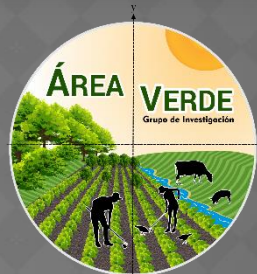


EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS SOBRE EL SUELO Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS FORRAJERAS EN EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS SOBRE EL SUELO Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS FORRAJERAS EN EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

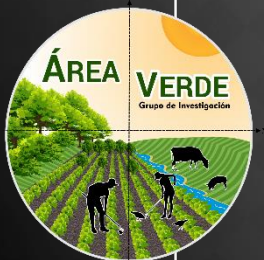
Brayan Cubillos Lozano
Miguel Vergara Tamayo

Directora: Escobar Natalia

Jurados: Néstor Romero

Víctor Solarte

Programa de Zootecnia



INTRODUCCIÓN

AGROQUÍMICOS

- Aplicación en forma intensiva en países tropicales.
- De cada Kg de fertilizante la planta solo toma alrededor del 40% el resto es una fuente de contaminación del suelo, agua y aire (Uribe, 2013).

RESIDUOS ORGÁNICOS

- Generación a partir de actividades urbanas, agropecuarias e industriales.
- Deterioro del medio ambiente al no existir un aprovechamiento racional o un reciclaje sistemático de los mismos (Acosta, 2013).

COMPOSTAJE

- Dan un uso adecuado a los residuos orgánicos.
- Alternativa válida para fertilizar el suelo (Salazar *et al.* 2009).



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



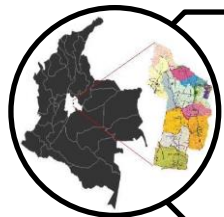
La crisis alimentaria y la sobrepoblación



Los monocultivos agro-industriales: maíz, sorgo y caña de azúcar.



El uso excesivo de los agroquímicos



Algunos cultivos superan los 900kg/ha
(Santamaría *et al.* 2010)

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La aplicación de compost promueve el desarrollo de la biota en el suelo y por tanto se podría asociar a la fertilidad y productividad agrícola?



JUSTIFICACIÓN

A nivel mundial se generan 1,3 billones Tn/Año de residuos sólidos. En Colombia se genera aproximadamente 26.726 Tn/día (Avendaño, 2015).

La conservación del medio ambiente y el manejo sostenible de residuos orgánicos son prioridades mundiales (Sánchez *et al.* 2006).

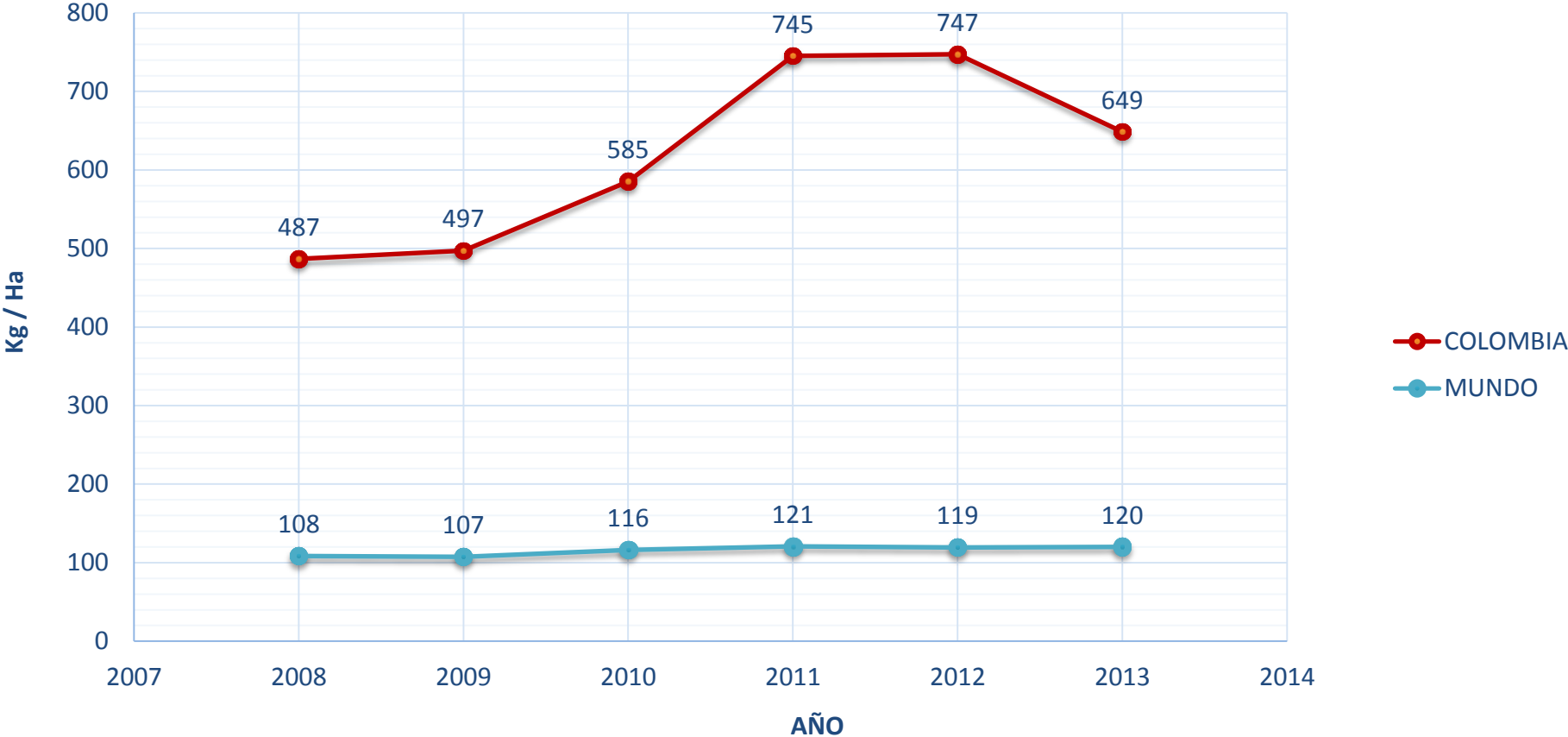
El compostaje es una opción viable, producto con valor agregado que puede mejorar las propiedades del suelo y hacer sostenible la producción de los cultivos (Velástegui, 2009).

Los forrajes desprenden material vegetal e incorporan nutrientes al suelo (Cabrera, 2008).



Fuente: Autores

CONSUMO DE FERTILIZANTES (kilogramos por hectárea de tierra cultivable)



Fuente: Adaptado del Banco mundial, 2014.



Caracterización de los sistemas agrícolas y diferencias entre agricultura convencional y agroecológica

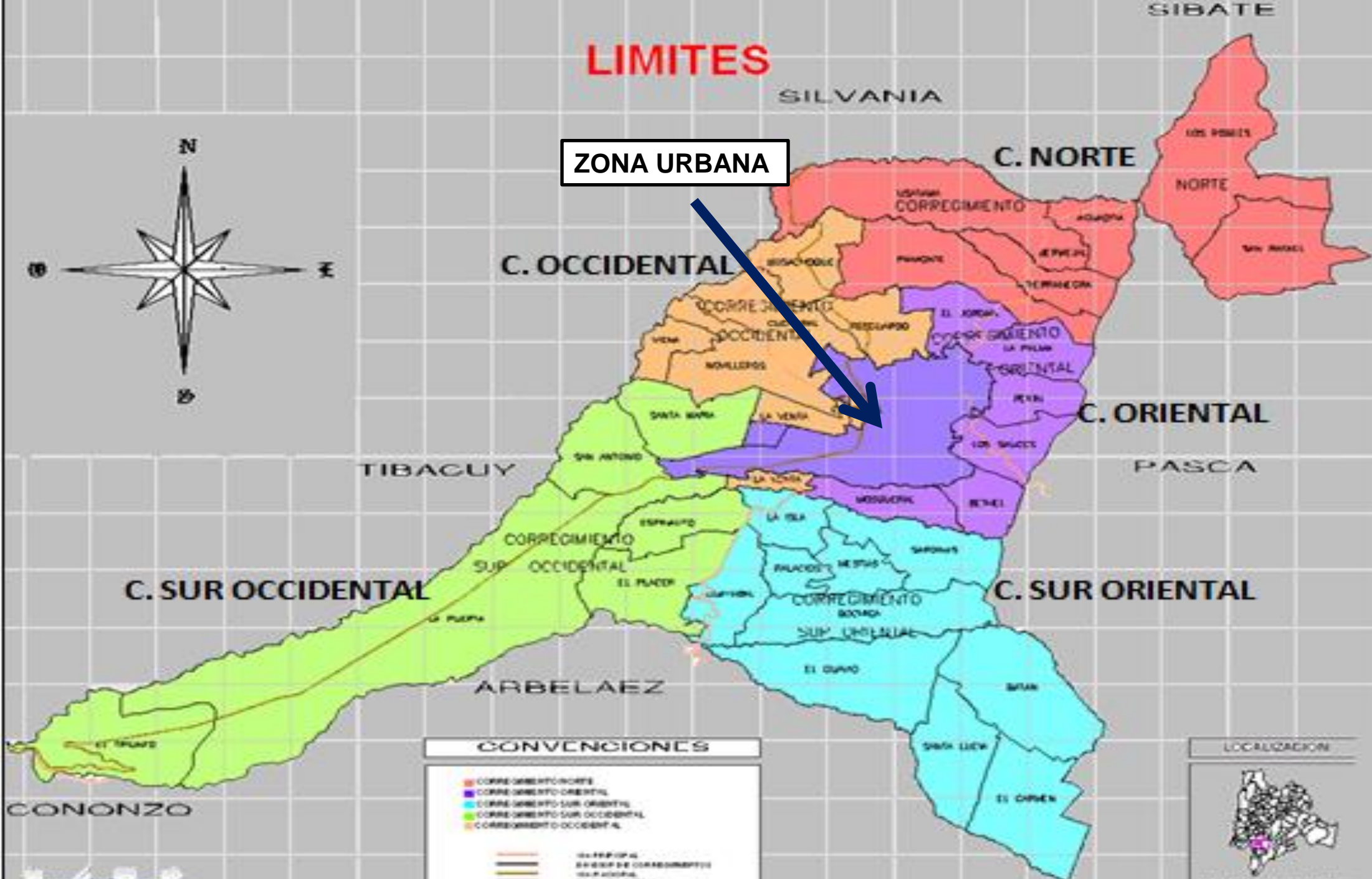
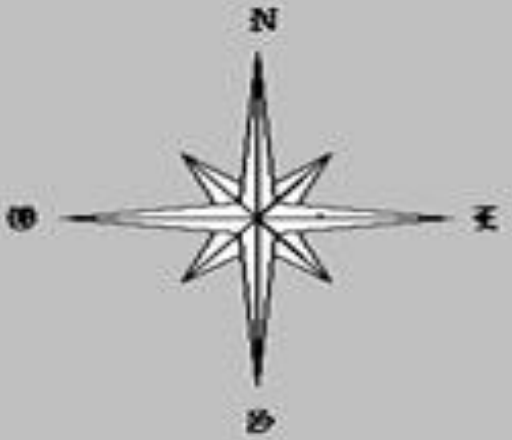
SISTEMAS CONVENCIONALES	SISTEMAS AGROECOLÓGICOS
Alto costo energético (insumos de síntesis química industrial y laboreo).	Bajos costos energéticos (máximo uso de energía solar). Se fundamentan en los principios ecosistémicos.
Simplificación de agroecosistemas (MONOCULTIVO) –SEGURIDAD ALIMENTARIA.	Complejidad de agroecosistemas (BIODIVERSIDAD, POLICULTIVOS, ciclaje, sinergias...). Privilegia la SOBERANÍA ALIMENTARIA, ENERGÉTICA, TECNOLÓGICA Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA
Rendimientos que no compensan la inversión.	Maximización de rendimientos que compensan la inversión.
Contaminación suelos, aguas, ambiente, alimentos....Alimentos altamente contaminados – Salud humana, animal, planetaria, afectada.	Cuidado de suelos, aguas, ambiente, alimentos. Alimentos más sanos y nutritivos – Calidad de vida.
Erosión de recursos genéticos y bienes naturales.	Conservación de recursos genéticos y bienes naturales.

Fuente: Altieri, 2009.



LIMITES

ZONA URBANA



CONVENCIONES	
[Red Box]	CORREGIMIENTO NORTE
[Orange Box]	CORREGIMIENTO OCCIDENTAL
[Green Box]	CORREGIMIENTO SUR OCCIDENTAL
[Cyan Box]	CORREGIMIENTO SUR ORIENTAL
[Purple Box]	CORREGIMIENTO ORIENTAL
[Red Line]	LÍNEA MUNICIPAL
[Orange Line]	BARRIO DE CORREGIMIENTO
[Green Line]	LÍNEA LOCAL
[Cyan Line]	BARRIO LOCAL
[Purple Line]	FRONTERA URBANA



Residuos de heces en materia seca producidas en fincas ganaderas de piso térmico medio (1000-2000 msnm) en Cundinamarca (Fuente: UDEC, 2009).

Componente	Tipos de finca			
	C1*	C2*	C3*	
Agrícola Residuos en MS (ton/ha/año)	Café			
	Pulpa	0,2	0,7	0,3
	Cascarilla	0,1	0,3	0,1
	Mucilago	0,1	0,2	0,1
	Musáceas			
	Vástago	7,7	5,6	86,9
	Hojas	2,5	1,8	28,5
Pecuario Residuos en MS (ton/año)	Porcinos	6,5	25,9	6,3
	Bovinos	53,4	14,6	12,2
	Aves de corral	0,4	2,0	0,3
TOTAL	70.9	51.1	134.7	

*C (conglomerado 1, 2 y 3)



OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de abonos orgánicos (compostaje) sobre el suelo y producción de plantas forrajeras Maíz (*Zea mays*) y fríjol forrajero (*Phaseolus vulgaris*) en el municipio de Fusagasugá.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar indicadores de fertilidad del suelo a través de variables, físico-químicas.
2. Caracterizar poblaciones biológicas (micro, meso y macrofauna), su abundancia y diversidad en el recurso suelo.
3. Analizar el efecto de los abonos en plantas forrajeras (maíz: *Zea mays* y frijol forrajero: *Phaseolus vulgaris*) respecto a indicadores agronómicos determinantes de parámetros de productividad.
4. Realizar una aproximación de costo beneficio en la producción y uso agrícola de abonos orgánicos.



MARCO REFERENCIAL

Abonos Orgánicos

El abono orgánico hace referencia a todo material orgánico empleado para el mejoramiento de la estructura del suelo y fertilización de cultivos (Ramírez, 2013).



Fuente: Autores.



Fuente: Autores.

Compostaje

Según Kutsanedzie & Rockson (2012), el compostaje es una descomposición exotérmica aeróbica de residuos orgánicos, uno de los métodos utilizados en la gestión de los residuos orgánicos

Fertilizantes Químicos

Son aquellos constituidos por compuestos inorgánicos; pretende lograr un aumento de la productividad del sistema agrícola con elementos esenciales (Ancín, 2011).



Fuente: Autores.

Contaminación

La aplicación excesiva de fertilizantes contribuye con los problemas de salinidad, cambio de pH, contaminación de todos los factores del agroecosistema, eutrofización y toxicidad (Mardomingo, *et al.* 2015)

FORRAJES

Los forrajes son la fuente de nutrientes mas económica, y por tanto debe ser la base de la alimentación animal.

Dentro de sus beneficios encontramos que proporciona materia orgánica al suelo, protegen al suelo de la erosión y conserva la humedad (Cabrera, 2014).



Fuente: Autores.



Fuente: Autores.

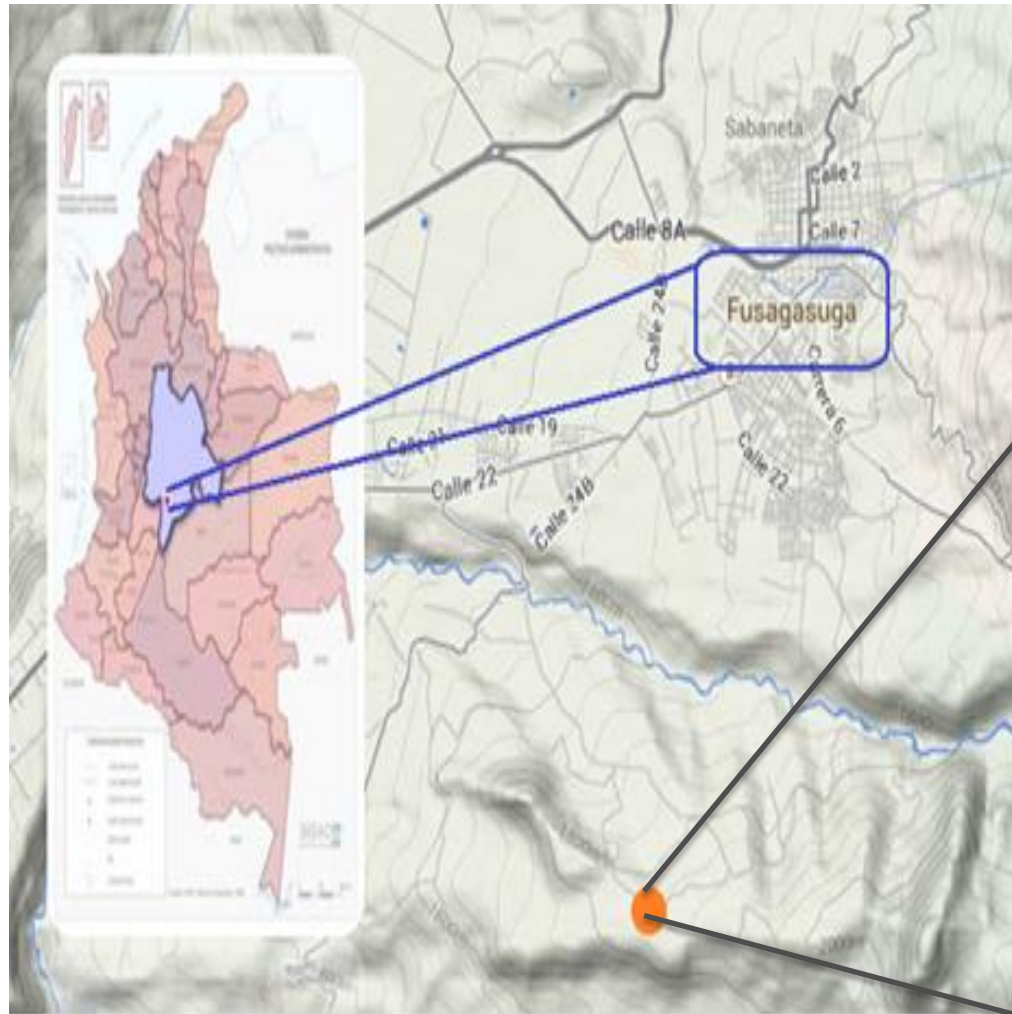
La utilización de plantas fijadoras de nitrógeno puede contribuir a favorecer la disponibilidad de nutrientes para las plantas asociadas, aumentando su productividad (Acosta, 2013).

METODOLOGÍA



Fuente: Autores.

ÁREA DE ESTUDIO



Se realizó en la granja La Esperanza ubicada en la zona rural del municipio de Fusagasugá, entre los $004^{\circ} 20' 38''$ Latitud Norte y los $074^{\circ} 22' 04''$ de Longitud Occidental.



Fuente: Autores.

RECOLECCIÓN Y ADECUACIÓN DE RESIDUOS



Fuente: Autores

TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	COMPONENTE
Químico (Q)	Triple 15
Gallinaza (G)	Excretas de avicultura (comercial)
Abono Orgánico 1 (A1)	Bovinaza + Plantas de tomate (tallos, hojas y tomate residual) + Compost de casa (cascaras de huevo, plátano y residuos de hortalizas).
Abono Orgánico 2 (A2)	Gallinaza + Cacota + Plantas de tomate (tallos, hojas y tomate residual).
Abono Orgánico 3 (A3)	Porquinaza + Pasto estrella + Cítricos (naranja y hojarasca de la misma planta).

SI: Suelo Inicio

Fuente: Autores



VARIABLES FÍSICO QUÍMICAS



MUESTREO



- Antes de fertilizar



- Después de fertilizar



- Laboratorio

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

Propiedades Químicas	Método Analítico
pH	Suspen. Ac 1:1 Potenciométrico
C.I.C (Capacidad de Intercambio Catiónico)	NH ₄ OAc - pH7
Materia Orgánica	Walkey - Black
Conductividad Eléctrica (CE)	Pasta Saturación - Electrométrico
Fosforo (P)	Bray- Kurtz II - Espectrofotométrico
Calcio (Ca)	NH ₄ OAc – Absorción Atómica
Magnesio (Mg)	NH ₄ OAc – Absorción Atómica
Sodio (Na)	NH ₄ OAc – Absorción Atómica
Potasio (P)	NH ₄ OAc – Absorción Atómica
Zinc (Zn)	Doble ácido – Absorción Atómica
Hierro (Fe)	Doble ácido – Absorción Atómica
Cobre (Cu)	Doble ácido – Absorción Atómica
Manganeso (Mn)	Doble ácido – Absorción Atómica
Boro (B)	Fosfato monacal - Espectrofotométrico
Azufre (S)	Fosfato Monocálcico - Turbidimétrico
Aluminio (Al)	KCL – Volumétrico
Saturación aluminio	-
Saturación de bases	-
Relación Ca/Mg	-
Relación (Ca+Mg)/K	-
Relación Mg/K	-
Textura	Boyucos
Arcilla	-
Limo	-
Arena	-

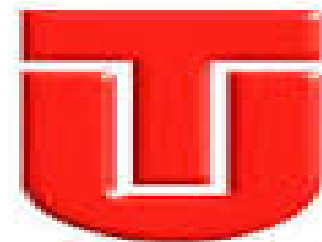
Fuente: Autores



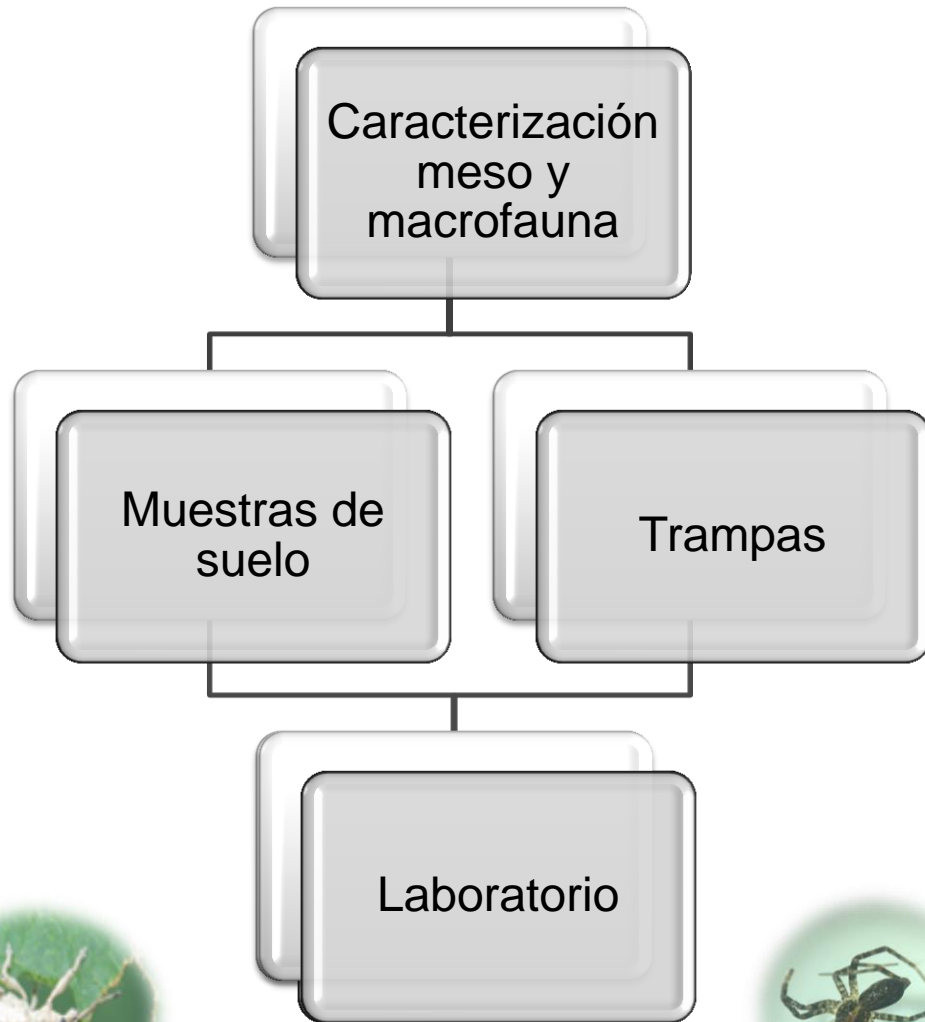
VARIABLES BIOLÓGICAS



Caracterización microbiológica	
Macroscópica	Método
Bacterias Hongos	La caracterización macroscópica fue con base en el tamaño de colonia, color, forma, crecimiento, superficie.
Microscópica	Método
Bacterias	Se realizó la tinción de Gram y se utilizó el método miniaturizado de identificación, mediante el kit BBL Crystal
Hongos	Para la identificación del genero de hongos en cada uno de los tratamientos, fue necesario la utilización de claves taxonómicas



CARACTERIZACIÓN ENTOMOLÓGICA



Fuente: Autores

PLANTAS FORRAJERAS



LABORES DE CAMPO EN PLANTAS FORRAJERAS



METODOLOGÍA



VARIABLES FENOLOGICAS

FASE	ETAPA FENOLOGICA	CULTIVO	VARIABLE
1	Germinación	Maíz-Frijol	% de germinación para cada tratamiento.
2	Prefloración	Frijol - Maíz	Variables fisiológicas: TCR, AF, AFE. Variables morfológicas: PS.
3	Antesis o Floración	Frijol -Maíz	Variables fisiológicas: TCR, AF, AFE. Variables morfológicas: PS.
4	Finalización ciclo del cultivo	Frijol	Rendimiento: Número de vainas por planta y número de granos por vaina.
	Finalización ciclo del cultivo	Maíz	Rendimiento: Número y peso de mazorcas por planta, números de granos de cada mazorca.

TCR: Tasa de Crecimiento Relativo

AF Área Foliar

AFE: Área Foliar Especifica

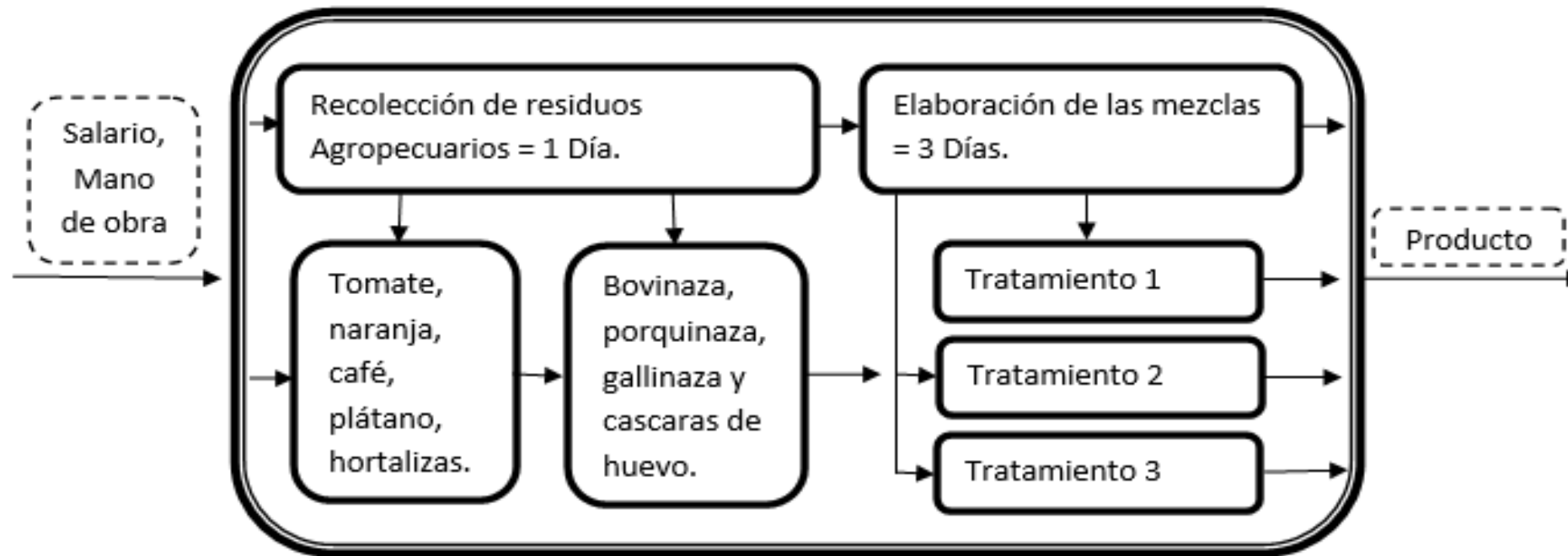
PS: Peso seco



COSTO-BENEFICIO



DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN COSTO BENEFICIO



Según Funes (2009), se tendrán en cuenta los valores de los elementos del sistema enfocados en la elaboración de los abonos orgánicos, el valor de un fertilizante químico, un abono orgánico comercial y la recuperación del suelo.

MÉTODOS ESTADÍSTICOS

1. Para las variables físico-químicas se realizaron ANOVAS y prueba de Tukey, en el programa R versión 3.2.0.
2. Las variables biológicas fueron analizadas a través del programa Past versión 3.08, realizando pruebas como el Índice de Shannon, análisis de correspondencia simple.
3. Las variables fenológicas se realizaron ANAVAS, MANOVAS y regresiones polinómicas a través del programa Infostat versión 2013.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS



VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

VARIABLE	Antes de fertilizar	TRATAMIENTOS						
		DESPUÉS DE FERTILIZAR						
	SI	Q	G	A1	A2	A3	F	P
pH	4,80	7,35 ± 0,56	7,58 ± 0,40	7,75 ± 0,24	7,27 ± 0,06	7,27 ± 0,12	1,25	0,349
C.I.C	17,00	26,33 ± 5,51	28 ± 1,00	30,00 ± 0	30,66 ± 0,58	30,66 ± 0,58	1,71	0,224
M.O	0,90	7,77 ± 0,68 ab	1,69 ± 0,55 a	5,95 ± 4,97 ab	5,63 ± 2,62 ab	9,32 ± 0,85 b	3,73	0,041
Potasio	0,37	0,08 ± 0,02 a	0,19 ± 0,14 a	0,73 ± 0,31 ab	1,64 ± 0,53 bc	2,98 ± 0,94 c	16,98	0,0002
Sodio	0,30	0,30 ± 0,10	0,47 ± 0,38	0,80 ± 0,26	0,87 ± 0,12	1,13 ± 0,80	1,87	0,192
Calcio	5,60	2,26 ± 0,92 a	4,75 ± 0,56 ab	5,60 ± 0,49 b	3,91 ± 1,71 ab	5,93 ± 0,69 b	6,83	0,006
Magnesio	2,70	0,32 ± 0,12	1,17 ± 0,59	1,25 ± 0,28	1,85 ± 0,62	1,85 ± 1,13	3,03	0,07
Fosforo	30,00	90,00 ± 1,00 a	100,33 ± 0,58	97,33 ± 2,08 ab	99,00 ± 1,00	108,67 ± 10,79 b	5,46	0,013
Cobre	1,90	1,43 ± 0,32	1,77 ± 0,90	1,50 ± 0,30	1,93 ± 0,23	2,10 ± 0,75	0,74	0,586
Zinc	4,50	2,43 ± 0,12 a	3,77 ± 1,10 a	2,43 ± 0,12 a	2,73 ± 0,49 a	5,53 ± 0,68 b	13,48	0,0005
Hierro	10,00	68,00 ± 2,00 a	86,00 ± 11,53 ab	89,33 ± 6,03 b	70,33 ± 6,11 a	90,00 ± 4,36 b	7,48	0,004
Manganeso	21,00	26,67 ± 5,77 a	40,00 ± 0 c	30,00 ± 0 ab	39,67 ± 0,58 c	35,67 ± 4,04 bc	10,49	<0,001
Boro	0,50	5,20 ± 1,40 b	8,63 ± 0,45 c	2,93 ± 0,64 a	4,23 ± 0,06 ab	4,67 ± 0,47 ab	24,24	<0,0001
Azufre	56,00	42,00 ± 1,00 a	57,67 ± 0,58 c	49,33 ± 3,06 b	57,67 ± 3,06 c	62,00 ± 1,00 c	45,77	<0,0001
TEXTURA								
Arcilla	26,50	26,50 ± 0	26,50 ± 0	26,50 ± 0	26,50 ± 0	26,50 ± 0	sd	sd
Limo	20,00	14,00 ± 0	14,00 ± 0	14,00 ± 0	14,00 ± 0	14,00 ± 0	sd	sd
Arena	53,50	59,60 ± 0,1	59,60 ± 0,1	59,60 ± 0,1	59,60 ± 0,1	59,60 ± 0,1	0	> 0,999

Valores menores a 0,05 indican diferencias estadísticamente significativas.

(Willekens *et al.* 2013)

(Castro & Munevar 2013)

(Estrada, 2012)

(Medina *et al.* 2010)



VARIABLES BIOLÓGICAS



IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS

BACTERIAS	Sin fertilizar		Fertilización con tratamientos			
	Suelo Inicio	Q	G	A1	A2	A3
<i>Arthrobacter</i>	-	-	+++	+	++	+++
<i>Bacillus</i>	++	+	++	+++	+++	++
<i>Enterobacter</i>	+	-	+	++	++	++
<i>Escherichia</i>	++	+	+	+	+	-
<i>Micrococcus</i>	++	-	+++	-	+	+
<i>Morganella</i>	+	-	-	++	+	+
<i>Nitrobacter</i>	-	+	++	-	-	+
<i>Nitrosomonas</i>	-	+	+	+	+++	+
<i>Paucimonas</i>	++	-	-	-	-	-
<i>Proteus</i>	++	+	-	++	++	+
<i>Pseudomonas</i>	+++	-	+	+	++	+++
<i>Staphylococcus</i>	-	-	++	-	+	+
<i>Streptomyces</i>	-	-	+++	++	++	+++

(Ausencia -), (Leve +), (Moderado ++), (Abundante +++).

(Pedraza *et al.* 2010)

(Geisseler & Scow, 2014)



IDENTIFICACIÓN DE HONGOS

HONGOS	Sin fertilizar		Fertilización con tratamientos			
	Suelo Inicio	Q	G	A1	A2	A3
<i>Alternaria</i>	+	++	-	+	++	-
<i>Aspergillus</i>	-	-	-	+++	+++	+++
<i>Cephalophora</i>	-	-	+	-	++	-
<i>Cladosporium</i>	-	-	-	+	+	++
<i>Humicola</i>	-	+	++	-	++	+
<i>Macrosporium</i>	++	-	+++	++	++	-
<i>Moniliella</i>	+	++	-	-	+	++
<i>Nigrospora</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Penicillium</i>	-	-	+++	-	+++	++
<i>Rhizopus</i>	+	-	-	++	++	+
<i>Sordaria</i>	+	-	-	++	+	-
<i>Staphylotrichum</i>	++	+	++	-	+	++
<i>Sistotrema</i>	-	-	+	-	+	++
<i>Thielavia</i>	-	+	-	-	+	+
<i>Thysanophora</i>	++	-	+++	+	++	-
<i>Trichoderma</i>	-	-	-	++	+++	+
<i>Trichurus</i>	-	-	++	-	-	-
<i>Zygorhynchus</i>	-	+	+++	+	++	++

(Ausencia -), (Leve +), (Moderado ++), (Abundante +++).

(Según Sánchez *et al.* (2011) Los abonos orgánicos adicionan M.O al suelo y controlan poblaciones patógenas.



INDICE DE SHANNON

Combinación		Índice de Shannon H (A)	Índice de Shannon H (B)	t	p-value**
A	B				
Suelo inicio	Químico	2,36	1,97	1,71	0,10
Suelo inicio	Gallinaza	2,36	2,63	-1,65	0,11
Suelo inicio	Abono 1	2,36	2,51	-0,83	0,41
Suelo inicio	Abono 2	2,36	2,95	-3,75	0,001
Suelo inicio	Abono 3	2,36	2,76	-2,37	0,02
Químico	Gallinaza	1,97	2,63	-3,04	0,01
Químico	Abono 1	1,97	2,51	-2,36	0,03
Químico	Abono 2	1,97	2,95	-4,59	0,003
Químico	Abono 3	1,97	2,76	-3,57	0,005
Gallinaza	Abono 1	2,63	2,51	0,72	0,47
Gallinaza	Abono 2	2,63	2,95	-2,39	0,02
Gallinaza	Abono 3	2,63	2,76	-0,89	0,38
Abono 1	Abono 2	2,51	2,95	-2,81	0,01
Abono 1	Abono 3	2,51	2,76	-1,48	0,14
Abono 2	Abono 3	2,95	2,76	1,34	0,18

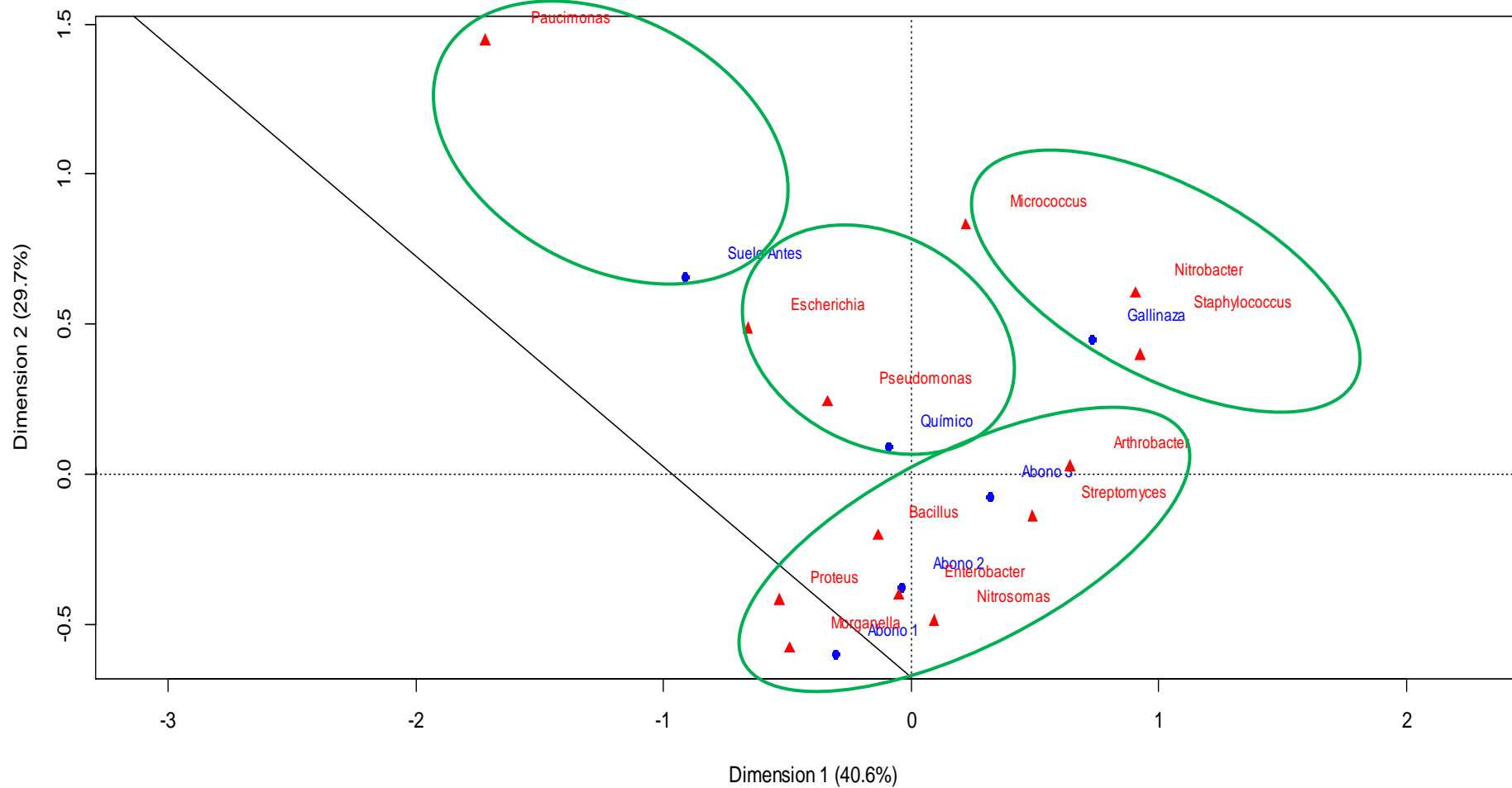
Valores menores a 0,05 indican diferencias significativas estadísticamente.

Cuando se fertiliza con fertilizante mineral se presentan en el suelo organismos oligotróficos (Hartmann *et al.* 2014)

Las poblaciones tanto de bacterias como de hongos cuando se fertilizó con enmiendas orgánicas (Bokashi, estiércol, compost) aumentaron (Loja & Méndez, 2015).



ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA SIMPLE ENTRE TRATAMIENTOS Y GÉNEROS DE BACTERIAS.

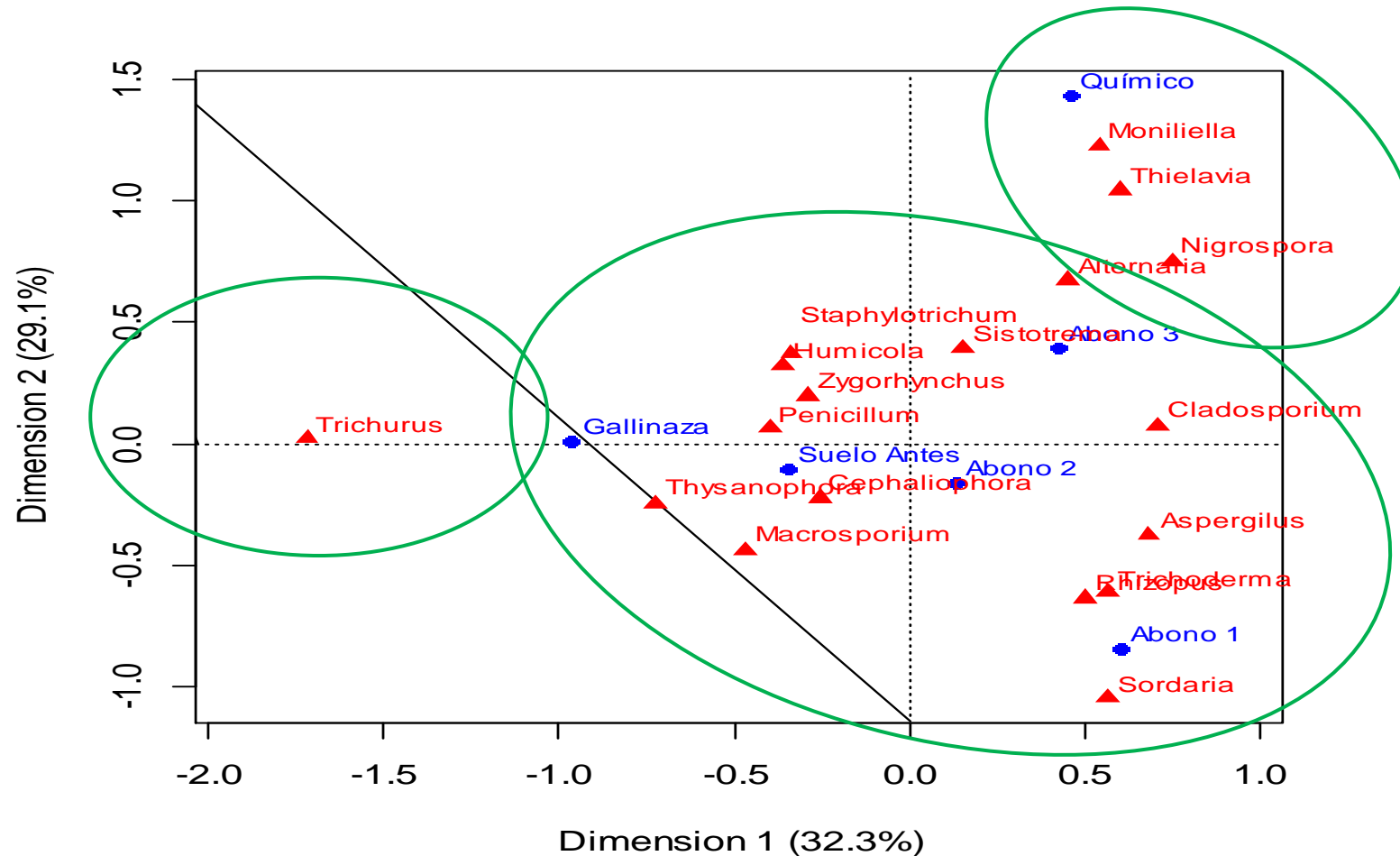


(Escobar *et al.* 2012)

(Arrieta *et al.* 2010)



ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA SIMPLE ENTRE TRATAMIENTOS Y GÉNEROS DE HONGOS.



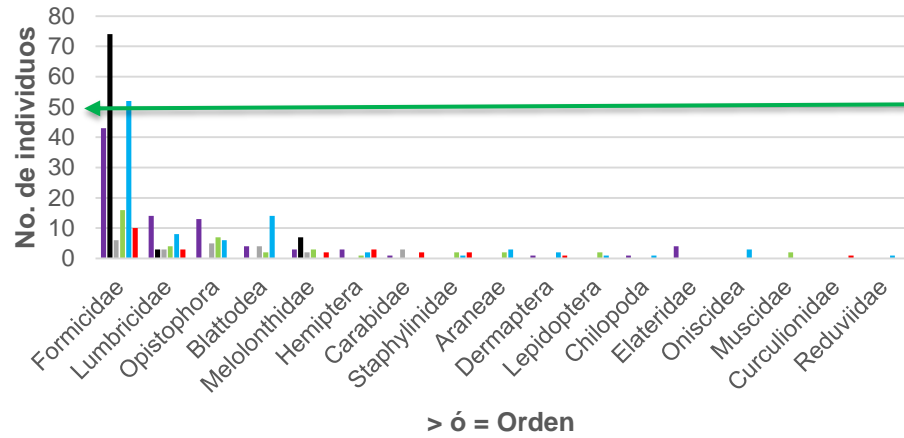
Según Useche *et al.* (2004) & Saldaña *et al.* (2014) Reportaron que al utilizar abonos orgánicos aumenta la colonización de hongos.

(Arenas *et al.* 2013).

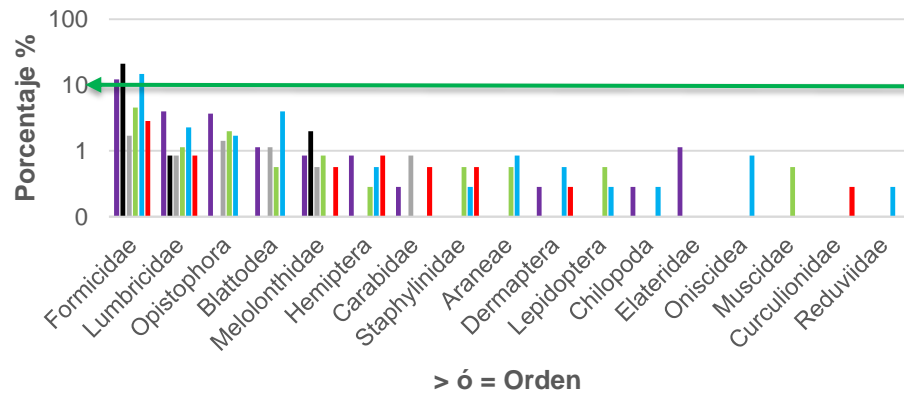


ABUNDANCIA ENTOMOLÓGICA

MUESTRAS DE SUELO



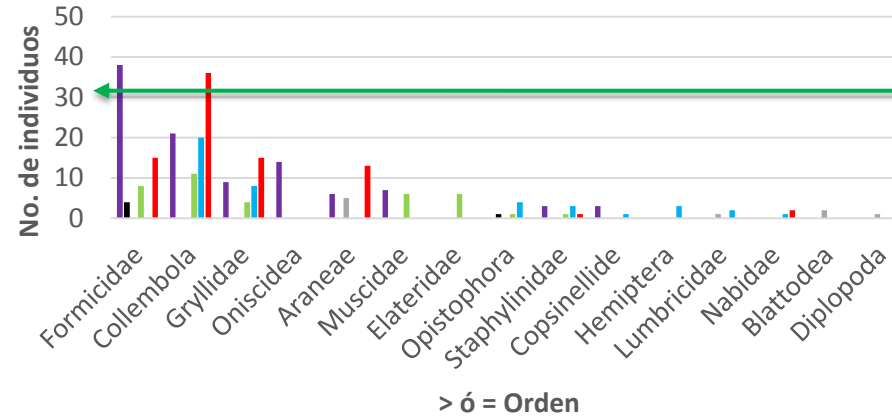
■ SI ■ Q ■ G ■ A1 ■ A2 ■ A3



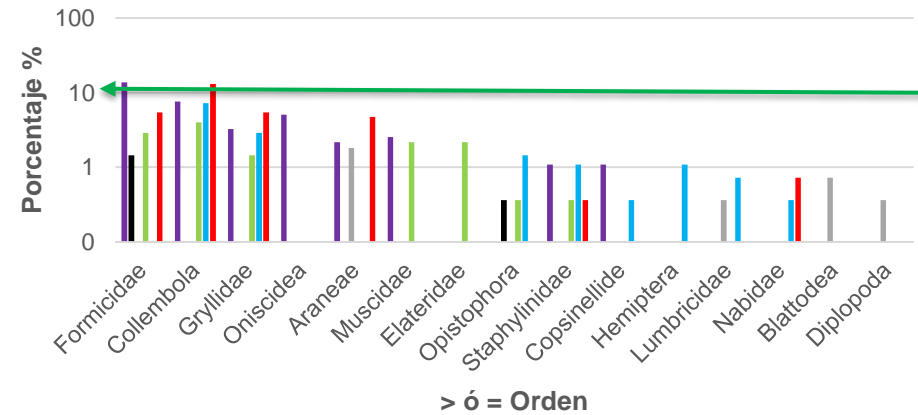
■ SI ■ Q ■ G ■ A1 ■ A2 ■ A3

Q 74 | = 20,9% A2 52 | 14,7%

TRAMPAS



■ SI ■ Q ■ G ■ A1 ■ A2 ■ A3



■ SI ■ Q ■ G ■ A1 ■ A2 ■ A3

SI 38 | = 13,7% A3 36 | 13%



En el estudio de Darrigran *et al.* (2007), indica que las hormigas son bioindicadores del diagnóstico del suelo ya que cualquier modificación en el medio podría alterar su abundancia, mientras haya más fuentes de alimento mayor será su población.

De acuerdo a Wang *et al.* (2015), se muestra que la aplicación de los abonos orgánicos puede aumentar la población de colémbolos en un 34,2%.



MUESTRAS DE SUELO

Género	Antes de Fertilizar	Después de Fertilizar				
	SI	Q	G	A1	A2	A3
<i>Formicidae</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Lumbricidae</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Opisthophora</i>	+	-	+	+	+	-
<i>Blattodea</i>	+	-	+	+	+	-
<i>Melolonthidae</i>	+	+	+	+	-	+
<i>Hemiptera</i>	+	-	-	+	+	+
<i>Carabidae</i>	+	-	+	-	-	+
<i>Staphylinidae</i>	-	-	-	+	+	+
<i>Araneae</i>	-	-	-	+	+	-
<i>Dermaptera</i>	+	-	-	-	+	+
<i>Lepidoptera</i>	-	-	-	+	+	-
<i>Chilopoda</i>	+	-	-	-	+	-
<i>Elateridae</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Oniscidea</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Muscidae</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Curculionidae</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Reduviidae</i>	-	-	-	-	+	-

Según Magdoff (1997), el agroecosistema debe crear condiciones favorables del cultivo y el suelo para promover la riqueza de organismos; sustratos poco atractivos.

Presencia = + Ausencia = -



TRAMPAS

Género	Antes de Fertilizar		Después de Fertilizar			
	SI	Q	G	A1	A2	A3
<i>Formicidae</i>	+	+	-	+	-	+
<i>Collembola</i>	+	-	-	+	+	+
<i>Gryllidae</i>	+	-	-	+	+	+
<i>Oniscidea</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Araneae</i>	+	-	+	-	-	+
<i>Muscidae</i>	+	-	-	+	-	-
<i>Elateridae</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Opisthophora</i>	-	+	-	+	+	-
<i>Staphylinidae</i>	+	-	-	+	+	+
<i>Copsinellide</i>	+	-	-	-	+	-
<i>Hemiptera</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Lumbricidae</i>	-	-	+	-	+	-
<i>Nabidae</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Blattodea</i>	-	-	+	-	-	-
<i>Diplopoda</i>	-	-	+	-	-	-

Presencia = + Ausencia = -

Según Hattenschwiler et al. (2005) El uso adecuado de los abonos orgánicos incentiva la aparición de nuevas especies, mejorando el manejo de plagas e incentiva la presencia de enemigos naturales a diferencia de su contraparte química.



MUESTRAS DE SUELO

Combinación		Índice de Shannon H (A)	Índice de Shannon H (B)	t	p-value**
A	B				
Suelo inicio	Químico	0,7009	0,46968	-0,6769	0,5168
Suelo inicio	Gallinaza	0,7009	1,59510	-2,6820	0,02936
Suelo inicio	Abono 1	0,7009	1,75230	-2,7989	0,01651
Suelo inicio	Abono 2	0,7009	1,60310	-2,4952	0,03098
Suelo inicio	Abono 3	0,7009	1,61620	-2,3631	0,03526
Químico	Gallinaza	0,46968	1,59510	-6,5055	0,00000
Químico	Abono 1	0,46968	1,75230	-5,2417	0,00000
Químico	Abono 2	0,46968	1,60310	-5,0937	0,00000
Químico	Abono 3	0,46968	1,61620	-4,3710	0,00019
Gallinaza	Abono 1	1,59510	1,75230	-0,67425	0,50474
Gallinaza	Abono 2	1,59510	1,60310	-0,03834	0,96952
Gallinaza	Abono 3	1,59510	1,61620	-0,084054	0,93382
Abono 1	Abono 2	1,75230	1,60310	0,5485	0,58560
Abono 1	Abono 3	1,75230	1,61620	0,44556	0,65887
Abono 2	Abono 3	1,60310	1,61620	-0,04551	0,96397

**Valores menores a 0,05 indican diferencias significativas estadísticamente.

Sanabria *et al.* (2014), encontraron que la macrofauna es muy sensible a los cambios en el tipo de abono, logrando una mayor diversidad de especies en la hojarasca mixta que en tres tipos de monocultivo.



TRAMPAS

Combinación		Índice de Shannon H (A)	Índice de Shannon H (B)	t	p-value**
A	B				
Suelo inicio	Químico	1,3669	0,46985	2,3434	0,051361
Suelo inicio	Gallinaza	1,3669	0,75027	1,5748	0,144390
Suelo inicio	Abono 1	1,3669	1,6320	-0,9548	0,351270
Suelo inicio	Abono 2	1,3669	1,5603	-0,6302	0,53412
Suelo inicio	Abono 3	1,3669	1,4026	-0,13826	0,89178
Químico	Gallinaza	0,46985	0,75027	-0,6449	0,53790
Químico	Abono 1	0,46985	1,6320	-3,4593	0,02092
Químico	Abono 2	0,46985	1,5603	-3,0252	0,023458
Químico	Abono 3	0,46985	1,4026	-2,9134	0,046477
Gallinaza	Abono 1	0,75027	1,6320	-2,5491	0,036548
Gallinaza	Abono 2	0,75027	1,5603	-2,1907	0,054875
Gallinaza	Abono 3	0,75027	1,4026	-1,9732	0,094242
Abono 1	Abono 2	1,6320	1,5603	0,29176	0,77194
Abono 1	Abono 3	1,6320	1,4026	1,2612	0,21433
Abono 2	Abono 3	1,5603	1,4026	0,70412	0,48580

Según Hattenschwiler *et al.* (2005) indican que una de las principales consecuencias de la diversidad decreciente, es la eliminación de especies no deseadas por actividades antrópicas, grave consecuencia para los ciclos biogeoquímicos.

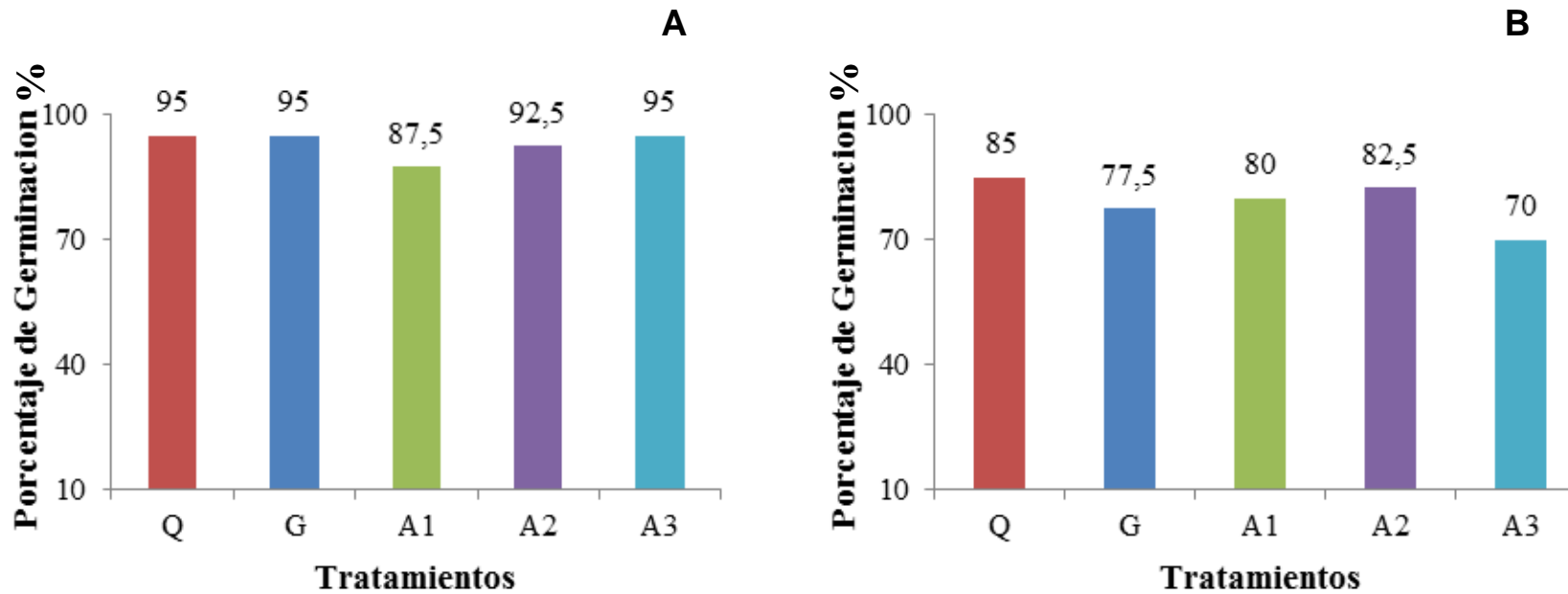
**Valores menores a 0,05 indican diferencias significativas estadísticamente.



VARIABLES FENOLÓGICAS



PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

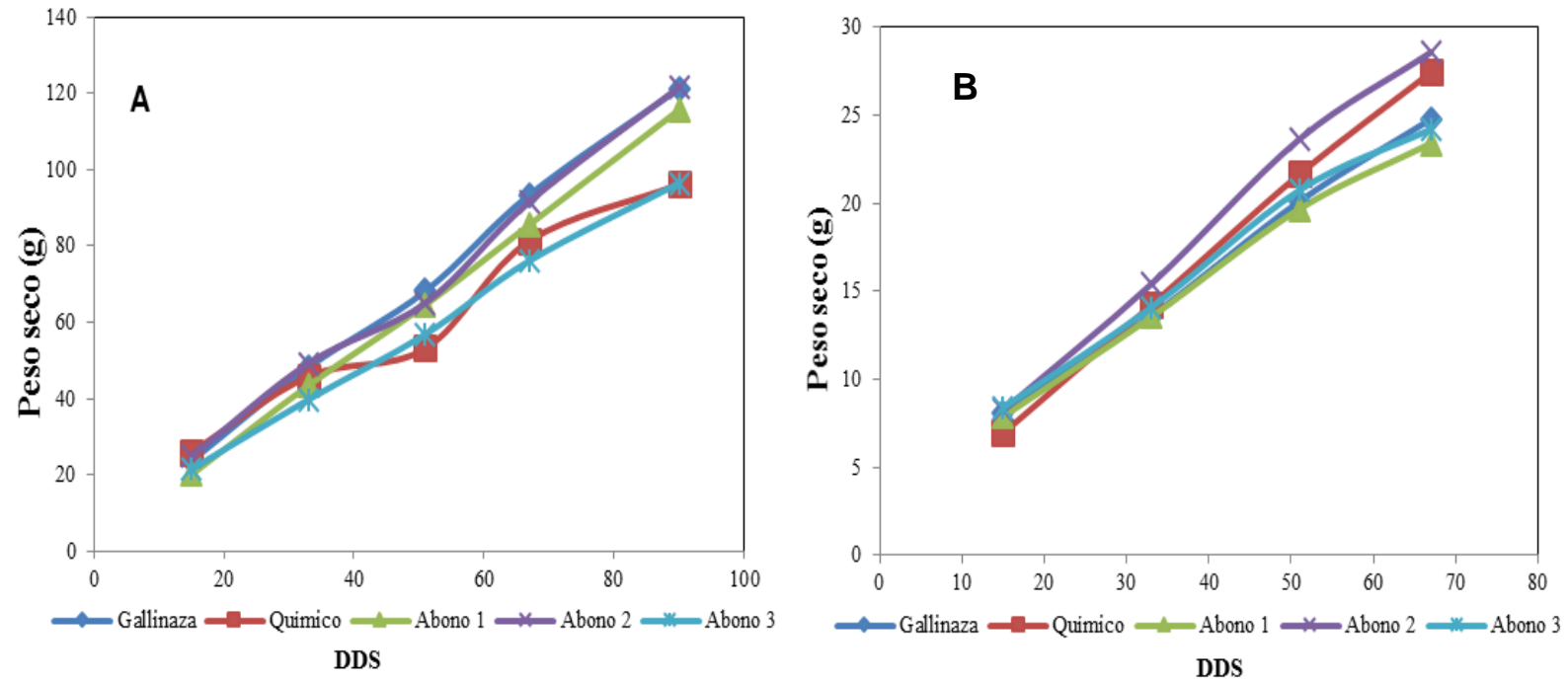


A. Maíz B. Frijol

Los abonos orgánicos mejoran la estructura del suelo favoreciendo el crecimiento radicular (Cepeda & Pardo, 2011).



TENDENCIA DEL PESO SECO PARA PLANTAS

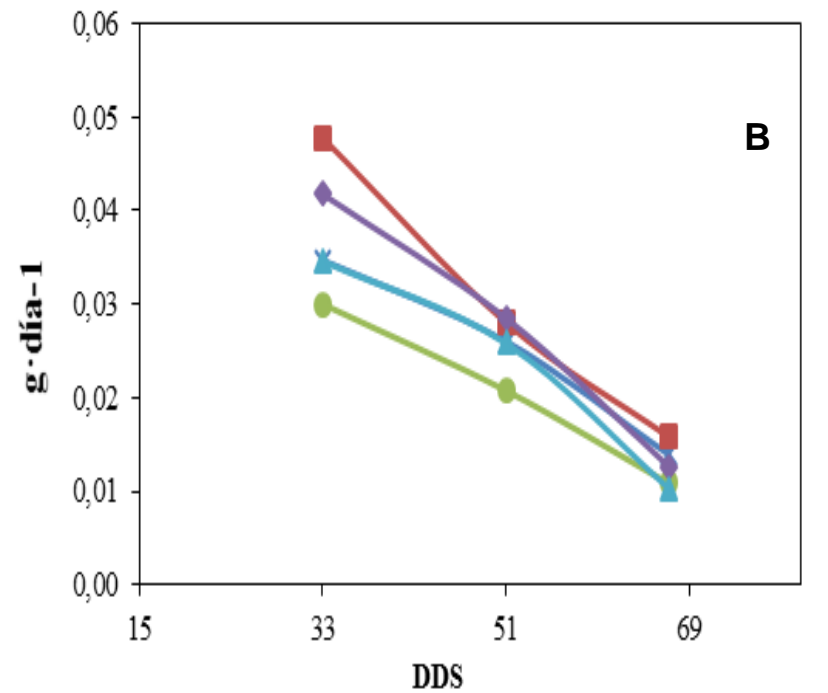
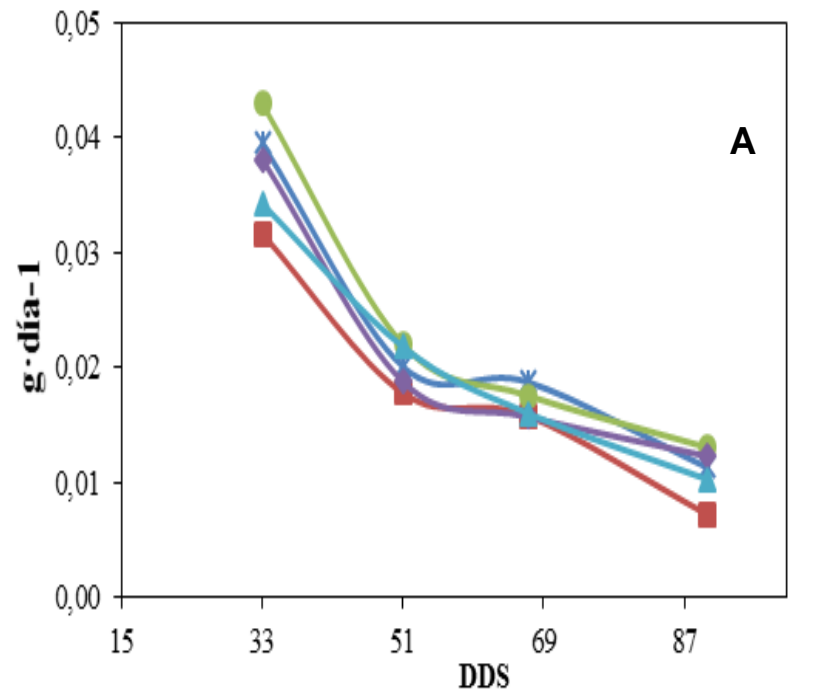


A. Maíz B. Frijol

(Soplin *et al.* 1993; Maldonado & Corchuelo, 1993)



TASA DE CRECIMIENTO RELATIVO (TCR)

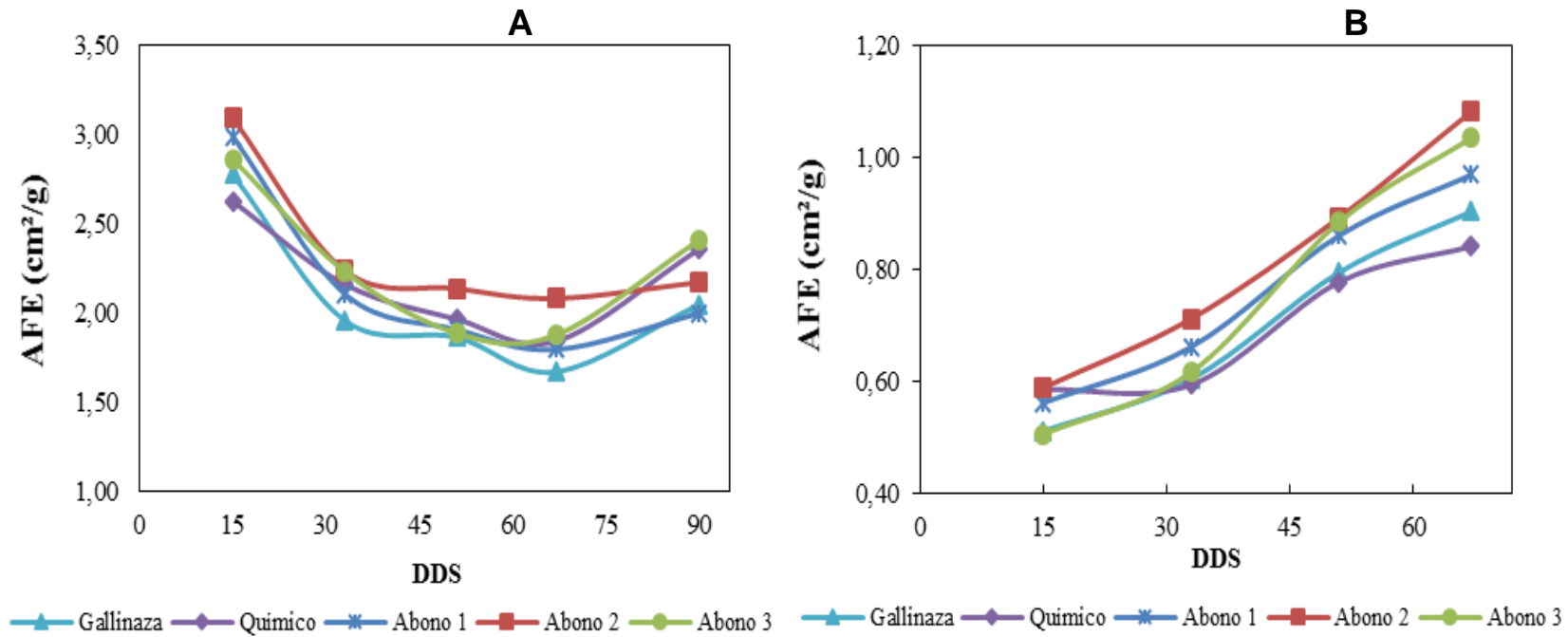


A. Maíz B. Frijol

(Barrios *et al.* 2011)



AREA FOLIAR ESPECÍFICA (AFE)



A. Maíz B. Frijol

(Gil & Miranda, 2007).



RENDIMIENTO DE PLANTAS

Cuadro de Análisis de la VARIANZA (Roy)

Fuente de Variación	Estadístico	F	gl (num)	gl (den)	p
Tratamiento	0,09	2,37	4	102	0,057

Prueba Hotelling Alfa=0,05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 102

Tratamiento	Peso Mazorca	Peso Ameros	N Granos	N		
A3	134,22	71,33	247,44	18	A	B
A1	146,25	77,92	278,88	24	A	B
Q	146,52	77,09	273,87	23	A	B
G	128,13	58,26	278,96	23	A	
A2	189,53	101,37	337,47	19		B

Cuadro de Análisis de la VARIANZA (Roy)

Fuente de Variación	Estadístico	F	gl (num)	gl (den)	p
Tratamiento	0,09	3,17	4	161	0,0154

Prueba Hotelling Alfa=0,05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 161

Tratamiento	N Vainas	N Granos	n			
A3	5,38	2,94	34	A	B	C
Q	5,42	2,85	35	A		C
G	5,17	2,69	33	A		
A1	6,47	3,13	30		B	C
A2	6,00	3,5	34		B	



(Doan *et al.* 2013)

(Cepeda & Pardo, 2011)

(Jacome, 2011)



RELACIÓN COSTO BENEFICIO



COMPARACIÓN DE LOS COSTOS POR TRATAMIENTO.

Factores	Productos	Residuos agropecuarios	Materiales	Mano de obra	Transportes	Bultos	TOTAL
	T15, I.S.	Bo, C.H, To, Pl, Ho, Ga.	LyP, T.A.	R.R, Vo, Ap.	T.P, T.C.	40 kg	
Químico	\$109.400	-----	-----	\$20.000	\$16.400	1	\$145.800
Abono 1	-----	\$0	\$5.000	\$80.000	-----	6	\$85.000
Gallinaza	-----	\$80.000	-----	\$20.000	-----	4	\$100.000

Fuente: Autores.

Productos= **T15**= Triple 15, **I.S.**= Indumentaria de seguridad

Residuos agropecuarios= **Bo**= Bovinaza, **C.H**= Cascara de huevo, **To**= Tomate, **Pl**= Plátano, **Ho**= Hortalizas, **Ga**= Gallinaza.

Materiales= **LyP**= Lonas y Plásticos, **T.A**= Tubos de aireación.

Mano de obra= **R.R**= Recolección de residuos, **Vo**= Volteo, **Ap**= Aplicación.

Transportes= **T.P**= Transporte de personal, **T.C**= Transporte de carga.

COSTOS DE RECUPERACIÓN DE UN SUELO CONTAMINADO CON FERTILIZANTES QUÍMICOS.

Factores	Producto y materiales	Perdidas por descanso del terreno	Mano de obra	TOTAL
	20 toneladas de abono orgánico y plásticos.	2 años sin cultivar	Elaboración y aplicación del abono, 21 jornales	
Precio	\$25.000	\$8'000.000	\$420.000	\$8'445.000

Fuente: Autores.



Los resultados de Sbaffoni *et al.* (2015), encontraron que el margen de ganancia es mucho más alto con los abonos orgánicos que con los fertilizantes químicos.

R. agropecuarios → Producto valor agregado

↓ impacto contaminante → favorecen la salud y calidad de vida

↑ nutrientes a largo plazo → evitan la aplicación y dependencia

Las investigaciones de Guenon & Gross, (2014) demostraron cambios significativos en la recuperación del suelo después de 10 meses de aplicar abonos orgánicos. De hecho, estos materiales pueden suministrar suficiente materia orgánica y nutrientes para una rehabilitación exitosa del suelo.



CONCLUSIONES

El abono 3 fue el tratamiento con los mejores resultados en la mayoría de variables químicas (Materia Orgánica, Fosforo, Potasio, Hierro y Zinc) obteniendo diferencias significativas antes y después de la fertilización, diferenciándolo del abono químico y la gallinaza con menores valores; este resultado posiblemente está relacionado en la composición del tratamiento.

Los mejores rendimientos para maíz y frijol se presentaron con el Abono 2, en las variables peso de mazorca, de ameros, y número de granos en maíz y numero de vainas y granos en frijol.

En general el mayor rendimiento en las variables biológicas fue representada por el abono 2 (micro, meso y macrofauna) y los menores valores los obtuvo el tratamiento químico.

Con base a los resultados de este estudio, el uso y la fabricación de las mezclas orgánicas tuvieron un menor costo (\$85.000), que el fertilizante químico (\$145.800), revelando la posibilidad de generar mayores ventajas a largo plazo que la compra y uso de los fertilizantes químicos.



RECOMENDACIONES

- ⦿ Utilizar materiales con bajo contenido de humedad, ya que si se manejan muy húmedos, pueden llegar a generar altos volumen de lixiviado que pueden afectar el proceso de compostaje originando malos olores y bajando la calidad del compost maduro.
- ⦿ Hacer pruebas bromatológicas a los forrajes para establecer la calidad nutricional y así poder incluirlo en la dieta de alguna especie animal.
- ⦿ Proponer estudios donde se conozcan los grados de residualidad de los alimentos producidos con fertilización orgánica y química.



GRACIAS



BIBLIOGRAFÍA

Abad, F J. (2014). Evaluación cualitativa mediante cromatografía, de la fertilidad de cinco suelos con diferentes manejos orgánicos y convencionales. Tesis doctoral, cuenca, 39-44.

Aguirre, M. (2009). Clave de identificación de géneros conocidos y esperados de Elateridae leach (coleoptera: elateroidea) en Colombia. Boletín del museo de entomología de la universidad del valle 10 (2), 25-35.

Branstetter, M., & Sáenz, L. (2012). Las hormigas (hymenoptera: formicidae) de Guatemala. Biodiversidad de guatemala volumen 2 isbn 978-9929-40-239-3, 221-270.

Cepeda, A., & Pardo, A. (2011). Evaluación del efecto de abonos obtenidos de residuos orgánicos de fincas cafeteras, sobre el crecimiento y producción de maíz (zea mays) y frijol (phaseolus vulgaris) en la región del Sumapáz. Cundinamarca. Trabajo de grado universidad de Cundinamarca., 84-94.

Domínguez, A., Bedano, J., & Becker, A. (2009). Cambios en la comunidad de lombrices de tierra (annelida: lumbricina) como consecuencia del uso de la técnica de siembra directa en el centro-sur de córdoba, argentina. Ciencia del suelo vol.27 no.1 issn 1850-2067, 11-19.

Funes, F. (2009). Eficiencia energética en sistemas agropecuarios. Elementos teóricos y prácticos para el cálculo y análisis integrado Estación Experimental. "Indio Hatuey", Universidad de Matanzas., 1-36.

Garbout a, A., Munkholm, L., & Hansen, S. (2013). Tillage effects on topsoil structural quality assessed using X-ray CT, soil cores and visual soil evaluation. Soil & Tillage Research, 104 - 109.

García, R., Armbrach, I., & Ulloa, P. (2001). Staphylinidae (Coleoptera): composición y mirmecofilia en bosques secos relictuales de Colombia. Folia entomol , 1-10.



García, Y., Ramirez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes*, 125 - 138.

Geisseler, D., & Scow, K. M. (2014). Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms a review. *Soil Biology & Biochemistry*, 75 54-63.

Gil, A., & Miranda, D. (2007). Efecto de cinco sustratos sobre índices de crecimiento de plantas de papaya (*Carica papaya* L.) bajo invernadero. *Revista colombiana de ciencias hortícola*, Vol 1 142-153.

Gondim, C. (2013). Análisis microbiológico de un suelo agrícola mediterráneo tras la aplicación de lodos de depuradora urbana. Tesis doctoral, Madrid, 25-28.

Granados, R., & Sarabia, A. (2013). Cambio climático y efectos en la fenología del maíz en el DDR-Toluca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(3), 435-446.

Hernández, N., & Soto, F. (2012). Influencia de tres fechas de siembra sobre el crecimiento y rendimiento de especies de cereales cultivados en condiciones tropicales. Parte I. Cultivo del maíz (*Zea mays* L.). *Cultivos Tropicales*, 33(2), 44-49.

Jacome, A. (2011). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) En un inceptisol con propiedades andicas en la microcuenca centella dagua – valle. Proyecto de grado Universidad el Valle, 30-38.

Ligarreto, G. (2013). Componentes de variancia en variables de crecimiento y fotosíntesis en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Crecimiento y fotosíntesis del frijol. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Loja, C., & Mendez, K. (2015). Primeros cambios en la cantidad de bacterias, hongos, macroinvertebrados y propiedades físicas del suelo luego de la aplicación de enmiendas orgánicas en un suelo previamente manejado de forma convencional. Proyecto de Grado Universidad de Cuenca, 25-38.

