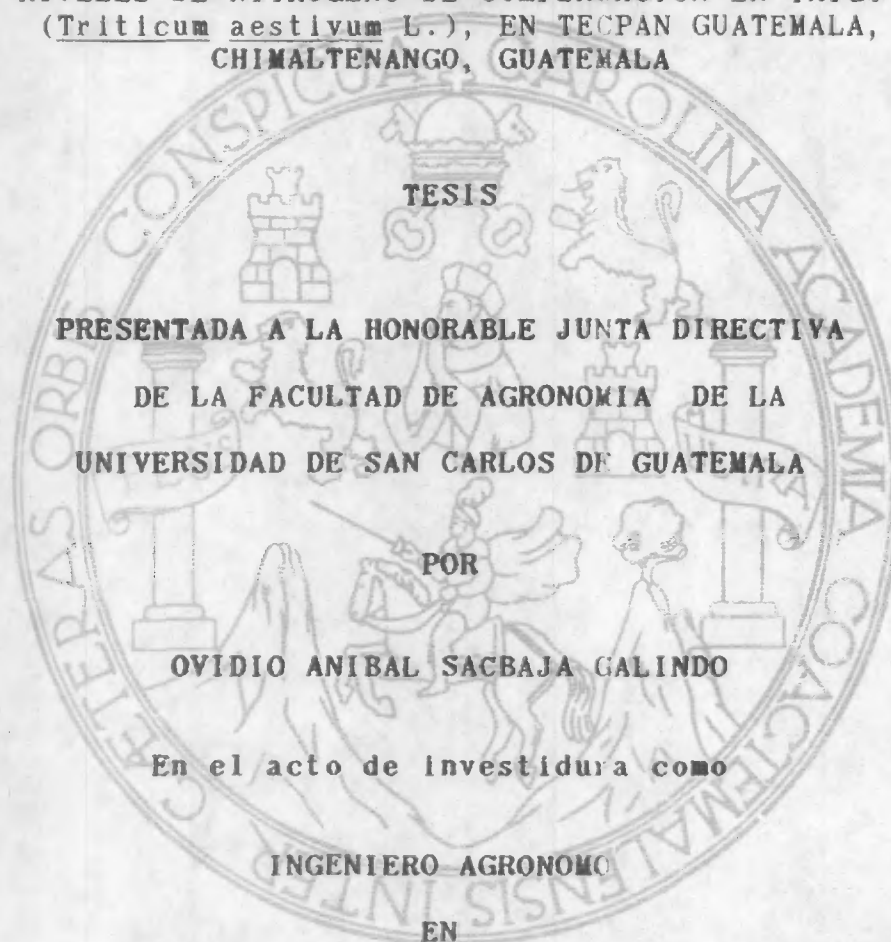


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DE TRES FUENTES DE MATERIA ORGANICA
CON DIFERENTES RELACIONES CARBONO:NITROGENO, CON CUATRO
NIVELES DE NITROGENO DE COMPENSACION EN TRIGO
(Triticum aestivum L.), EN TECPAN GUATEMALA,
CHIMALTENANGO, GUATEMALA



TESIS

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

POR

OVIDIO ANIBAL SACBAJA GALINDO

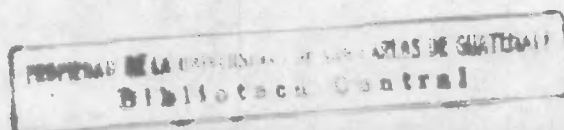
En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, septiembre de 1991



DL

01

T(1341)

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

RECTOR

DR. LUIS ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO

Ing. Agr. Efraim Medina Guerra

VOCAL PRIMERO

Ing. Agr. Maynor Estrada R.

VOCAL TERCERO

VOCAL CUARTO

P.A. Alfredo Itzep

VOCAL QUINTO

P.A. Leonel Ibarra

SECRETARIO

Ing. Agr. Marco Estrada Muy

Guatemala,
20 de septiembre de 1991.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
P r e s e n t e.

Señores Miembros:

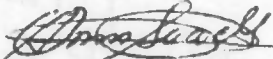
De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACION DE TRES FUENTES DE MATERIA ORGANICA
CON DIFERENTES RELACIONES CARBONO:NITROGENO, CON CUATRO
NIVELES DE NITROGENO DE COMPENSACION EN TRIGO
(Triticum aestivum L.), EN TECPAN GUATEMALA
CHIMALTENANGO, GUATEMALA**

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Se suscribe de ustedes,

Atentamente,


Ovidio Anibal Sacbaja Galindo
Carnet 53333

ACTO QUE DEDICO

A JESUCRISTO

Para quien sea la gloria y honra por siempre.

A MIS PADRES

Enrique Sacbajá A.
Elsy Galindo de Sacbajá

A MI ESPOSA

Ana Maria

A MIS HIJOS

Maria Fernanda
Ana Lucia
Anibal Josué

A MIS HERMANOS

Mario y
Alma

A MI FAMILIA Y AMIGOS

En general

TESIS QUE DEDICO

A

Mi Patria Guatemala

A

Tecpán Guatemala, Chimaltenango

A

**El Instituto Técnico de Agricultura
-ITA-**

A

**La Universidad de San Carlos de
Guatemala**

A

La Facultad de Agronomía

AL

**Instituto de Ciencia y Tecnología
Agrícolas -ICTA-**

A

**Los Técnicos del Laboratorio de Suelos
del ICTA.**

A

**Los investigadores de la Ciencia del
Suelo**

AGRADECIMIENTOS

A

Los Ingenieros José de Jesús Chonay y Salvador Castillo por su valioso apoyo en el asesoramiento del presente trabajo.

A

Los Ingenieros Marino Barrientos y Edgar Martínez Tambito por sus acertadas observaciones en la elaboración del documento final.

AL

Ingeniero Químico Mario E. Braeuner, por la transmisión de conocimientos y experiencias, los cuales han servido grandemente en mi formación profesional.

A

Los Ingenieros Luis Estrada Ligorria y Ricardo del Valle por brindarme la oportunidad de culminar mi carrera.

A

La Señorita Silvia Lucrecia Paredes por todos los esfuerzos realizados en la transcripción mecanográfica del presente trabajo.

A

P.A. Pedro Pineda por su valiosa colaboración en el Centro de Cómputo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

CONTENIDO

	vii
	PAG.
CONTENIDO GENERAL	vii
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE CUADROS	xii
RESUMEN	xiii
1. INTRODUCCION	01
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	03
3. MARCO TEORICO	04
3.1 MARCO CONCEPTUAL	04
3.1.1 Fuentes y formas de fijación de nitrógeno.	04
3.1.2 Contenido y forma de N en el suelo.	04
3.1.3 La materia orgánica en el suelo.	05
3.1.4 Mineralización de los compuestos nitrogenados de la materia orgánica.	06
3.1.5 Importancia de la relación C:N en la mineralización.	06
3.1.6 Nitrógeno de compensación	07
3.1.7 Gallinaza, valor agrícola como abono orgánico.	07
3.1.8 Estiercol de origen bovino.	08
3.1.9 Paja de trigo	08
3.2 MARCO REFERENCIAL	10
3.2.1 Localización y descripción del sitio experimental.	09

3.2.1.1	Localización	09
3.2.1.2	Características climáticas.	09
3.2.1.3	Condiciones edáficas	10
3.2.1.4	Muestreo de suelo	10
3.2.2	Antecedentes de Investigación	11
3.2.3	Características de la variedad de trigo utilizada (ICTA-Zaragoza).	12
3.2.4	Características de las fuentes orgánicas e inorgánicas de nitrógeno.	12
4.	OBJETIVOS	13
5.	HIPOTESIS	14
6.	METODOLOGIA	15
6.1	Fuentes y niveles evaluados	15
6.2	Tratamientos evaluados	15
6.3	Metodología experimental	16
6.4	Unidad Experimental	16
6.5	Manejo del experimento	16
6.5.1	Preparación del suelo.	16
6.5.2	Siembra	16
6.5.3	Incorporación de la M.O.	16
6.5.4	Fertilización	16
6.5.5	Control de malezas	17
6.5.6	Cosecha	17
6.6	Variables de respuesta	17
6.6.1	Rendimiento de grano	17

6.6.2	Peso de 100 granos de trigo	17
6.6.3	Acumulación de nitrógeno en la planta	18
6.7	Análisis de datos	18
6.8	Análisis de económico	19
7.	RESULTADOS Y DISCUSION	20
7.1	Rendimiento de grano	20
7.2	Peso de 100 granos de trigo	24
7.3	Acumulación de nitrógeno en la planta.	26
7.4	Análisis económico	33
8.	CONCLUSIONES	36
9.	RECOMENDACIONES	37
10.	BIBLIOGRAFIA	38

INDICE DE FIGURAS

		x
		PAG.
Figura 1.	Rendimiento promedio de grano de trigo en Kg/ha. de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno.	23
Figura 2.	Peso promedio de 100 granos de trigo de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno.	25
Figura 3.	Incremento acumulado de N Kg/ha. a los 30, 60 y 90 días después de la siembra por las fuentes orgánicas y N de compensación.	31

INDICE DE CUADROS

		xi
		PAG.
Cuadro 1.	Resultados del análisis químico del suelo del área experimental en Tecpán Guatemala.	10
Cuadro 2.	Características de la variedad de trigo ICTA-Zaragoza.	12
Cuadro 3.	Resultados del análisis químico de los materiales orgánicos utilizados.	12
Cuadro 4.	Fuentes, niveles y época de aplicación.	15
Cuadro 5.	Fuentes de materia orgánica, relaciones C:N, cantidad de materia orgánica y niveles de nitrógeno de compensación utilizado en Trigo, en Tecpán Guatemala.	15
Cuadro 6.	Rendimientos de grano de trigo en Kg/ha. por efecto de las relaciones C:N de los materiales orgánicos y los niveles de nitrógeno de compensación.	20
Cuadro 7.	Análisis de Varianza para el rendimiento en Kg/ha.	21
Cuadro 8.	Rendimiento promedio de trigo en Kg/ha. por efecto de las fuentes orgánicas y niveles de N.	21
Cuadro 9.	Prueba de Duncan aplicado a las medias del rendimiento en Kg/ha. de la combinación paja de trigo con los niveles de nitrógeno.	22
Cuadro 10.	Peso de 100 granos (gr.) de trigo al 14% de humedad por efecto fuentes orgánicas y niveles de N de compensación.	24

Cuadro 11.	Análisis de Varianza para el peso de 100 granos de trigo.	26
Cuadro 12.	Concentración de nitrógeno en % en la planta por efecto de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno a diferentes edades.	27
Cuadro 13.	Rendimiento de materia seca en Kg/ha. por efecto de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno a diferentes edades.	27
Cuadro 14.	Nitrógeno acumulado por la planta (Kg/ha. por efecto de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno a diferentes edades.	27
Cuadro 15.	Análisis de Varianza para la acumulación de nitrógeno en la planta (Kg/ha.) por efecto de las fuentes orgánicas, niveles de nitrógeno de compensación y edades.	28
Cuadro 16.	Comparación de medias por el método estadístico de Tukey, aplicado a la acumulación de nitrógeno en Kg/ha. de las fuentes orgánicas y edades.	29
Cuadro 17.	Incremento de nitrógeno acumulado Kg/ha. y % a los 30, 60 y 90 días después de la siembra de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno de compensación.	30
Cuadro 18.	Acumulación de nutrimentos en Kg/ha. a los 90 días después de la siembra en como efecto de las fuentes orgánicas.	32

Cuadro 19.	Acumulación de nutrimentos en Kg/ha. a los 90 días después de la siembra como efecto de la paja de trigo y niveles de N de compensación.	32
Cuadro 20.	Análisis económico de los rendimientos de trigo obtenido de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno.	34

**EVALUACION DE TRES FUENTES DE MATERIA ORGANICA
CON DIFERENTES RELACIONES CARBONO:NITROGENO, CON CUATRO
NIVELES DE NITROGENO DE COMPENSACION EN TRIGO
(Triticum aestivum L.), EN TECPAN GUATEMALA
CHIMALTENANGO, GUATEMALA**

**EVALUATION OF THREE FOUNTS OF ORGANIC MATTER
WITH DIFFERENT CARBON:NITROGEN RELATIONS, WITH FOUR
LEVELS OF COMPENSATION NITROGEN IN WHEAT
(Triticum aestivum L.), IN TECPAN GUATEMALA
CHIMALTENANGO, GUATEMALA**

RESUMEN

Cuando se utilizan materiales orgánicos como fuente de nutrimentos para los cultivos, con relaciones carbono:nitrógeno mayores de 30:1 se hace necesario aplicar nitrógeno de compensación para acelerar la mineralización de los materiales orgánicos por parte de los microorganismos, repercutiendo en una disponibilidad más rápida de los nutrimentos. El presente trabajo se realizó bajo condiciones de época lluviosa (agosto a diciembre de 1989) en la localidad de Tecpán Guatemala, Chimaltenango, en la serie de suelos Tecpán.

Las fuentes orgánicas evaluadas fueron: gallinaza con una relación C:N 6:1, estiércol bovino C:N 23:1 y paja de trigo C:N 63:1 y los niveles de nitrógeno de compensación, 0, 50, 100 y 150 Kq/ha. en el cultivo de trigo variedad ICTA-Zaragoza.

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con un arreglo combinatorio de 4 x 4 con tres repeticiones, las variables de respuesta fueron, rendimiento de grano de trigo, peso de 100 granos y acumulación de nitrógeno a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

Los resultados indican que para las fuentes orgánicas, gallinaza y estiércol de bovino no es necesario aplicar nitrógeno de compensación, los rendimientos obtenidos fueron de 4504 Kq/ha. y 3630 Kq/ha. respectivamente. Para la fuente orgánica paja de trigo con relación C:N de 63:1 es necesario aplicar 100 Kq N/ha. de compensación, el rendimiento que se obtuvo fue de 4076 Kh/ha. La cantidad de nitrógeno acumulado por la planta de trigo a los 30, 60 y 90 días después de la siembra difiere para cada fuente orgánica, aportando la mayor cantidad la gallinaza seguida por el estiércol bovino y por último la paja de trigo, la mayor acumulación de N se da entre los 30 y 60 días después de la siembra.

El tratamiento que reportó la Tasa Marginal de Retorno al Capital fue cuando se utilizó la fuente orgánica paja de trigo más 100 Kq/ha. de compensación, T.M.R.C. Q. 2.89 seguida por el estiércol bovino y la gallinaza, con tasa de Q.1.27 y Q. 1.10 respectivamente.

1. INTRODUCCION

A causa del incremento elevado que se ha dado en los últimos años en el costo de los fertilizantes químicos, los agricultores del país han sido afectados, especialmente el pequeño y mediano agricultor que se dedica a la producción de granos básicos: maíz, frijol, arroz y trigo. Esta situación ha obligado al agricultor a la búsqueda de nuevas fuentes y ha utilizar materiales orgánicos como fuentes de nutrimentos para sus cultivos; tales como: residuos de cosechas, abonos verdes, excretas de animales, residuos de fábricas.

Tal es el caso de varias comunidades agrícolas del altiplano occidental del país, que desde hace varios años utilizan la gallinaza como principal fuente de nutrimentos para sus cultivos, adicionando pequeñas cantidades de fertilizante químico, obteniendo de esta manera rendimientos satisfactorios a un menor costo.

Se han realizado investigaciones en maíz, frijol y hortalizas evaluando diferentes materiales orgánicos como fuente de nutrimentos, combinándolos con fertilizantes químicos, determinando los niveles con respecto al rendimiento. Sin embargo, no existe información donde se tome en cuenta la relación C:N de dichos materiales orgánicos ni el nivel de nitrógeno de compensación necesario para que se dé un mejor aprovechamiento del mismo y, por consiguiente, un uso eficiente de la materia orgánica.

En el presente estudio se evaluaron cuatro niveles de N de compensación 0, 50, 100, 150 Kq/ha. en cada una de tres fuentes de abono

orgánico en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.). Se utilizaron como fuentes orgánicas la gallinaza con una relación C:N 6:1, estiércol bovino con una relación C:N 24:1 y paja de trigo con relación C:N 63:1. Dicho estudio se efectuó en el municipio de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango, durante los meses de agosto a diciembre de 1989.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En nuestro medio, no existe información sobre las relaciones carbono:nitrógeno de los materiales orgánicos que se utilizan como fuente de nutrimentos para los cultivos, pues varía la composición de los mismos debido a su origen y manejo

Esta relación es básica, ya que de ella depende, en gran manera, que se lleve a cabo en forma rápida y eficiente la mineralización de los materiales orgánicos y, como consecuencia, el aporte de los nutrimentos a las plantas; por lo que se hace necesario determinar la cantidad de nitrógeno de compensación a aplicar a cada relación C:N de los materiales orgánicos.

3. MARCO TEORICO

3.1 Marco conceptual:

3.1.1 Fuente y formas de fijación del nitrógeno:

La fuente de nitrógeno utilizado por las plantas es el gas inerte N_2 que constituye aproximadamente el 78% de la atmósfera terrestre (19), los procesos principales por los que el nitrógeno es convertido a formas utilizables por las plantas superiores son las siguientes (1, 19):

- a. Fijación por *Rhizobium* y otros microorganismos que viven simbióticamente en las raíces de las leguminosas y otras determinadas plantas no leguminosas.
- b. Fijación por microorganismos que viven libremente en el suelo.
- c. Fijación por cargas eléctricas atmosféricas en forma de óxidos de nitrógeno.
- d. Fijación como NO_3 o CN_2 por alguno de los procesos industriales de la fabricación de los fertilizantes nitrogenados.

3.1.2 Contenido y forma de N en el suelo:

El contenido de nitrógeno en el suelo es muy variable, encontrándose desde 0.02% a 0.4%, como en los suelos desérticos y semidesérticos, aunque en casos extremos como en los suelos ricos en M.O. pueden llegar hasta 2%; estas cantidades están controladas especialmente por el clima y la vegetación (8).

Diaz Romeu y Balerdi, citados por Fassbender (8), reportaron para los suelos de América Central contenidos de 0.1 a 0.4% de nitrógeno.

Las formas de nitrógeno presentes en el suelo se dividen de la manera siguiente:



El nitrógeno orgánico se encuentra en forma de aminoácidos, azúcares y constituye el 85 - 95% del nitrógeno total del suelo (8); y las formas inorgánicas constituyen el 2% del total de N del suelo y se presentan en forma de N_2O , NO , NO_2 , NH_3 en formas mínimas y $(NH_4)^+$, NO_2^- , NO_3^- .

3.1.3 La materia orgánica en el suelo:

La M.O. es definida, por la Soil Society of America como la "fracción orgánica del suelo que incluye residuos vegetales y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del suelo" (4).

La M.O. juega un papel importante en los procesos químicos e influye sobre sus características físicas (8). Allinson citado por Bornemisza, (4) argumenta que es el centro de casi toda la actividad biológica en el mismo, incluyendo la microflora y hasta el sistema de raíces de plantas superiores.

Entre los procesos químicos en que interviene la M.O. están (4,8):

- a. Suministro de elementos nutritivos por la mineralización, en particular la liberación de nitrógeno, fósforo, azufre y micronutrientes disponibles para las plantas.
- b. Estabilización de la reacción del suelo por su poder amortiguador.
- c. Aumento de la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

d. Regulación de los niveles de disponibilidad de los nutrimentos principales y elementos menores, formando sustancias orgánicas solubles.

3.1.4 Mineralización de los compuestos nitrogenados de la materia orgánica:

Las transformaciones más importantes en los procesos de mineralización y huminificación son de naturaleza bioquímica (8) después de la destrucción mecánica y física de los restos vegetales y animales se produce el ataque por microorganismos que a base de jugos digestivos y enzimas llevan la destrucción de los compuestos orgánicos y la liberación de los minerales (8).

La mineralización de los compuestos nitrogenados orgánicos se llevan a cabo en tres etapas esenciales:

- a. Aminización,
- b. Amonificación y
- c. Nitrificación.

Las dos primeras etapas se producen a través de organismos heterótrofos y la tercera etapa por bacterias autótrofas (19). Estos procesos dependen de la disponibilidad relativa del material alimenticio, carbono y nitrógeno para los organismos; si el nitrógeno se encuentra en cantidades adecuadas el nitrógeno se mineraliza, si al contrario se encuentra demasiado material carbonoso el nitrógeno se inmovilizará.

3.1.5 Importancia de la relación C:N en la mineralización:

La proporción del porcentaje de Carbono respecto al Nitrógeno se

denomina Relación Carbono:Nitrógeno, la que define las cantidades relativas de estos elementos en la M.O.

Tisdale (19), menciona que la relación C:N de la materia orgánica estable en el suelo es de aproximadamente 10:1 y que cuando esta relación es mayor de 30 existe una inmovilización de N durante el proceso de descomposición inicial, para las relaciones 20:1 a 30:1 puede que no se de la inmovilización ni liberación mineral de N.

Mientras Iritani y Arnold (1960), citados por Black (2), encontraron que los valores críticos en la relación C:N oscilaban entre 15:1 y 33:1.

Allison y Sterlin (1949) citados por Black (2), reportaron valores críticos de C:N de 22:1, valores inferiores a 22 estaban asociados a recuperación positiva y valores superiores a 22 eran negativos.

3.1.6 Nitrógeno de compensación:

Es la cantidad de nitrógeno que se adiciona a los materiales orgánicos con alta relación Carbono:Nitrógeno, para reducir el tiempo de mineralización e inmovilización (3).

Kickl (1962) citado por Boquslawski et al (3), realizó ensayos a nivel de laboratorio en avena y observó que al abonar con paja, el nitrógeno se fijaba en un 15% y determinó que se debía a la alta relación C:N, por lo que concluyó que era necesario aplicar nitrógeno, con el objeto de reducir la relación C:N y acelerar la mineralización de la materia orgánica.

3.1.7 Gallinaza, valor agrícola como abono orgánico:

Considerando el alto valor nutritivo de los ingredientes usados en la formulación de dietas para aves, se puede esperar que la gallinaza,

producto resultante de la acumulación de excretas, plumas y alimento sobre un material usado como cama, contenga un alto valor potencial, en especial de nitrógeno, aunque el 50% de este elemento está en forma no proteínica del cual el ácido úrico forma alrededor del 50% (9).

El contenido de nutrimentos de una buena gallinaza es de 2% N, 2% P_2O_5 y 1% K_2O , de tal manera que al incorporar cinco toneladas a una hectárea equivale a aplicar 10 qq de la fórmula 20-20-10 de N-P-K.

Pérez (14), al evaluar gallinaza concluyó que ésta tiene un efecto positivo sobre la producción de materia seca en sorgo al disminuir la fijación de P.

3.1.8 Estiercol de origen bovino:

El valor del estiércol como fertilizante está en su contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, esenciales para la nutrición vegetal.

Teuscher et al (17), reporta los siguientes valores promedios de la composición mineral de estiércol bovino: 0.55% N, 0.25% P_2O_5 , 0.60% K_2O , 0.80% CaO, 0.020% MgO. Además, menciona que estos valores están sujetos a cambiar, al variar cualquiera de los factores siguientes: raza, edad, estado de salud, tipo de alimento que consumen.

3.1.9 Paja de trigo:

La aplicación de la paja como abono no es una cuestión actual, ya que desde hace tiempo se ha venido incorporando a los terrenos (3).

Boquslawski et al (3), al citar a Burge (1819), manifestó que no hay que subestimar la importancia de los rastros para la fertilidad del

suelo y en especial su aporte de materia orgánica. Un requisito indispensable para fertilizar con paja es conocer su procedencia, clase, cantidad y calidad.

Boquslawski et al (3), reporta valores promedios de la composición mineral de la paja de trique de invierno: 0.40% N, 1.0% K, 0.08% P, 0.08% Mg, 0.20% Ca, 0.02% Na, con una relación C:N de 80:1, lo que hace difícil su descomposición.

Para una mejor mezcla de la paja con el suelo, ésta debe aplicarse en trozos de 5 a 10 cm. de largo, acelerando de esta manera su descomposición.

3.2 Marco referencial:

3.2.1 Localización y descripción del sitio experimental:

3.2.1.1 Localización:

El estudio experimental se realizó en la localidad de Tecpán, Guatemala, departamento de Chimaltenango. Geográficamente se ubica a 14° 45'37" latitud norte y 90° 59'30" longitud oeste del meridiano de Greenwich. Dista a 90 km. de la ciudad capital y a una altura de 2286 m.s.m.m. (11).

3.2.1.2 Características climáticas:

Según De la Cruz (5), esta área está clasificada como zona de vida bosque húmedo bajo subtropical, con una temperatura máxima promedio anual de 22° C y una mínima promedio anual de 7° C. La precipitación pluvial media anual es de 982 mm.

3.2.1.3 Condiciones edáficas:

Según Simmons et al (16), el área experimental pertenece a la serie de suelos Tecpán, sus principales características son: profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica blanca, porosa y de grano relativamente fino. El suelo superficial a una profundidad cerca de 40 cm. es franco arcilloso arenoso de color café a café claro. La reacción es de mediana a ligeramente ácida, con un pH alrededor de 6.0. Según Simmons et al (16), los factores que limitan su producción son el bajo contenido de M.O. y de Nitrógeno.

3.2.1.4 Muestreo de suelos:

La muestra representativa del área experimental se colectó en base a la técnica propuesta por Fitts (20).

En el Cuadro 1, se detallan los resultados analíticos del suelo del área experimental.

Cuadro 1. Resultados del análisis químico del suelo del área experimental en Tecpán Guatemala.

pH	%				ug/ml		meq/100 ml				Ca+Mg
	N	M.O.	CO	C:N	P	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Mg/K	K
5.5	0.13	4.36	2.53	19:1	28.96	353	4.98	0.60	7.21	0.75	6.3

Fuente: Laboratorio de Suelos, ICTA.

De acuerdo con los niveles críticos de P y K establecidos por el Programa de Nutrición Vegetal del ICTA, para Trique 1974 (10), los valores reportados para P y K se encuentran por encima de los niveles establecidos, por lo que se recomendó aplicar únicamente nitrógeno. El

pH se encuentra en la escala acidez mediana, la relación Ca/Mg está dentro de los rangos aceptables.

La relación Mg/K, se encuentra en desequilibrio, lo que hizo necesario hacer aplicaciones de Mg al follaje para prevenir una deficiencia.

3.2.2 Antecedentes de investigación:

Investigadores del Programa de Nutrición Vegetal del ICTA (10), al evaluar la respuesta de trigo a la fertilidad con N, P y K en varias localidades del altiplano, encontraron efecto positivo a la aplicación de nitrógeno, con una tasa de respuesta de 13.5 Kq de trigo producido por Kq de Nitrógeno aplicado, el rendimiento máximo estable, fue de 1892 Kq/ha. con la aplicación de 71 Kq N/ha.

Además, evaluaron el efecto de abonamiento con niveles crecientes de gallinaza sobre los rendimientos de trigo, en Chimaltenango, concluyendo que la gallinaza muestra una interacción positiva con la aplicación de nitrógeno. El requerimiento de gallinaza, en ausencia de N para alcanzar el máximo rendimiento estable 2472 Kq/ha. fue de 4800 Kq/ha. en presencia de 40 Kq N/ha. se necesitaron 3200 Kq de gallinaza/ha., para 80 Kq N/ha y 120 Kq N/ha., se requirieron 2255 Kq de gallinaza/ha.

Estrada (7), recomienda aplicar 83.3 Kq N/ha. para el cultivo de trigo en el valle de Chimaltenango.

Ortiz (13), concluyó que 150 Kq N/ha. provoca un efecto detrimental en trigo, el que se traduce a un crecimiento vegetativo, disminuyendo el rendimiento.

3.2.3 Características de la variedad de triigo utilizada (ICTA-Zaragoza):

En el Cuadro 2, se resumen las características principales de la variedad.

Cuadro 2. Características de la variedad de Triigo ICTA-Zaragoza.

Color	Altura	Días Floración	Días Maduración	Resistencia	Rendimiento
Rojo	75 cm.	59	120	Septoria Roya Fusarium	3898 Kq/ha

Fuente: Folleto Técnico No. 13, ICTA.

3.2.4 Características de las fuentes orgánicas e inorgánicas de nitrógeno:

Los materiales orgánicos que se utilizaron en la evaluación fueron: gallinaza, estiércol bovino, paja de triigo y como fuente de nitrógeno inorgánico Urea al 46%.

En el Cuadro 3, se detallan las características químicas de los materiales orgánicos que se utilizaron:

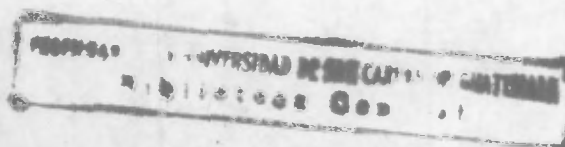
Cuadro 3. Resultados del análisis químico de los materiales orgánicos evaluados.

Fuente	H.O.	C.O.	N	C:N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Gallinaza	18.46	10.71	1.82	6:1	0.55	1.98	6.45	3.14
Est. Bovino	13.98	8.10	0.34	24:1	0.60	0.77	0.45	0.14
Paja detriigo	86.49	50.17	0.80	63:1	0.36	0.99	1.72	0.67

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía-USAC

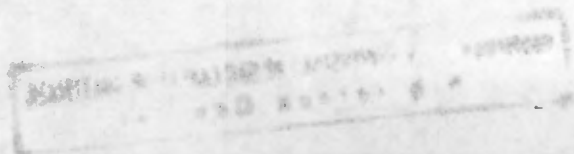
4. OBJETIVOS

- 4.1 Determinar el nivel de nitrógeno de compensación adecuado para cada relación C:N de las fuentes orgánicas en trigo (*Triticum aestivum* L.).
- 4.2 Determinar la cantidad de nitrógeno acumulado en el cultivo a los 30, 60, 90 días en cada una de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno en estudio.
- 4.3 Determinar el tratamiento que presente la mayor Tasa Marginal de Retorno al Capital.



5. HIPOTESIS

- 5.1 Las relaciones C:N de los tres materiales orgánicos evaluados en trigo (*Triticum aestivum* L.) requieren un mismo nivel de N de compensación.
- 5.2 El nitrógeno acumulado en la planta de trigo a los 30, 60, y 90 días después de la siembra será estadísticamente igual para cada edad, al utilizar las relaciones C:N de las fuentes orgánicas y los niveles de nitrógeno de compensación.



6. METODOLOGIA

6.1 Fuentes y niveles evaluados:

En el Cuadro 4, se presenta las fuentes y niveles evaluados así como la época de aplicación.

Cuadro 4. Fuente, niveles y época de aplicación.

Fuente	C/N	Niveles	Epoca de aplicación
Gallinaza	6:1	5000 Kq/ha.	M.S. *
Est. Bovino	23:1	5000 Kq/ha.	M.S.
Paja trigo	63:1	5000 Kq/ha.	M.S.
Urea (46% N)	-	0-50-100-150	50% M.S. y 50% D.S. **

* M.S. = Momento de la siembra.

** D.S. = 35 días después de la siembra.

6.2 Tratamientos evaluados:

En el Cuadro 5, se presentan los tratamientos evaluados.

Cuadro 5. Fuentes de materia orgánica, relaciones C:N, cantidad de materia orgánica y niveles de nitrógeno de compensación utilizado en trigo, en Tecpán Guatemala.

Tratamiento	Fuente	C:N	Kg M.O./ha.	Kg N/ha.
1	Gallinaza	6:1	5000	0
2	Est. Bovino	24:1	5000	0
3	Paja trigo	63:1	5000	0
4	Testigo	0	0	0
5	Gallinaza	6:1	5000	50
6	Est. Bovino	24:1	5000	50
7	Paja trigo	63:1	5000	50
8	Urea	0	0	50
9	Gallinaza	6:1	5000	100
10	Est. Bovino	24:1	5000	100
11	Paja trigo	63:1	5000	100
12	Urea	0	0	100
13	Gallinaza	6:1	5000	150
14	Est. Bovino	24:1	5000	150
15	Paja trigo	63:1	5000	150
16	Urea	0	0	150

6.3 Metodología experimental:

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con un arreglo combinatorio 4 x 4 con 3 repeticiones.

6.4 Unidad experimental:

Parcela bruta	=	6 metros x 2	metros =	12 m ²
Parcela neta	=	5 metros x 1.20	metros =	6 m ²
Area total del ensayo			=	790 m ²

6.5 Manejo del experimento:

6.5.1 Preparación del suelo:

Se efectuó mecánicamente, pasando una vez el arado de discos a una profundidad de 25 cm. y seguidamente se realizó un paso de rastra, dejando el suelo libre de terrones, a manera de proporcionarle una cama adecuada a la semilla, además, se le aplicó un insecticida al suelo con el objeto de prevenir un ataque de insectos.

6.5.2 Siembra:

La siembra se realizó al chorro, en surcos a una distancia de 20 cm. y a una profundidad de 3 a 8 cm. se aplicó el equivalente a 129.0 Kg de semilla/ha.

6.5.3 Incorporación de la M.O.:

La Materia Orgánica se incorporó en forma puntual debajo de la semilla a una profundidad de 10 cm., luego se aplicó una capa de suelo para evitar el contacto directo con la semilla.

6.5.4 Fertilización:

La fertilización orgánica se efectuó al momento de la siembra aplicando el 100% de las dosis establecidas.

En cuanto a la fertilización química se llevó a cabo en dos periodos, de la manera siguiente:

- a. 50% se aplicó al momento de la siembra, mezclándola con el abono orgánico y
- b. 50% se aplicó a los 35 días de la siembra.

Para prevenir una deficiencia de magnesio se efectuaron dos fertilizaciones foliares a los 30 y 60 días después de la siembra.

6.5.5 Control de malezas:

El control de malezas se realizó aplicando 2-4 D Amina 30 días después de la siembra.

6.5.6 Cosecha:

La cosecha se hizo manualmente con hoz para su corte, amarrando los manojos y etiquetando para identificar la parcela neta, luego se trilló en forma individual.

6.6 Variables de respuesta:

6.6.1 Rendimiento de grano:

Se obtuvo el rendimiento de grano de cada parcela neta, se determinó el contenido de humedad y se corrigió el peso al 14% de humedad.

6.6.2 Peso de 100 granos de trigo:

Se tomaron 100 granos de trigo al azar de cada tratamiento y se determinó el peso en gramos.

6.6.3 Acumulación de nitrógeno:

Se muestreó a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, tomando las plantas que ocupaban un metro lineal de cada parcela.

Se determinó materia seca y se unió el material de las tres repeticiones para obtener una muestra compuesta por tratamiento, a la que se determinó el contenido de nitrógeno por el método semi-micro kjeldahl descrito por Jackson (12), el cual sirvió para cuantificar la acumulación de nitrógeno.

6.7 Análisis de datos:

Para medir el efecto de los tratamientos sobre las variables de: Rendimiento, peso de 100 granos y acumulación de nitrógeno, se realizó el análisis de Varianza a un nivel de significancia de 0.05 y comparación múltiple de medias por medio de la prueba de Duncan y Tukey al 5%.

El modelo estadístico lineal utilizado por las variables de rendimiento de grano y acumulación de N fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + R_k + E_{ijk} ;$$

en donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta.

μ = Media general

A_i = Efecto de la i...ésima Nivel de Nitrógeno

B_j = Efecto de la j...ésima Relación C:N

AB_{ij} = Interacción entre el Nivel de N y la Relación C:N

R_k = Efecto de la K...ésima bloque

E_{ijk} = Error experimental.

Para la acumulación de nitrógeno en las diferentes edades se utilizó el modelo estadístico lineal siguiente:

$$Y_{ijk} = u + P_i + P_j + N_j + F_{Pij} + F_{Nik} + F_{PNjk} + E_{ijk};$$

en donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta.

u = Media general.

P_i = Efecto de la $i...$ ésima Relación C:N

P_j = Efecto de la $j...$ ésima Edad

N_k = Efecto del $k...$ ésimo Nivele de N de compensación

F_{Pij} = Interacción entre las Relaciones C:N y Periodos

F_{Nik} = Interacción entre las Relaciones C:N y Niveles de Nitrógeno

F_{PNjk} = Interacción entre los Periodos y Niveles de Nitrógeno.

E_{ijk} = Error experimental.

6.8 Análisis de económico:

Se determinó por medio del cálculo de la tasa Marginal de Retorno al Capital descrita por Perrin et al (15)

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Rendimiento de grano:

Los datos generales del rendimiento de grano expresados en Kq/ha. para cada uno de los tratamientos y repeticiones se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Rendimientos de grano de trigo en Kq/ha. por efecto de las relaciones C:N de los materiales orgánicos y los niveles de nitrógeno de compensación

Tratamiento No.	Fuentes de N	C:N	Kg N/ha.	I	II	III
1	T Gallinaza	6:1	0	4523	4306	4200
2	Est. Bovino	24:1	0	3805	3733	3447
3	Paja de trigo	63:1	0	2561	1795	1795
4	Testigo	0	0	1771	3709	2752
5	Gallinaza	6:1	50	4403	4882	3900
6	Est. Bovino	24:1	50	2489	4212	4020
7	Paja de trigo	63:1	50	2297	2680	2082
8	Urea	0	50	2823	2991	2656
9	Gallinaza	6:1	100	3446	4977	4786
10	Est. Bovino	24:1	100	3949	3829	3183
11	Paja de trigo	63:1	100	5361	3350	3518
12	Urea	0	100	2154	2632	1867
13	Gallinaza	6:1	150	4523	7084	3015
14	Est. Bovino	24:1	150	3039	4403	3446
15	Paja de trigo	63:1	150	4403	3829	3231
16	Urea	0	150	3422	2596	1771

Cuadro 7. Analisis de Varianza para el rendimiento de grano en Kg/ha.

F.V.	G.L.	C.M.	F	
Bloque	2	2018737	3.58	N.S.
Nitrogeno	3	743809	1.32	N.S.
C:N	3	8065779	14.31	**
Nitrógeno x C:N	9	930992	1.65	N.S.
Error	30			
Total	47			

C.V. = 21.74%

De acuerdo con el ANDEVA presentado en el Cuadro 7, se pudo determinar que existe diferencia significativa entre las relaciones C:N de las fuentes orgánicas, no así, para los niveles de nitrógeno ni para la interacción entre los factores.

Cuadro 8. Rendimiento promedio de trigo en Kg/ha. por efecto de las fuentes orgánicas y niveles de N.

Fuente de Nutrimiento	C:N	N Kg/ha.				Promedio de las Fuentes
		0	50	100	150	
Gallinaza	6:1	4343	4395	4403	4874	4509
Estiercol bovino	23:1	3662	3574	3654	3629	3630
Paja de trigo	63:1	2050	2353	4076	3821	3075
Urea 46-0-0	-	2744	2823	2218	2596	2595
Promedio de los Niveles		3200	3286	3588	3730	3451

De acuerdo con el Cuadro 8, la relación C:N 6:1 de la gallinaza combinada con los niveles de nitrógeno, produjo los promedios de rendimientos más altos, no encontrándose diferencia significativa entre los mismos, es decir, que el nitrógeno aplicado no influyó sobre el

rendimiento y que el aportado por la gallinaza más el existente en el suelo, llenaron el requerimiento del cultivo, esto se ve de muestra con el tratamiento donde se aplicó únicamente gallinaza. La relación C:N 23:1 del estiércol bovino, manifestó un comportamiento similar al de la gallinaza en relación a los niveles de nitrógeno aplicado, aunque el rendimiento promedio fue inferior en un 20%, respecto a la gallinaza.

El comportamiento de la relación C:N 63:1 correspondiente a la paja de trigo con respecto a los niveles de nitrógeno aplicados fue diferente a las otras relaciones C:N como se observa en el Cuadro 8, y la Figura 1. Se obtuvo un incremento en el rendimiento de 49.71% al aplicar 100 Kg N/ha. con respecto al tratamiento donde sólo se aplicó paja de trigo, lo que motivó a efectuar la prueba de Duncan a los promedios de rendimiento de los tratamientos evaluados, los cuales se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Prueba de Duncan aplicado a las medias del rendimiento en Kg/ha. de la combinación paja de trigo con los niveles de nitrógeno.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha.	0.01
Paja de Trigo + 100 Kg/ha. N	4076.3	a
Paja de Trigo + 150 Kg/ha. N	3821.0	a
Paja de Trigo + 50 Kg/ha. N	2353.0	b
Paja de Trigo --	2050.3	b

Los resultados indican que si existen diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno a una significancia de 0.01 obteniéndose el mejor tratamiento cuando se aplicó 100 Kg N/ha., es decir, que cuando se utiliza paja de trigo con una relación de 63:1 es necesario aplicar nitrógeno de compensación a razón de 100 Kg N/ha.

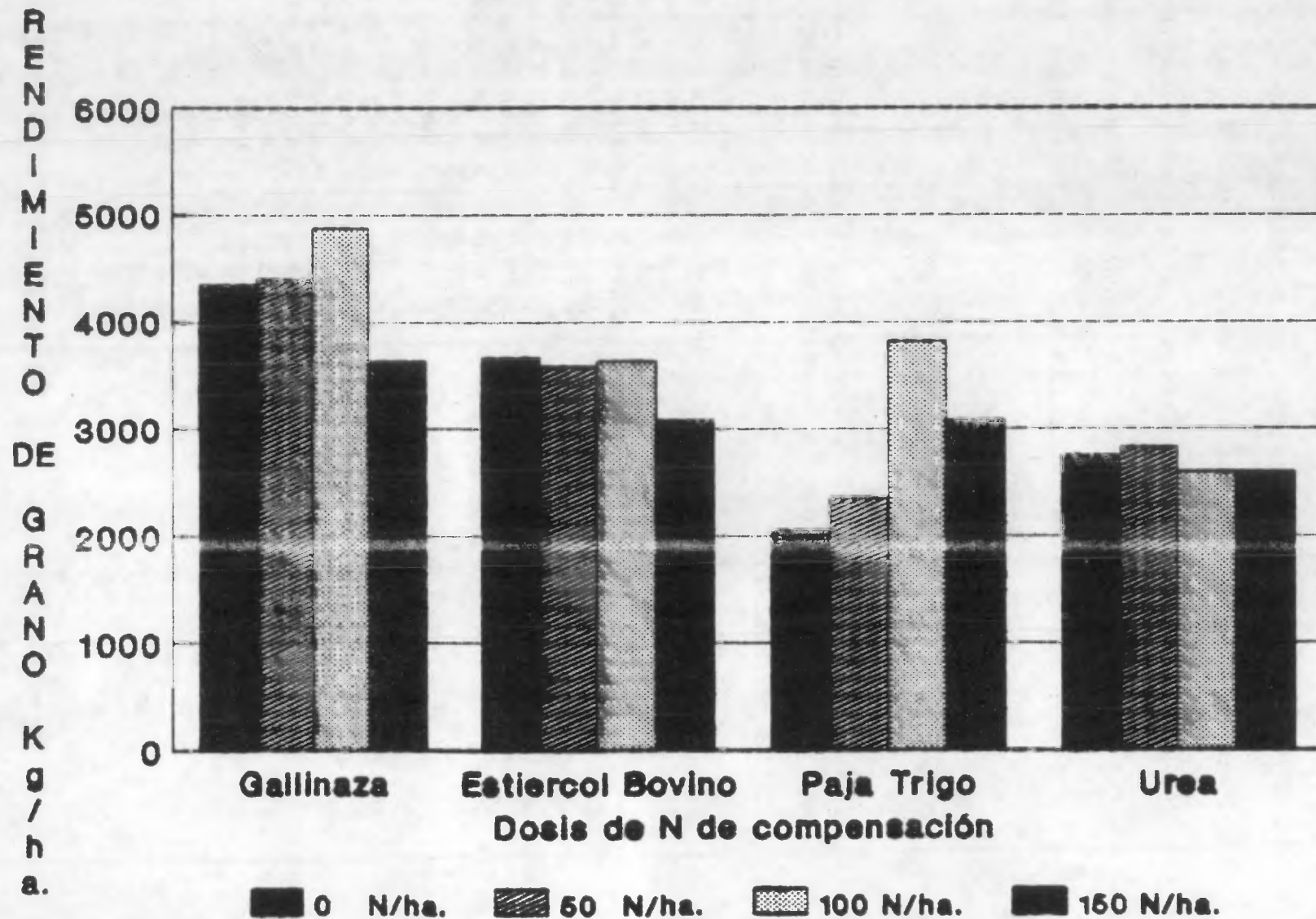


Figura _1. Rendimiento promedio de grano de trigo en Kg/ha. de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno

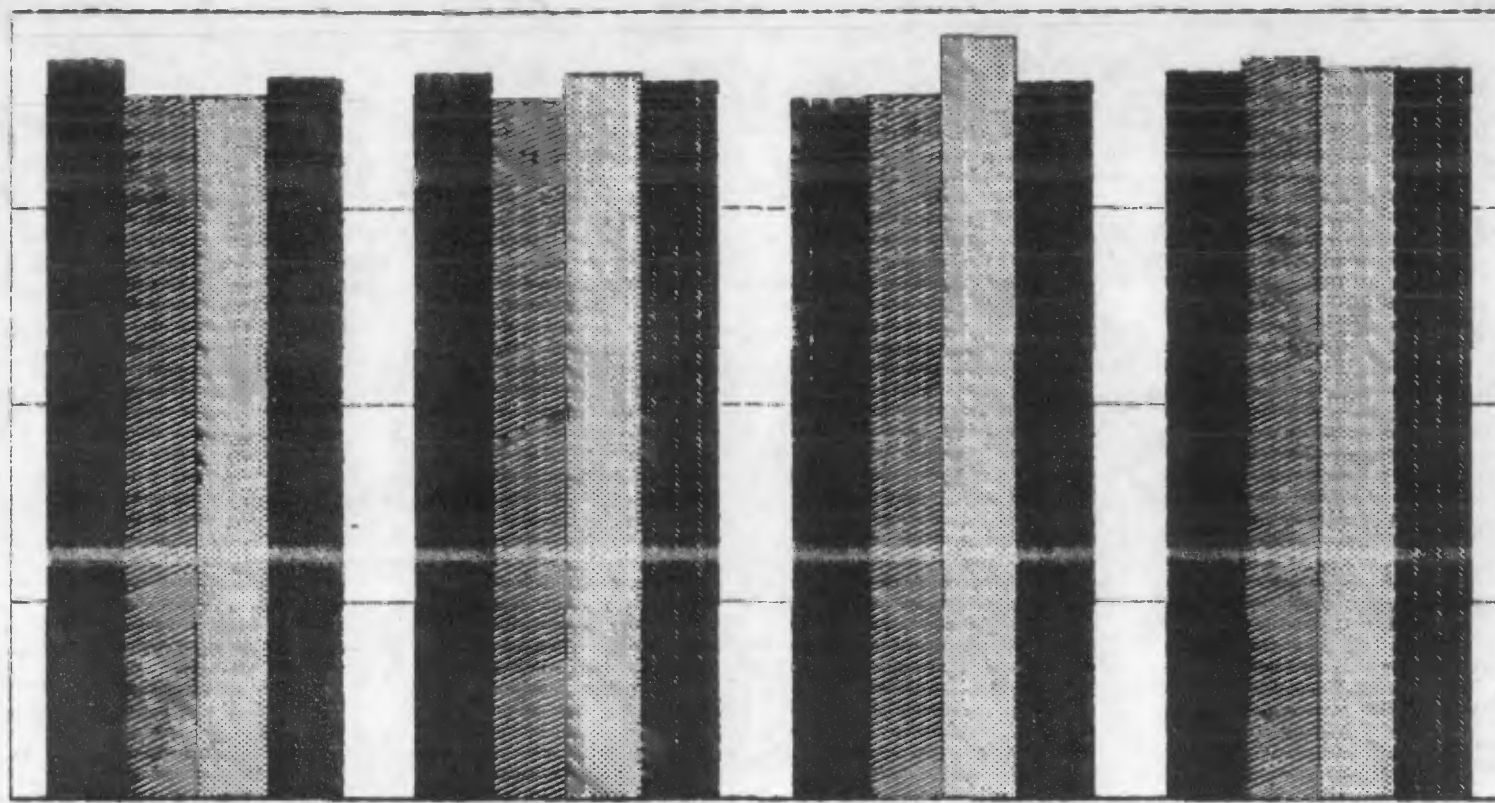
Para los tratamientos donde se aplicó únicamente la fuente inorgánica de N, no se encontró respuesta al nitrógeno, el rendimiento promedio fue de 2595 Kg/ha., es decir un 42% más bajo que el de la gallinaza, rendimiento muy similar al reportado por Palencia (10), en Chimaltenango en donde al aplicar 80 Kg N/ha. y 120 Kg N/ha. obtuvo rendimientos de 2524 Kg/ha. y 2426 Kg/ha. respectivamente, sin que las diferencias fueran significativas.

7.2 Peso de 100 granos de trigo:

Cuadro 10. Peso de 100 granos (gr.) de trigo al 14% de humedad por el efecto de fuentes orgánica y niveles de N de compensación.

No.	Fuente	N Kg/ha	I	II	III	X
1	Gallinaza	0	3.7792	3.6525	3.8097	3.7471
2	E. Bovino	0	4.1702	3.4460	3.4269	3.6810
3	Paja de Trigo	0	3.4670	3.3822	3.7979	3.5490
4	Testigo Absoluto	0	3.8280	3.9282	3.3000	3.6854
5	Gallinaza	50	3.5238	3.6225	3.5302	3.5588
6	E. Bovino	50	3.6531	3.7597	3.2300	3.5476
7	Paja de Trigo	50	3.6473	3.5658	3.4844	3.5658
8	Urea	50	3.6410	3.8036	3.8380	3.7608
9	Gallinaza	100	3.5263	3.5440	3.6053	3.5585
10	E. Bovino	100	3.5608	3.7313	3.7413	3.6778
11	Paja de Trigo	100	3.8297	3.7966	3.9858	3.8707
12	Urea	100	3.8200	3.6632	3.6250	3.7027
13	Gallinaza	150	3.7160	3.7937	3.7454	3.7517
14	E. Bovino	150	3.6668	3.5724	3.5768	3.6053
15	Paja de Trigo	150	3.4777	3.5297	3.6450	3.5508
16	Urea	150	3.6483	3.5029	3.8902	3.6805

P
E
S
O
D
E
1
0
0
G
R
A
N
O
S
0



Gallinaza 6:1

E. Bovino 23:1

Paja Trigo 63:1

Urea

Fuentes



0 N/ha.



50 N/ha.



100 N/ha.



150 N/ha.

Figura 2. Peso promedio de 100 granos de trigo de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno Kg/ha.

Cuadro 11. Análisis de Varianza para el peso de 100 granos de triquo.

Fuente de Variación	G.L.	C.M.	F
Bloque	2	0.010	0.291 N.S.
Nitrógeno	3	0.018	0.531 N.S.
C:N	3	0.016	0.451 N.S.
Nitrógeno x C:N	9	0.036	1.048 N.S.
Error	30		
Total	47		

C. V. = 5.09%

El análisis de Varianza indica que no existe diferencia significativa en ninguna de las fuentes de interés, es decir, que no influyen en el peso del grano de triquo ninguno de los factores estudiados ni su interacción.

7.3 Acumulación de Nitrógeno:

En el Cuadro 12, se presenta la concentración de nitrógeno determinada en el tejido de la planta de triquo como efecto de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Se observa que el porcentaje de nitrógeno es similar en todos los tratamientos para una misma edad, y disminuye a medida que aumenta la edad a causa del efecto de dilución por el aumento de producción de biomasa.

En el Cuadro 13, se presenta la producción de materia seca para cada fuente orgánica y niveles de nitrógeno a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Los resultados muestran un comportamiento similar al del rendimiento (Cuadro 8), en donde la mayor producción de materia

Cuadro 12. Concentración de nitrógeno en porcentaje en la planta por efecto de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno a diferentes edades.

Fuente de Nutr.	30 Días				60 Días				90 Días			
	0	50	100	150	0	50	100	150	0	50	100	150
Gallinaza	5.29	4.97	5.08	4.97	2.10	2.60	2.40	2.30	1.49	1.54	1.44	1.50
Estiercol Bovino	4.55	5.11	4.73	4.74	2.19	2.43	2.28	2.28	1.30	1.18	1.26	1.23
Paja de Triqo	4.34	4.59	4.45	4.51	2.24	2.38	2.33	2.35	1.19	1.39	1.24	1.30
Químico	4.55	3.71	3.71	4.10	2.05	1.89	2.05	2.08	1.07	1.55	1.44	1.36

Fuente: Laboratorio de Suelos, Facultad de Agronomía, USAC

Cuadro 13. Rendimiento de materia seca en Kg/ha. por efecto de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno a diferentes edades.

Fuente de Nutr.	30 Días				60 Días				90 Días			
	0	50	100	150	0	50	100	150	0	50	100	150
Gallinaza	750	683	747	795	4218	5823	6653	5609	11653	14117	13370	13680
Estiercol Bovino	410	440	640	515	3822	5467	5718	9833	12337	14705	9370	11830
Paja de Triqo	297	303	467	362	1547	1563	4470	3220	5133	6047	12803	6870
Químico	273	180	307	239	3147	3090	2233	2698	6923	7987	4807	5287

Cuadro 14. Nitrógeno acumulado por la planta en Kg/ha. por efecto de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno a diferentes edades.

Fuente de Nutr.	30 Días				60 Días				90 Días			
	0	50	100	150	0	50	100	150	0	50	100	150
Gallinaza	39.7	33.9	37.9	47.0	88.6	151.4	159.7	121.6	173.6	217.4	193.0	209
Estiercol Bovino	18.2	22.5	30.3	26.3	83.7	132.8	130.4	95.2	160.0	173.0	118.0	140
Paja de Triqo	12.9	13.9	20.8	18.0	34.6	37.2	104.2	130.4	61.0	84.0	159.0	96
Químico	12.4	6.7	11.4	8.8	64.5	58.4	45.8	54.0	74.0	124.0	69.0	74

seca se obtuvo al utilizar gallinaza y estiércol bovino, respectivamente, cuando se utilizó paja de trigo la mayor producción se obtuvo al aplicar el nivel 100 Kg N/ha.; aumentó en un 300% sobre el tratamiento donde se usó solo paja de trigo. Este incremento fue más notorio a partir de los 60 días después de la siembra.

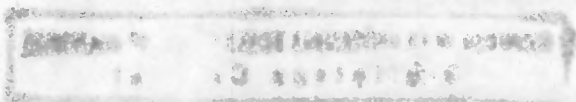
Cuadro 15. Análisis de Varianza para la acumulación de nitrógeno en la planta (Kg/ha.) por efecto de las fuentes orgánicas, niveles de nitrógeno de compensación y edades.

F.V.	G.L.	C.M.	F	
C:N AB	3	12500	25.62	**
Edad ED	2	49935	102.35	**
Niveles NI	3	1136	2.33	N.S.
AB x Ed	6	1550	3.18	*
AB x NI	9	837	1.72	N.S.
ED x NI	6	462	0.95	N.S.
Error	18			
Total	47			

C.V. = 26.65%

El análisis de Varianza indica que existe diferencia significativa entre las relaciones C:N de las fuentes orgánicas, edades e interacción edades x fuentes orgánicas no así para los niveles de nitrógeno, es decir, las fuentes orgánicas aportaron nitrógeno al cultivo porque aumenta la acumulación del nitrógeno; además indica que el nitrógeno acumulado por el cultivo en cada edad difiere para cada fuente orgánica.

En el Cuadro 16, se presenta la comparación de medias por el método estadístico de Tukey al 5% aplicado a la acumulación de nitrógeno a los 30, 60 y 90 días después de la siembra en Kg/ha. y de las fuentes orgánicas.



Cuadro 16. Comparación de medias por el método estadístico de Tukey, aplicado a la acumulación de nitrógeno Kq/ha. de las fuentes orgánicas y edades.

Fuente de N	C:N	Días	Promedio
Gallinaza	6:1	90	198.25 a
Estiercol Bovino	23:1	90	147.75 a
Paja de Trigo	63:1	90	100.00 b
Urea	-	90	85.25 c
Gallinaza	6:1	60	130.322 b
Estiercol Bovino	23:1	60	110.52 b
Paja de Trigo	63:1	60	76.60 c
Urea	-	60	55.68 d
Gallinaza		30	39.62 e
Estiercol Bovino	6:1	30	24.32 f
Paja de Trigo	23:1	30	16.40 g
Urea	63:1	30	9.82 g

La prueba de medias indica que la acumulación de nitrógeno en la planta de trigo en las tres edades, utilizando las distintas relaciones C:N de las fuentes orgánicas es diferente, es decir, que influyen en el aporte de nitrógeno como se puede apreciar claramente en la Figura 3.

El Cuadro 17, presenta la cantidad de nitrógeno que se incrementó a los 30, 60 y 90 días después de la siembra por el cultivo al utilizar las diferentes relaciones C:N y los niveles de nitrógeno de compensación, el cual indica que la gallinaza con una relación C:N 6:1, aporta a los 30 días la mayor cantidad de nitrógeno, con respecto a las demás fuentes alcanzando su incremento máximo a los 60 días después de la siembra.

Para el estiercol bovino, su disponibilidad a los 30 días es menor que la gallinaza pero a los 60 días se iguala a ésta y a los 90 días disminuye y se iguala al de la paja de trigo y urea.

Para la paja de trigo, donde se aplicó sola, el incremento no alcanzó un punto máximo; o sea que la disponibilidad fue aumentando lentamente a medida que aumentaba el tiempo. Para el tratamiento donde se aplicó 100 Kg N/ha. de compensación el mayor incremento se obtuvo a los 60 días, incremento similar al de la gallinaza y estiércol bovino. Para el tratamiento con urea el comportamiento fue igual al de las otras fuentes alcanzando el mayor incremento a los 60 días pero con valores inferiores, es decir, que la disponibilidad de N depende en gran manera de la relación C:N, ya que cuando ésta es baja la disponibilidad es más rápida que cuando la relación es más alta.

Cuadro 17. Incremento del nitrógeno acumulado en Kg/ha. y % a los 30 y 60 días después de la siembra por efecto de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno de compensación.

Tratamientos	Días	%	Días	%	Días	%
	30	Acumulado	60	Acumulado	90	Acumulado
Gallinaza	40	20	90	45	68	34
E. Bovino	24	16	86	58	37	26
Paja de Trigo	13	18	23	31	36	51
Paja de Trigo + 100 Kg N/ha.	19	14	98	76	10	9
Urea	10	9	46	39	29	24

En el Cuadro 18, presenta la acumulación de los macroelementos y algunos microelementos por el cultivo a los 90 días después de la siembra al utilizar las diferentes relaciones C:N de las fuentes orgánicas. Se aprecia claramente que la acumulación de elementos como el N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO, CuO es mayor cuando se utilizó gallinaza y estiércol bovino respecto al testigo lo que incluyó en el aumento de rendimiento, con la

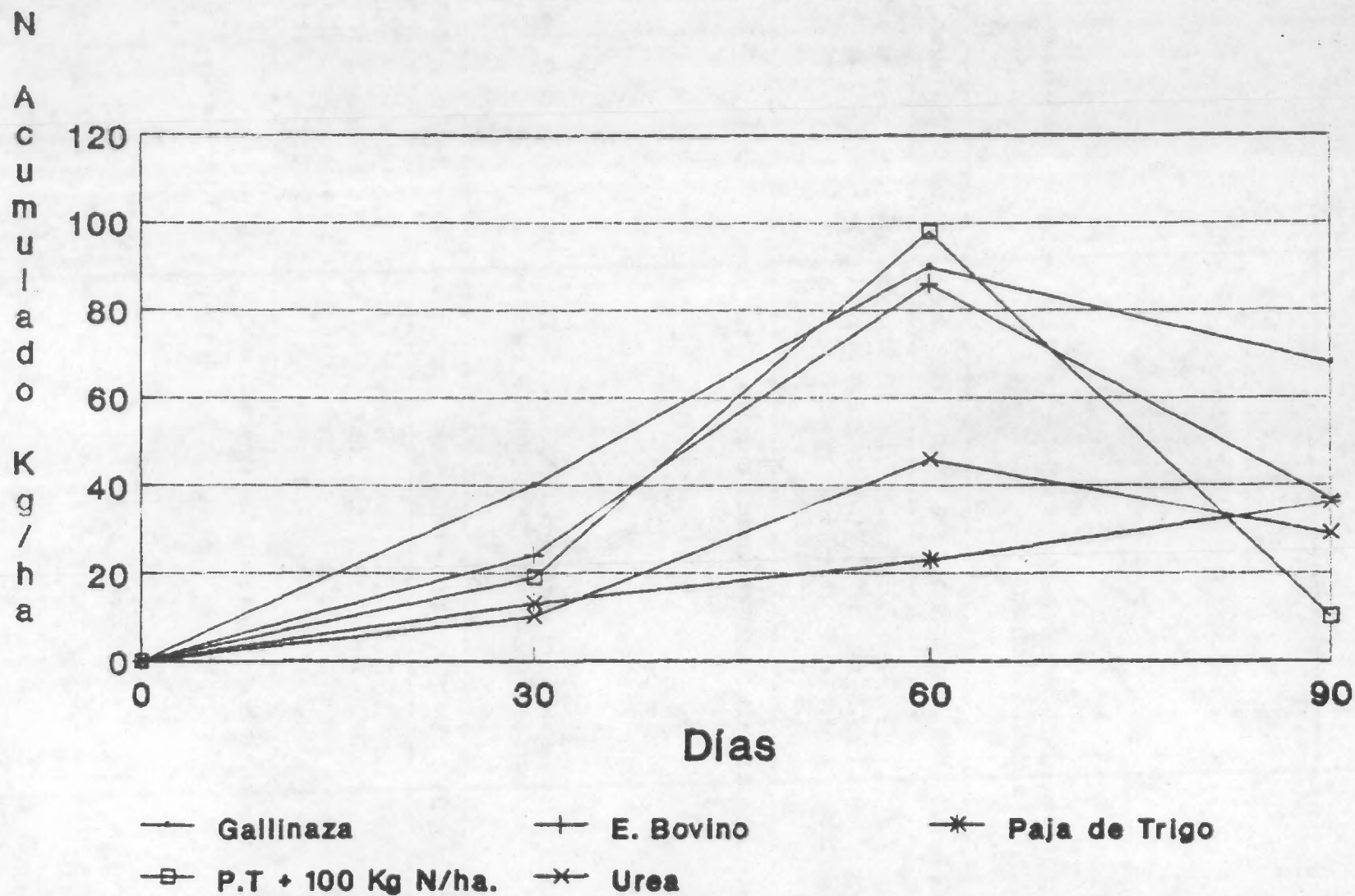


Figura 3. Incremento acumulado de N Kg/ha. a los 30, 60 y 90 DDS por efecto de las fuentes de M.O. y N de compensación

Cuadro 18. Acumulación de Nutrimientos en Kg/ha. a los 90 días después de la siembra como efecto de las fuentes orgánicas.

Fuente de Nutr.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	CuO	ZnO	FeO	MnO	Rendimiento
Gallinaza	173.6	42.7	221.7	26.02	14.4	109.0	5.08	4.2	0.52	4343
Estiercol Bovino	160.0	42.4	187.2	24.20	17.2	76.6	230.4	3.5	0.47	3662
Paja de Trigo	61.0	15.3	86.6	8.67	4.3	25.6	63.8	1.1	0.23	2050
Testigo	74.0	17.0	105.0	15.50	5.8	60.7	86.1	1.5	0.36	2744

Fuente: Laboratorio de Suelos, Facultad de Agronomía, USAC

Cuadro 19. Acumulación de nutrimentos en Kg/ha. a los 90 días después de la siembra como efecto de la paja de trigo y niveles de nitrógeno de compensación.

Fuente de Nutr.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	CuO	ZnO	FeO	MnO	Rendimiento
Paja + 150 N	96.0	25.2	227.4	17.4	8.62	38.7	171.18	1.2	0.30	3821
Paja + 100 N	159.0	46.9	243.7	28.60	13.09	48.1	398.0	5.5	0.58	4076
Paja + 50 N	84.0	19.4	88.7	10.17	7.46	41.7	113.0	0.8	0.23	2353
Paja	61.0	15.3	86.6	8.70	4.30	25.6	63.3	1.1	0.23	2050

Fuente: Laboratorio de Suelos, Facultad de Agronomía, USAC.

fuente orgánica Paja de trigo, la planta acumuló menos, incluso que el testigo lo que repercutió en un rendimiento menor, esto es explicable a causa de su alta relación C:N, es decir, no hubo suficiente aporte de nutrientes al suelo para el cultivo.

En el Cuadro 19, presenta la acumulación de los macroelementos y algunos microelementos cuando se utilizó la relación 63:1 de la paja de trigo y los niveles de nitrógeno de compensación.

Se puede observar que a medida que se incrementa el nivel de N de compensación aumenta la acumulación de todos los nutrientes analizados influyendo en el rendimiento, al aplicar 100 Kg N/ha., el cultivo acumuló mayor cantidad de nutrientes obteniéndose el mayor rendimiento, o sea, que con ese nivel la relación C:N disminuye a un punto en que se da una mayor mineralización y como consecuencia la mayor disponibilidad de nutrientes. Al comparar estas cantidades con las acumuladas al utilizar gallinaza y estiércol bovino, son parecidas, solo que en éstas últimas no se les aplicó nitrógeno.

7.4 Análisis Económico:

En el Cuadro 20, se resumen los valores de la Tasa Marginal de Retorno a Capital de los tratamientos que estadísticamente fueron diferentes.

Cuadro 20. Análisis Económico de los rendimientos de trigo obtenido de las fuentes orgánicas y niveles de nitrógeno.

Tratamiento	1/ Y	2/ Y	3/ C.V.	4/ IN	5/ IN	6/ TMRC
Gallinaza	4504	1914	1000	3954	1100	1.10
Paja Trigo + 100 Kg/ha. N	3948	1353	382	3960	1106	2.89
Estiercol Bovino	3630	1035	500	3493	639	1.27
Testigo absoluto	2595	-	-	2854	-	-
Paja Trigo	2050	-545	250	2005	-849	-

Costo en quetzales de 1 Kg. de insumos:

1 Kg Nitrógeno	= 1.32
1 Kg Gallinaza	= 0.20
1 Kg Estiercol Bovino	= 0.10
1 Kg Paja Trigo	= 0.05
1 Kg Trigo	= 1.10

- 1/ = Rendimiento
- 2/ = Incremento Rendimiento
- 3/ = Costos variables
- 4/ = Ingreso Neto
- 5/ = Incremento Ingreso Neto
- 6/ = Tasa Marginal de Retorno a Capital

El análisis económico indica que el uso de la paja de trigo más 100 Kg N/ha. de compensación es el que da la mayor Tasa Marginal del Retorno al capital de 2.89, o sea, que por cada quetzal invertido se obtuvo una ganancia de Q.1.89 seguida por el estiércol bovino y la gallinaza con T.M.R.C. de 1.27 y 1.10 respectivamente con ganancia de Q.0.27 y Q.0.11 por cada quetzal invertido. La paja de trigo sola no representa beneficio económico al agricultor a corto plazo, al contrario podría resultarle negativa, por darse lentamente los procesos biológicos de su mineralización.

Es necesario mencionar que el aprovechamiento de esta fuente orgánica es únicamente para aquellas regiones donde se siembra dicho cultivo, siendo aprovechado en los mismos terrenos o en áreas pequeñas cercanas a éstas ya que resulta difícil manipular el material a causa de su volumen, contrario a las otras fuentes, que son usadas con más frecuencia por su fácil adquisición en granjas en una forma comercial.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 Para la gallinaza y estiércol bovino con relaciones C:N 6:1 y 24:1 respectivamente no es necesario aplicar nitrógeno de compensación, mientras que para la paja de trigo con relación C:N 63:1 es necesario aplicar 100 Kg N de compensación/ha.
- 8.2 La cantidad de nitrógeno acumulado en la planta de trigo a las edades de 30, 60 y 90 días después de la siembra es diferente para cada fuente orgánica de N. En todos los casos la mayor acumulación de N ocurre entre los 30 y 60 días después de la siembra.
- 8.3 La mayor Tasa Marginal de Retorno al Capital se obtuvo al aplicar paja de trigo con 100 Kg N de compensación/ha. T.M.R.C. = 2.89. Esto debido a su bajo costo por carecer de importancia como fuente de nutrimentos para los cultivos por parte de los agricultores.

9. RECOMENDACIONES

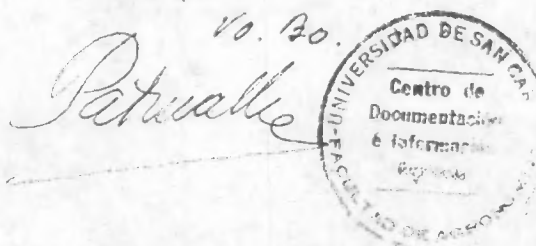
9.1 Para el cultivo de trigo en condiciones climáticas y edáficas similares a las del presente estudio, no es necesario aplicar nitrógeno de compensación si se utiliza gallinaza y estiércol bovino con relaciones C:N menores de 24:1; mientras que si se utiliza paja de trigo con una relación C:N 63:1 es necesario aplicar 100 Kg de N de compensación/ha.

9.2 Para las relaciones mayores de 24:1 como la fuente orgánica paja de trigo con una relación de 63:1 es necesario aplicar 100 Kg/ha. de nitrógeno bajo las mismas condiciones en que se desarrollo dicho trabajo.

8. BIBLIOGRAFIA

1. BARTHOLOMEN, W.V. 1972. El nitrógeno del suelo; procesos de abastecimiento y requerimiento de los cultivos. In International Soil Fertility. Boletín Técnico no. 6. 58 p.
2. BLACK, C.A. 1975. Relaciones suelo-planta. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. tomo 2, 866 p.
3. BOGULASWKI, E; DEBREUCHKJ, L. 1983. La paja de trigo de los suelos. México, Continental. 89 p.
4. BORNEMISZA, E. 1983. Introducción a la química de suelos. Costa Rica, O.E.A. Serie de Química, Mimeografiado no. 25 83 p.
5. CRUZ, J.R. DE LA. 1976. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 24 p.
6. DIAZ, R.L. 1985. Determinación del rango crítico de concentración de nitrógeno en plántulas de trigo (Triticum aestivum L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 40 p.
7. ESTRADA, A.M. 1881. Determinación de dosis óptimas económicas de nitrógeno, fósforo y densidad de población en el cultivo de trigo (Triticum vulgare) variedad Balanyá-80 en el departamento de Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. - Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 40 p.
8. FASSBENDER, K.W. 1980. Química de suelos con énfasis de América Tropical. Turrialba, Costa Rica, IICA. 398 p.
9. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1967. Situación de la avicultura. Informe Económico (Gua.) 14(2):23-46
10. _____ . INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. PROGRAMA DE NUTRICION VEGETAL. 1974. Informe anual 1974. Guatemala. 50 p.
11. _____ . INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. 2 ed. Guatemala, Tipografía Nacional. tomo 1, 833 p.

12. JACKSON, M.L. 1976. Análisis químico de suelos. Trad. José Beltrán M. 3 ed. Barcelona, España, Omega. 500 p.
13. ORTIZ, D.H. 1975. Evaluación de la respuesta de trigo (Triticum aestivum) a la fertilización nitrogenada usando dos fuentes, tres niveles y trece formas de aplicación. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 32 p.
14. PEREZ, N.P. 1985. Evaluación de fósforo soluble, calcio, óxido de calcio, tierra de infusorios y gallinaza; sobre la producción de materia seca de sorgo (Sorghum vulgare L.) y la fijación de p en el suelo de la serie Totonicapán, bajo condiciones de invernadero. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 36 p.
15. PERRIN, R.L. et. al. 1976. Formación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un manual metodológico de evaluación económica. México, D.F., CYMYT. 54 p.
16. SIMMONS, CH; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
17. TEUSCHER, H.; ADLER, R. 1980. El suelo y su fertilidad. Trad. por Rodolfo Vera y Zapata. México, Continental. 510 p.
18. THOMSON, L.M. 1974. El suelo y su fertilidad. 3 ed. Barcelona, España, Reverté. 350 p.
19. TISDALE, S.L.; NELSON, E.L. 1977. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Madrid, España, Montaner y Simons. 700 p.
20. WAUGH, D.L.; FITSS, H.N. 1966. Estudios de interpretación de análisis de suelos, laboratorio y macetas. Internacional Soil Testing. Boletín Técnico no. 3. 36 p.





LA TESIS TITULADA: EVALUACION DE TRES FUENTES DE MATERIA ORGANICA CON
DIFERENTES RELACIONES CARBONO: NITROGENO, CON CUATRO NIVELES DE NITROGENO DE
COMPENSACION EN TRIGO (Triticum aestivum L.), EN TECPAN GUATEMALA,
CHIMALTENANGO, GUATEMALA.

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: OVIDIO ANIBAL SACBAJA GALINDO

CARNET NO: 53333

Ha sido evaluada por los profesionales: Licenciada Olga Leticia Mena e
Ingeniero Isaac Herrera.

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.

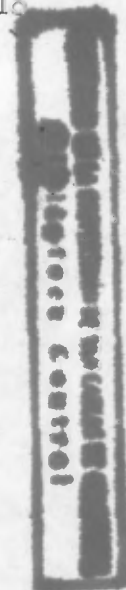
Ing. Agr. José Jesús Chonay
ASESOR

Ing. Agr. Salvador Castillo
ASESOR



IMPRESA:

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
DECANO



/oler.