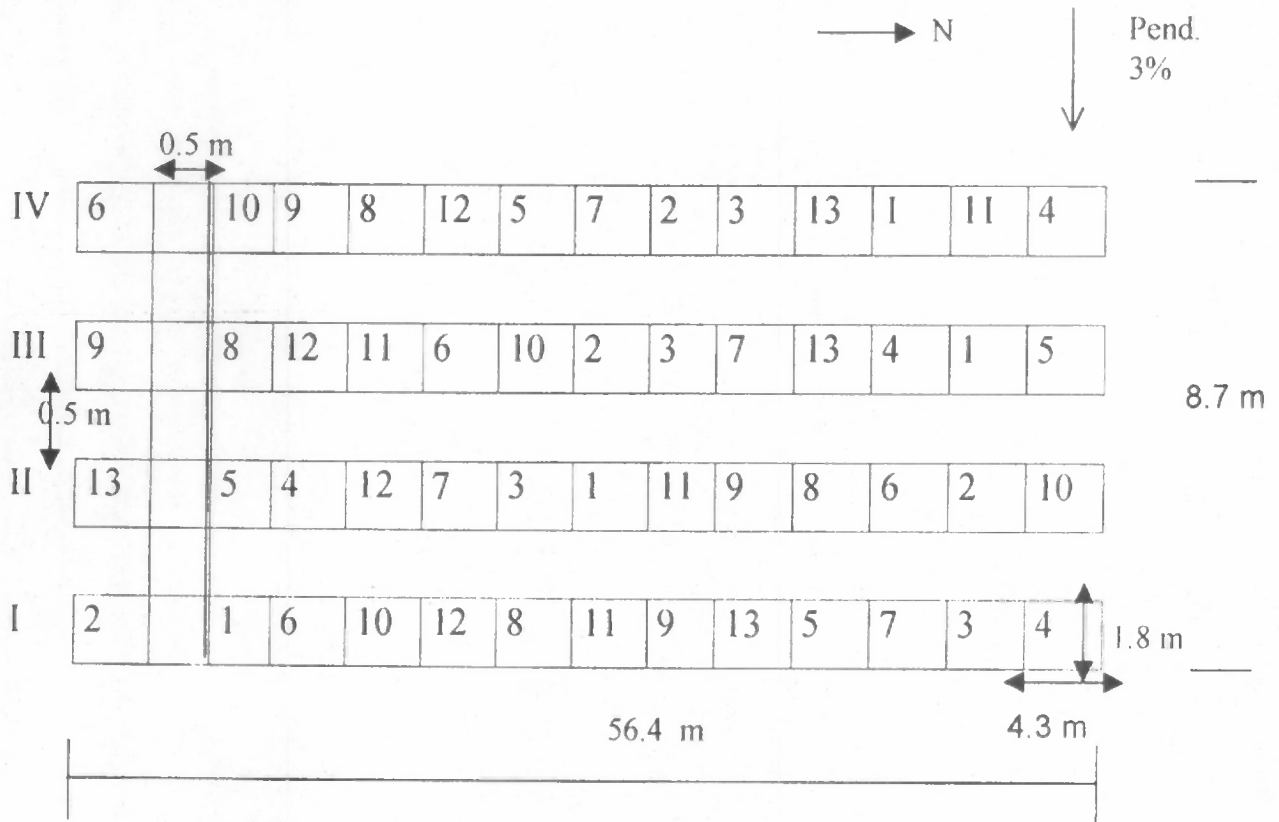
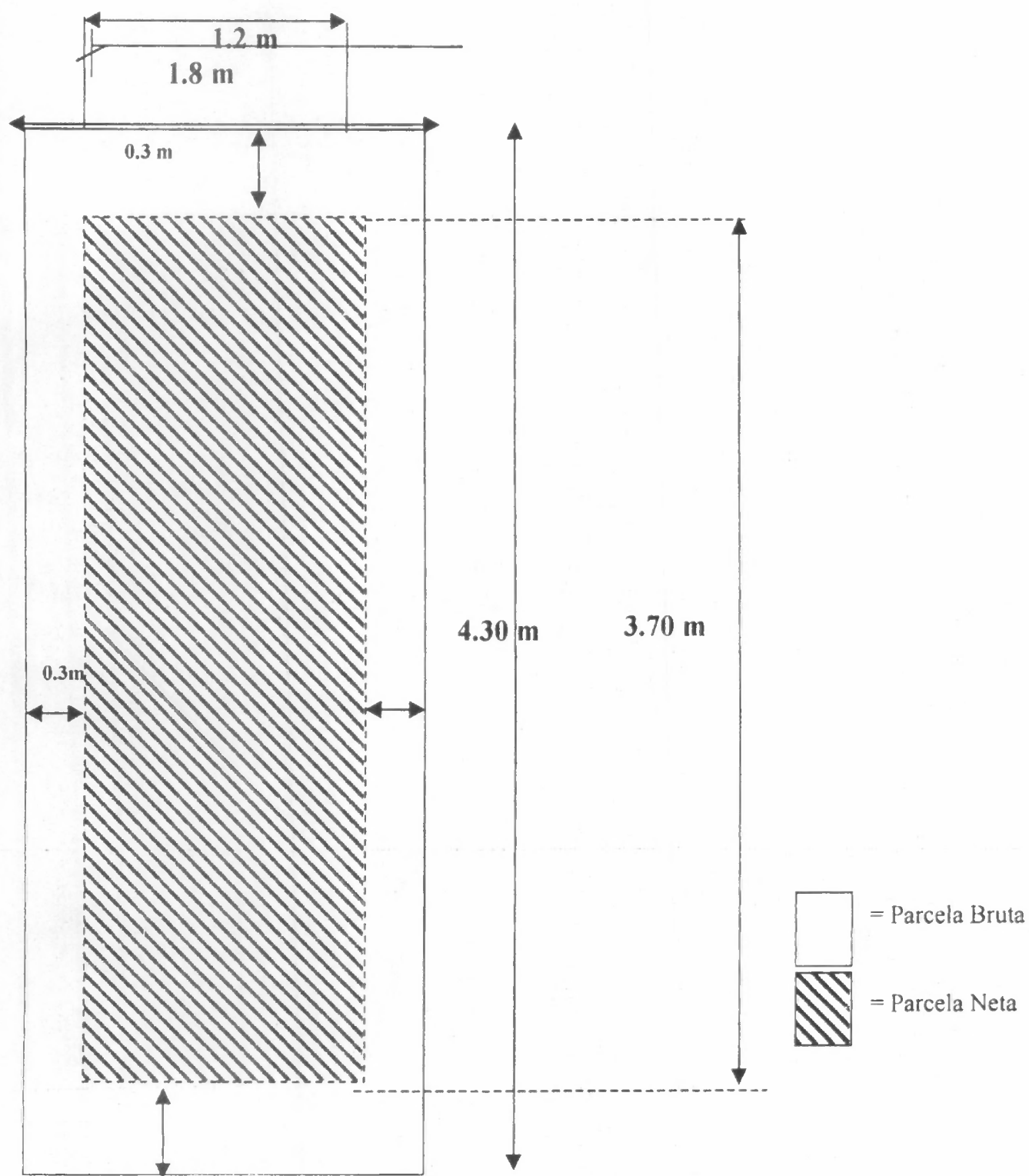


FIGURA 2. Unidad Experimental (parcela bruta y parcela neta)



CUADRO APENDICE 26 Costos variables por unidad experimental en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en evaluación del efecto de niveles y fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento. Asunción Mita , Jutiapa.

Tratamiento	Nivel KgN/ha.	Fuente	Fertilización kgN/U.E.	Costo variable Fertilizante.	Costo Variable Mano obra aplic. Fert.	Costo Variable Total.
1	100	Urea	0.0774	0.23	0.165	0.395
2	100	Sulfato de amonio	0.0774	0.30	0.165	0.465
3	100	Nitrato de amonio	0.0774	0.36	0.165	0.525
4	150	Urea	0.1161	0.35	0.165	0.515
5	150	Sulfato de amonio	0.1161	0.45	0.165	0.615
6	150	Nitrato de amonio	0.1161	0.54	0.165	0.705
7	200	Urea	0.1548	0.46	0.165	0.625
8	200	Sulfato de amonio	0.1548	0.60	0.165	0.765
9	200	Nitrato de amonio	0.1548	0.72	0.165	0.885
10	250	Urea	0.1935	0.58	0.165	0.745
11	250	Sulfato de amonio	0.1935	0.75	0.165	0.915
12	250	Nitrato de amonio	0.1935	0.90	0.165	1.065
13	Testigo agricultor	16-20-0+sulfato de amonio	0.121+0.106	1.19+0.41	0.11	1.71

Urea Q 2.99/kgN Sulfato de amonio Q3.88/kgN Nitrato de amonio Q 4.67/kgN 16-20-0 Q 9.90 /kgN Aplicación de fertilizante 2 jornales por manzana por dia. Q25.00 por jornal.

CUADRO APENDICE 27. Análisis de covarianza para la variable ingreso neto total en el arreglo de tratamientos combinatorio 4X3.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F.cal.	Pr >F
Fuente	2	17.54467063	8.77233531	0.19	0.8243
Nivel	3	141.08798199	47.02932733	1.04	0.3864
Nivel. Fuente	6	224.39822509	37.39970418	0.83	0.5562
Numero de plantas totales	1	2666.36198163	2666.36198163	59.04	0.0001
Coeficiente de variación	28.881419				

CUADRO APENDICE 28. Análisis de covarianza para la variable rendimiento(peso hojas modificadas + hojas verdaderas) en el arreglo de tratamientos combinatorio 4X3.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. cal.	Pr >F
Repetición	3	371975040.05	123991680.02	9.92	0.0001
Nivel	3	34368615.05	11456205.02	0.92	0.4439
Fuente	2	32027935.86	16013967.93	1.28	0.2915
Nivel. Fuente	6	79252616.88	13208769.48	1.06	0.4083
Numero de plantas totales	1	431153091.20	431153091.20	34.50	0.0001
Coeficiente de variación	24.44921				

CUADRO APENDICE 29. Análisis de covarianza para la variable rendimiento(peso hojas modificadas) en el arreglo de tratamientos combinatorio 4X3.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F.cal.	Pr >F
Repetición	3	210282016.38	70094005.46	9.68	0.0001
Nivel	3	33617934.11	11205978.04	1.55	0.2213
Fuente	2	12075108.73	6037554.36	0.83	0.4436
Nivel. Fuente	6	36880963.86	6146827.31	0.85	0.5423
Numero de plantas totales	1	212867062.06	212867062.06	29.40	0.0001
Coficiente de variación	28.23757				

CUADRO APENDICE 30. Análisis de covarianza para la variable ingreso neto total de los trece tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. cal.	Pr>F
Tratamiento	12	334.75226474	27.89602206	0.99	0.4734
Repetición	3	749.50938892	249.83646297	8.91	0.0002
Numero de plantas totales	1	1028.47037606	1028.47037606	36.67	0.0001
Coficiente de variación	22.967368				

CUADRO APENDICE 31. Análisis de covarianza para la variable rendimiento (peso hojas modificadas + hojas verdaderas) de los trece tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. cal.	Pr>F
Repetición	3	439487781.83	146495927.28	11.82	0.0001
Tratamiento	12	150213709.48	12517809.12	1.01	0.4610
Numero de plantas totales	1	426771736.45	426771736.45	34.42	0.0001
Coefficiente de variación	24.62662				

CUADRO APENDICE 32. Análisis de covarianza para la variable rendimiento (peso hojas modificadas) de los trece tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F.cal.	Pr >F
Repetición	3	242469990.31	80823330.10	11.26	0.0001
Tratamiento	12	84121948.32	7010162.36	0.98	0.4890
Numero de plantas totales	1	211639214.13	211639214.13	29.47	0.0001
Coefficiente de variación	28.47992				

CUADRO APENDICE 33. Análisis de varianza para la variable densidad de los trece tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. cal.	Pr>F
Tratamiento	12	0.03593820	0.00299485	3.33	0.0012
Coefficiente de variación	3.114308				

CUADRO APENDICE 34. Análisis de varianza para la variable densidad en el arreglo de tratamientos combinatorio 4X3.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F.cal.	Pr>F
Fuente	2	0.00122553	0.00061277	0.80	0.4539
Nivel	3	0.00429025	0.00143008	1.87	0.1466
Nivel. Fuente	6	0.02825008	0.00470835	6.17	0.0001
Coefficiente de variación	2.8730772				

CUADRO APENDICE 35. Comparación de medias de Dunnett del tratamiento testigo respecto a los demás tratamientos.

Fuente. Nivel	Tratamiento	Medias	Testigo
Urea 100	13	1.0010	N.S.
Sulfato 200	7	0.9824	N.S.
Urea 250	4	0.9783	N.S.
Nitrato 150	10	0.9727	N.S.
Sulfato 100	5	0.9724	N.S.
Urea 200	3	0.9656	N.S.
Nitrato 250	12	0.9630	N.S.
Nitrato 200	11	0.9610	N.S.
Sulfato 150	6	0.9594	N.S.
Sulfato 250	8	0.9481	N.S.
Nitrato 100	9	0.9242	*
Urea 150	2	0.9102	*

*= Significativo.

N.S.= No significativo

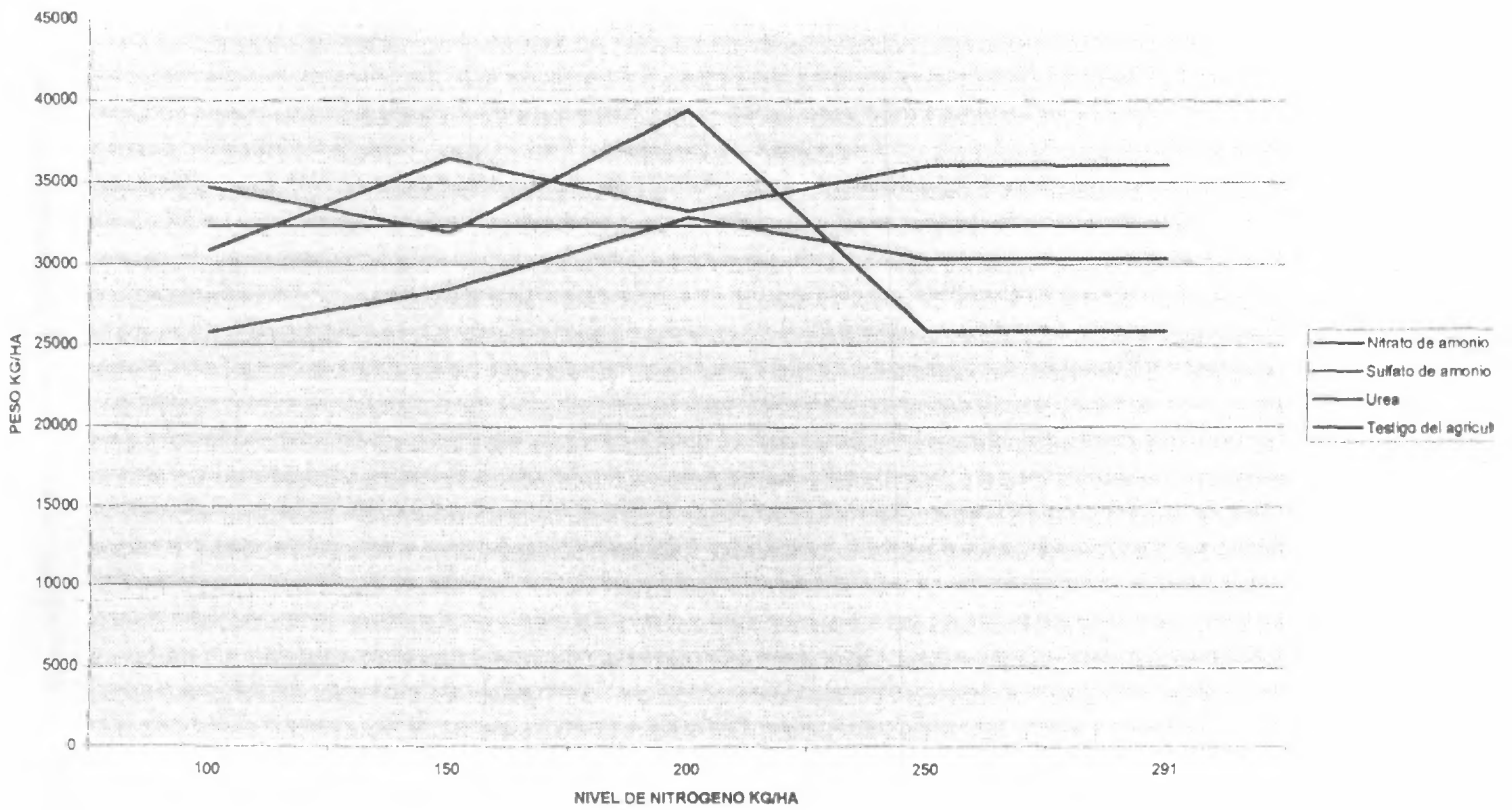
CUADRO APENDICE 36 Comparación múltiple de medias de tukey de las interrelaciones niveles-fuentes, en el arreglo de tratamientos combinatorio para la variable densidad.

Nivel-Fuente	Tratamiento	Medias	No. De Observaciones	Grupo Tukey
Urea 100	13	1.0010	5	A A
Sulfato 200	7	0.9824	5	BA BA
Urea 250	4	0.9783	5	BA BA
Nitrato 150	10	0.9727	5	BA BA
Sulfato 100	5	0.9724	5	BA BA
Urea 200	3	0.9656	5	BAC BAC
Nitrato 250	12	0.9630	5	BAC BAC
Nitrato 200	11	0.9610	5	BAC BAC
Sulfato 150	6	0.9594	5	BAC BAC
Sulfato 250	8	0.9481	5	BAC BC
Nitrato 100	9	0.9242	5	BC C
Urea 150	2	0.9102	5	C

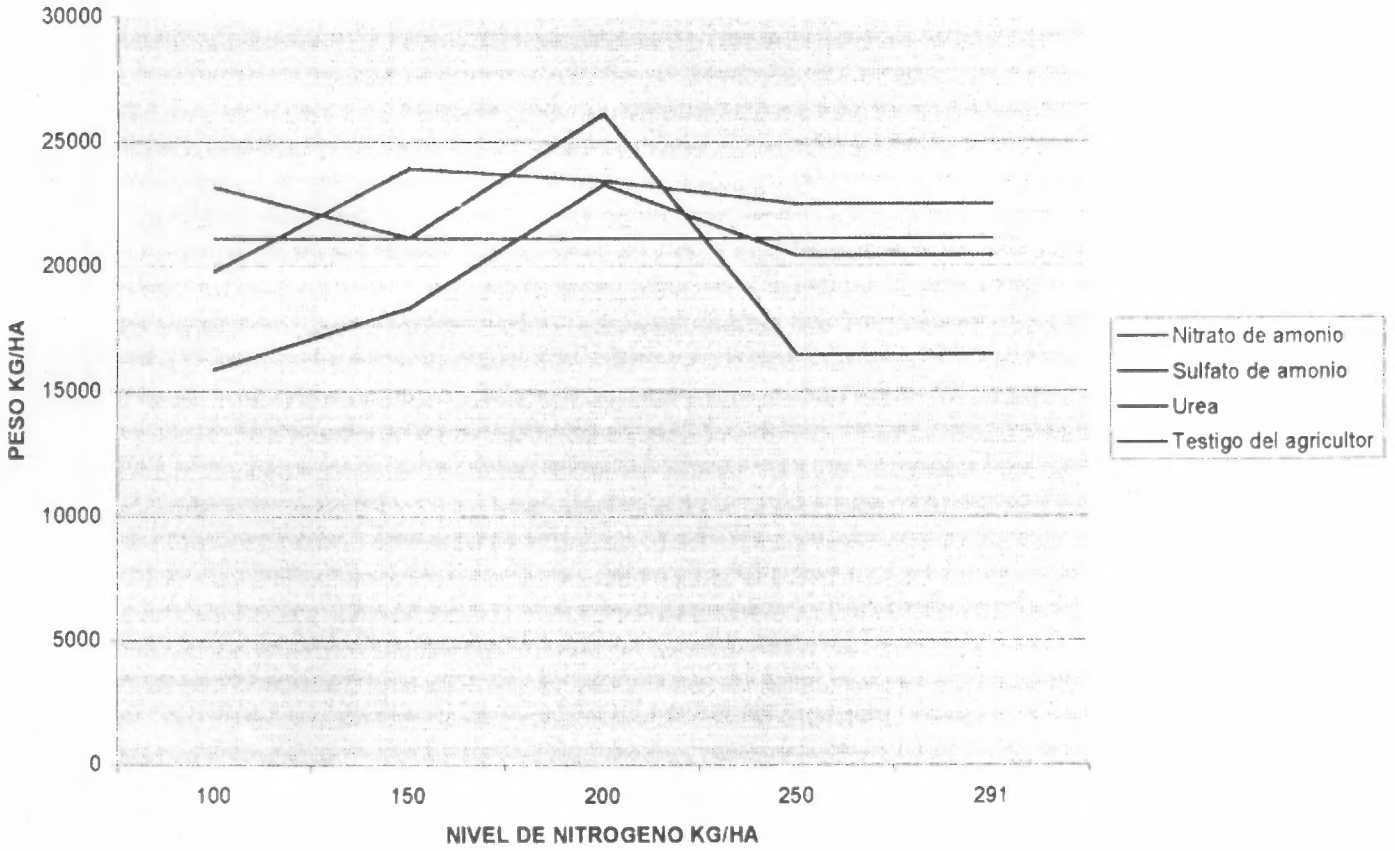
Urea 100 es diferente significativamente con respecto a Nitrato 100 y Urea 150.

Sulfato 200, Urea 250, Nitrato 150 y Sulfato 100 son diferentes significativamente con respecto a Urea 150.

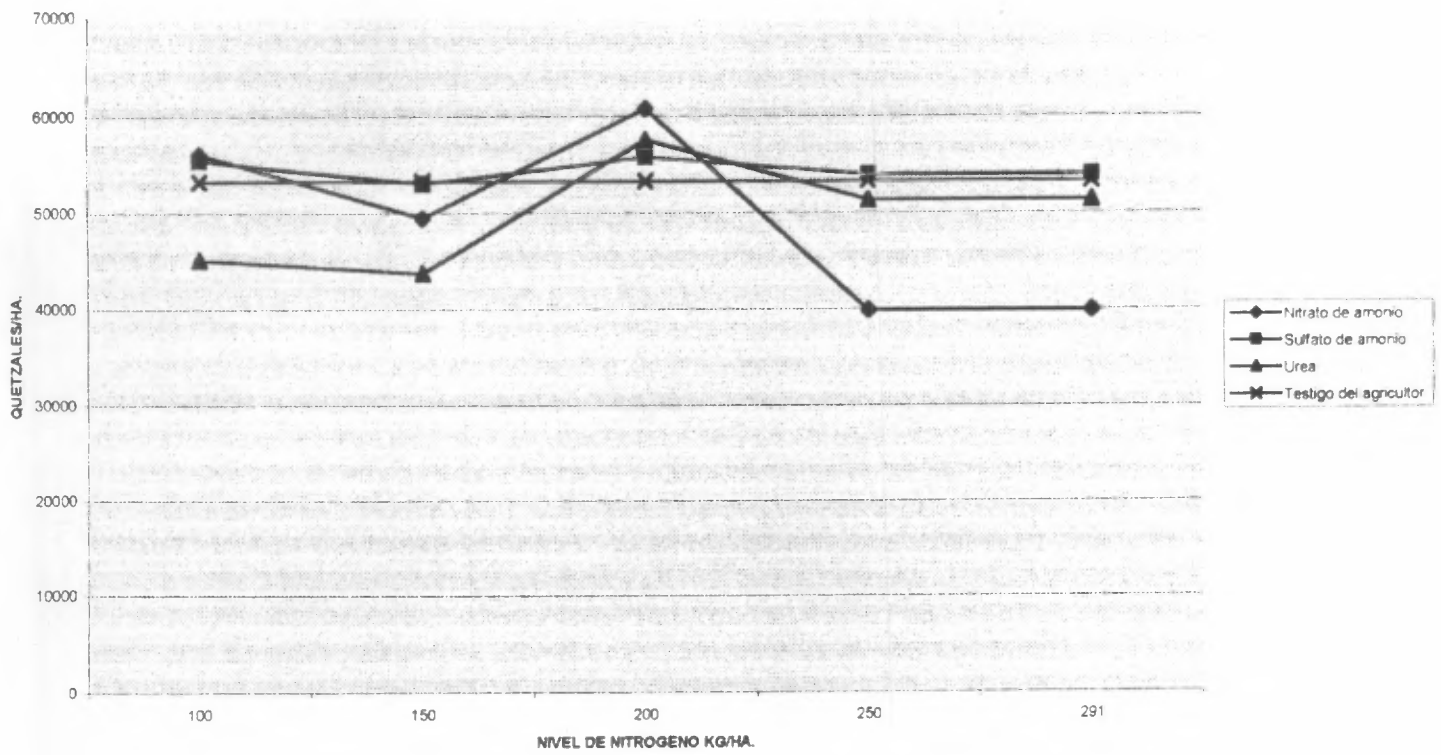
PESO DE HOJAS MODIFICADAS MAS HOJAS VERDADERAS



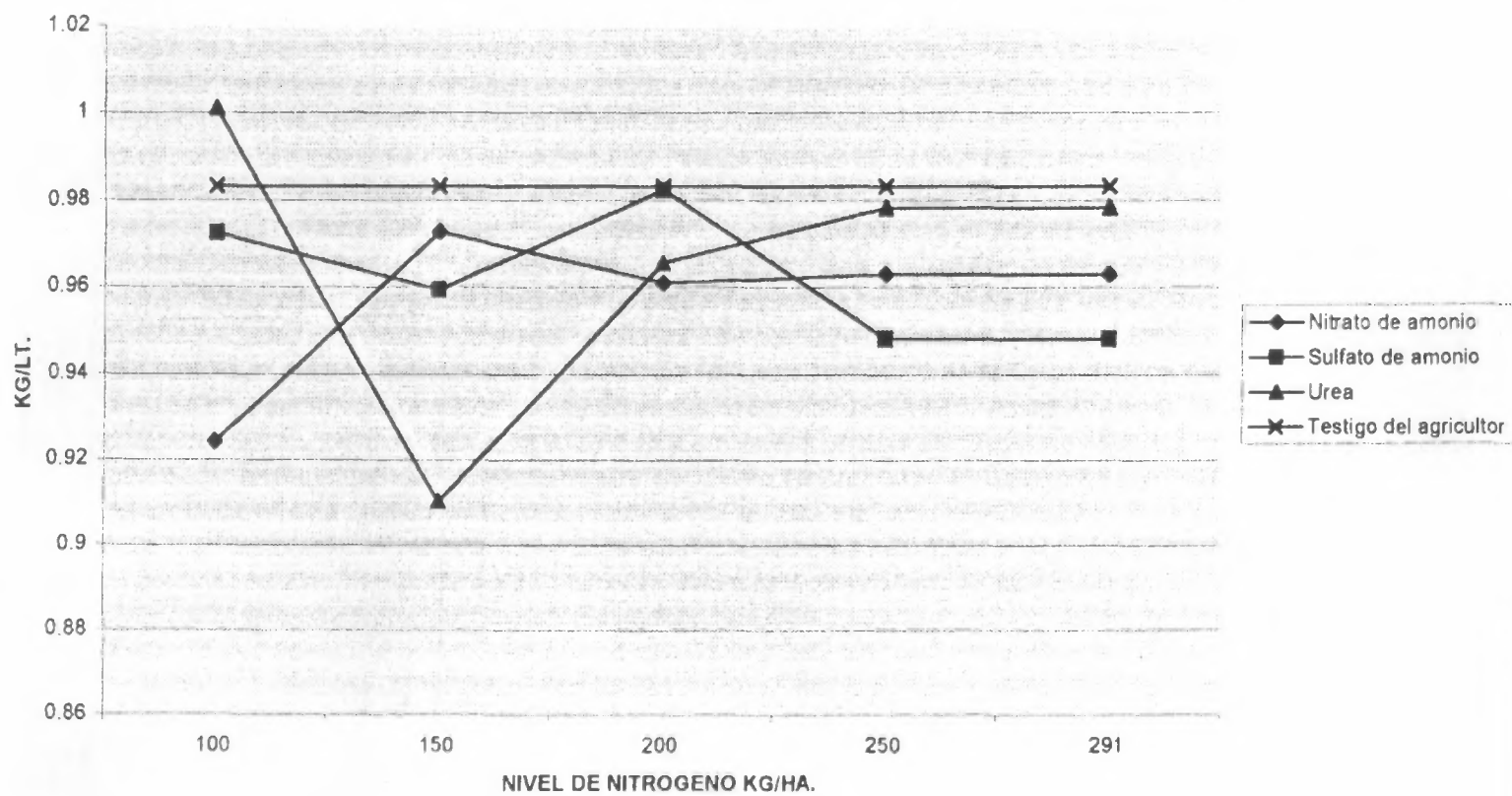
PESO DE HOJAS MODIFICADAS



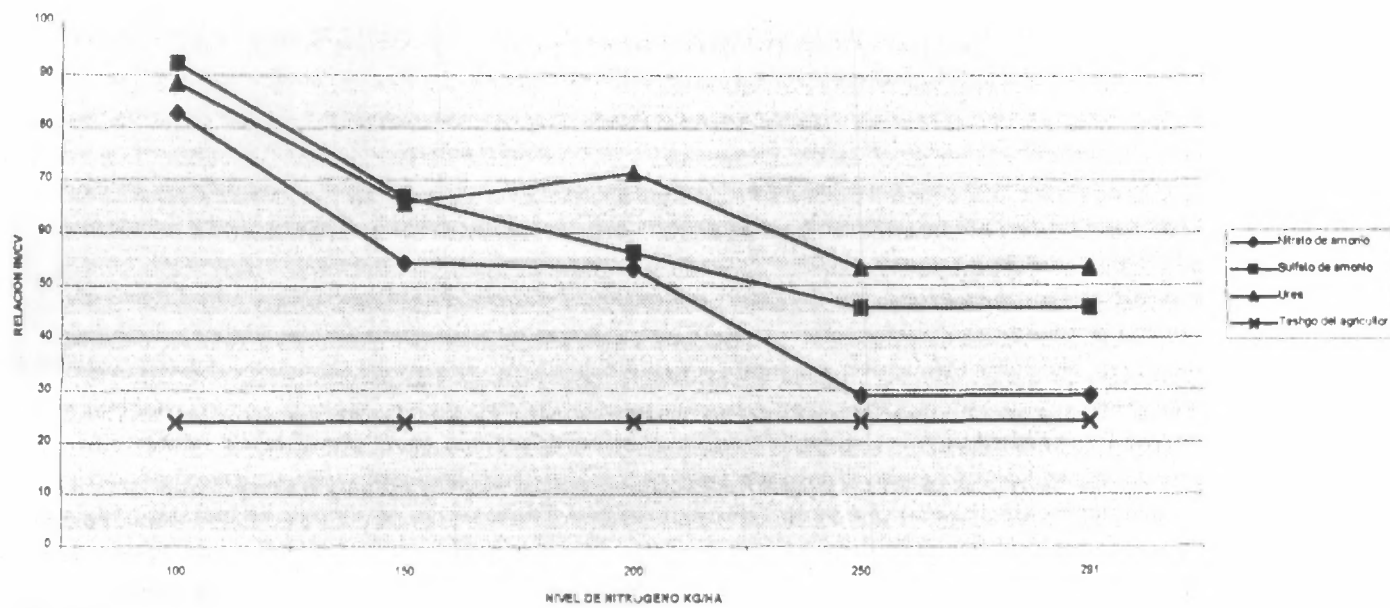
INGRESO NETO TOTAL.



DENSIDAD



RELACION BENEFICIO-COSTO





FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EFECTO DE CUATRO NIVELES Y TRES FUENTES DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA (Allium cepa L.) ASUNCION MITA, JUTIAPA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MACLOVIO ALBERTO GUEVARA PAREDES

CARNET No: 56738

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Marino Barrientos García
Ing. Agr. Ervin Maxdelio Herrera de León
Ing. Agr. Isaac Rodolfo Herrera Ibáñez

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. M.Sc. José Jesús Chonay Pantzay
A S E S O R

Inga. Agr. Ana Celena Carías Sánchez
A S E S O R

Dr. Abel Abecramán Ortiz López
DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O



cc:Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9791

e-mail: ilusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>