

# PRODUCCIÓN DE CEBOLLA (*ALLIUM CEPA* L.) CON UN BIOMEJORADOR DE SUELOS Y FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN LA IRRIGACIÓN MAJES

Omar Zeballos<sup>1</sup>; Oscar Loli<sup>2</sup>; Manuel Canto<sup>3</sup>; Julio Alegre<sup>2</sup>

(1)Universidad Católica de Santa María. Escuela de Posgrado

(2)Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Departamento Académico de Suelos

(3)Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Departamento Académico de Fitopatología

**Resumen.** El objetivo fue evaluar el efecto de un biomejorador de suelos y de fertilizantes orgánicos en la producción de cebolla conducida bajo dos sistemas de riego tecnificado. El experimento se realizó en una parcela de aspersión y otra de goteo, en ambas fueron establecidas las fuentes y niveles de fertilizantes orgánicos (gallinaza y guano de isla) comparados con fertilización química. Un total de 9 tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar, para luego efectuar un análisis combinado de ambas parcelas. Se evaluó el rendimiento ( $t.h^{-1}$ ) en categoría de bulbo comercial "primera" y "segunda" y total en la primera y segunda campaña (efecto residual). En la primera campaña el mejor fertilizante orgánico fue el guano de isla, mientras que en la segunda campaña gallinaza en combinación con el biomejorador de suelos mostro el mejor comportamiento para en la categoría de bulbo primera. Estos rendimientos tanto en la primera campaña como en la segunda campaña fueron superiores bajo riego por goteo.

**Palabras clave:** *Allium cepa*, Fertilizante orgánico, Biomejorador de suelos.

**Abstract.** The objective was to evaluate the effect of a soils bioenhancer and organic fertilizers in the onion production carried out under two technical irrigation system. The trial was carried out in a plot under spray irrigation and under drip irrigation, in both plots the sources and levels of organic fertilizers (Chicken manure and seabird guano) were compared with chemical fertilization. A completely random block design was used with 9 treatments and 3 replications for each plot, and a combined analysis to both plots was made. Onion total yield ( $t.h^{-1}$ ), "first" category yield ( $t.h^{-1}$ ) and "second" category yield ( $t.h^{-1}$ ) were evaluated in the first cropping season and in the second season (residual effect). The yields to the first cropping season showed that the best organic fertilizer was the seabird guano, while in the second season chicken manure in combination with the soils bioenhancer showed the best performance in onion's bulb "first" category. The yields from the first cropping season and the second season were greater under drip irrigation.

**Key words:** *Allium cepa*, Organic fertilizer, Soils Bioenhancer.

## INTRODUCCIÓN

La cebolla es una hortaliza de mucha importancia en la región Arequipa, principalmente en la provincia de Arequipa; tanto por la diversidad de formas en la que se las puede utilizar en la alimentación así como por la cantidad de área cultivada debido al clima favorable que presenta para su cultivo durante todo el año. Las zonas de cultivo a nivel nacional, son: Arequipa, Lima, Tarma, Huancayo, Huaraz, Piura, y otras zonas (INEI, 1996).

Los suelos de la Irrigación Majes, presentan material aluvial piroclásticos y sedimentarios de textura gruesa, permeabilidad moderadamente alta, baja retentividad de agua y contenido de materia orgánica deficitaria por su condición desértica o de zona árida (AUTODEMA, 1995 citado por Batallanos, 1999).

Este hecho determina que para la producción de cultivos los agricultores opten por usar fertilizantes químicos muchas veces en forma excesiva dejando de lado la aplicación de enmiendas y fertilizantes orgánicas destruyendo lentamente la vida en el suelo, porque esta práctica va volviéndose insostenible.

La productividad de un cultivo depende de factores tales como:

suelo, planta, clima y manejo, los que pueden descomponerse en una variada gama de factores implícitos que los caracteriza. El rendimiento puede ser considerado como una función de dichos factores (Squella *et al.* 1983).

Para un manejo sustentable es el recurso suelo el punto de partida para el desarrollo de una agricultura sustentable que garantiza la fertilidad biológica, física y química del mismo. Agricultura sustentable no es posible sin suelos sustentables. Pero el suelo no puede ser sostenido sin un satisfactorio nivel de materia orgánica de suelo (MOS); el cual a la vez es largamente dependiente de las adiciones de materia orgánica (MO) y como ellas son dadas. La dependencia de la agricultura sustentable sobre la materia orgánica origina muchos efectos benéficos provenientes de ambas formas (MO y MOS) (Wolf y Snyder, 2003).

La materia orgánica del suelo es un importante atributo de la calidad del suelo debido a la variedad de funciones que esta tiene como catión de reserva (un atributo de fertilidad) y como un agente de estabilización de agregados, lugar para el almacenaje de C y secuestro así como recurso energético para la actividad biológica heterotrófica (Marinissen y Hillenaar, 1996; Pulleman *et al.*, 2002; Six *et al.*, 2002).

Los biofertilizantes juegan un rol muy importante en la fabricación así como en los prácticos sistemas de producción de alimentos; estos se definen como preparados que contienen microorganismos vivos o células latentes que mejoran el crecimiento de la planta a través de la naturaleza de sus interacciones en la rizosfera (Misha y Dadhih 2010, citado por Matsumura *et al.*, 2014)

Correspondencia a:

Omar Zeballos Cáceres  
Urb. Los Ángeles C-27 Umacollo.  
Celular: 959699991  
e-mail: omar\_zc@hotmail.com

La aplicación de biofertilizantes se ha extendido hacia el crecimiento de varios productos agrícolas como flores, hortalizas, futas, cultivos extensivos y forrajeros. Los efectos benéficos de los biofertilizantes incluyen:

- (1) aceleración de la degradación de los componentes orgánicos del suelo;
- (2) mejora las propiedades de aireación del suelo;
- (3) promueve el desarrollo del sistema radicular del cultivo;
- (4) propagación de microorganismos útiles para el desarrollo de la planta en el suelo; y
- (5) inhibe la propagación de microorganismos nocivos o perjudiciales (Matsumura *et al.*, 2014)

Nutrabiota® Plus actúa como un biomejorador de la calidad del material orgánico aplicado o enterrado en el suelo para mejorar el acondicionamiento orgánico, biológico, químico y físico del suelo tratado con abonos químicos (NPK, sulfatos, etc.), abonos orgánicos nitrogenados (guano de isla, harina de pescado, harina de sangre, etc.) o excrementos de origen animal (estiércol, gallinaza, pollinaza, etc.). Aunque Nutrabiota® Plus se integra a los procesos biológicos de la descomposición del material orgánico utilizado, su eficiencia no se mide tanto por la descomposición (o mineralización) que es un proceso natural de la función de reciclaje del suelo sino por su influencia sobre el estado de la asimilación del nitrógeno por la microbiota del suelo y por el efecto benéfico de la materia orgánica del suelo (MOS).

Nutrabiota® Plus ejerce su influencia selectiva sobre la microbiota del suelo por tres propiedades caracterizadas, uno de ellos es su baja relación C/N muy similar a la relación C/N de las bacterias fijadoras de nitrógeno del suelo y las otras dos por su alto contenido de fósforo orgánico y calcio orgánico de origen microbiano.

En presencia de material orgánico o celulosa junto al tratamiento con calcio orgánico y fósforo orgánico contenidos en Nutrabiota® Plus se produce una fijación de nitrógeno tan grande que produce buenas cosechas (Agris, 2010). Aunque pareciera lógico que por necesidad las fuentes de material orgánico se consideren abonos orgánicos en el suelo no son la fuente primaria de nitrógeno, por la sencilla razón que las plantas para poder formar su propia materia orgánica deben asegurarse de recibir nitrógeno.

Por ello, la fuente primaria de nitrógeno de las plantas son los microorganismos que lo fijan, y que necesitan de materia orgánica en descomposición si fueran bacterias o que lo forman si fueran algas cianofíceas. Asimismo, por la animación de la vida del suelo se movilizan nutrientes y se fija nitrógeno en forma natural.

No importa la cantidad de nitrógeno adicionado al suelo por la materia orgánica, sino su capacidad de fijar nitrógeno (Primavesi, 1990).

Al respecto Singh (2007) realizó un estudio para evaluar la calidad de suelo bajo el Manejo Integrado de Nutrientes; realizó una comparación entre las prácticas de manejo integrado de nutrientes (fertilización N-P-K, fertilización con estiércol orgánico, compost y biofertilizantes a base de *Rhizobium/Azotobacter* y bacterias solubilizadoras de fósforo) con las prácticas de los agricultores tradicionales durante los años 2001-2003 basado en un sistema de rotación okra-frijol chino – arroz. Encontró que el manejo integrado de nutrientes incrementó la calidad de los suelos acorde al Índice Relativo de Calidad de Suelos (RSQI). En términos de C.E, pH, N, P, K, materia orgánica y textura de suelo; hubo un incremento de 58%.

Es preciso señalar que si bien en la Irrigación Majes se cuenta con riego tecnificado, aspersión y goteo, debido a los altos costos de instalación la mayoría de agricultores opta por el sistema de aspersión, razón por la cual en el presente experimento se planteó la necesidad de evaluar el efecto del biomejorador de suelos Nutrabiota® Plus y fertilizantes orgánicos en la producción de cebolla, bajo ambos sistemas de riego.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de un biomejorador de suelos y de fertilizantes orgánicos en la producción de cebolla conducida bajo dos sistemas de riego tecnificado

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de Estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de AUTODEMA en la Irrigación Majes localizada en la costa sur del Perú, entre los paralelos 16° 11' Latitud Sur y los meridianos 72° 10' Longitud Oeste a una altitud de 1440 metros sobre el nivel del mar.

El clima de la Pampa de Majes ha sido definido por los estudios efectuados, sobre la base de los datos meteorológicos registrados en la estación Meteorológica de las Pampas de Majes, ubicada a 1440 m.s.n.m, desde 1950. El Clima es típicamente desértico y en función de la latitud es considerado como tropical a templado, la media anual de la temperatura es de 19°C, con valores máximos están alrededor de 30°C.

La humedad relativa es baja, con una media anual de 52% y alcanza el máximo durante algunos meses del año en que predominan las neblinas que se originan en las inmediaciones del mar. Los vientos soplan constantemente en el curso del año alcanzando la máxima velocidad a las 14 horas, con intensidad en torno a las 4 m/s durante los periodos de primavera y verano y con dirección predominante NNE por la mañana y de SW por la tarde. Las precipitaciones no son significativas, presentando una media anual de 6,9 mm. (Media entre 1950 a 1985) (INIPA-FAPROCAF, 1982; AUTODEMA, 1990).

### Metodología

El experimento se condujo bajo un diseño de bloques completos al azar con nueve (09) tratamientos y tres (3) repeticiones tanto para el área experimental bajo riego por goteo y para el área experimental bajo riego por aspersión. Posteriormente de finalizada la primera cosecha, se volvió a trasplantar el cultivo de cebolla, de la misma variedad (Roja Camaneja), con el objetivo de evaluar el efecto residual de los tratamientos en estudio, ya que no se aplicó ningún tratamiento usado en la primera campaña. Al final de la segunda campaña se registraron los rendimientos finales de cada tratamiento en estudio.

Se realizó un análisis individual por cada parcela (aperción y goteo) y una prueba de homogeneidad de varianzas de cada parcela para luego proceder a realizar el análisis combinado donde se incluirá el factor riego. Se realizó la prueba estadística de F para los diferentes cuadrados medios y la prueba de Duncan al 0,05 de significación para comparar las medias de los tratamientos. Se realizó la prueba de contrastes lineales ortogonales para determinar los efectos individuales de cada tratamiento en estudio.

**TABLA 1. Tratamientos usados en el presente experimento**

Tratamiento	Biomejorador	Fertilizante orgánico	Fertilizante químico
T1	Nutrabiota	Gallinaza 5 t/ha	-----
T2	-----	Gallinaza 5 t/ha	-----
T3	Nutrabiota	Guano isla 3 t/ha	-----
T4	-----	Guano isla 3 t/ha	-----
T5	Nutrabiota	-----	250-200-160
T6	-----	-----	250-200-160
T7	Nutrabiota	-----	-----
T8	-----	-----	-----
T9	Nutrabiota	De fondo (una aplicación)	-----

El experimento se realizó, bajo la misma metodología del agricultor, es decir, forma de siembra, riego y labores culturales complementarias. En la preparación del terreno como primer paso se procedió al desempiedre y limpieza de malezas y residuos de la campaña anterior, posteriormente se le aplicó un riego pesado para después aplicar el estiércol de vacuno (20 t.h<sup>-1</sup>) en pequeños montones de tal manera que pueda ser distribuido uniformemente en todo el campo experimental para luego extenderlo y cubrir todo el campo experimental. Al día siguiente se procedió a pasar disco para introducir el estiércol dentro de la capa arable, para luego nivelar o borrar con el riel de tal forma que quede plano quedando apto el terreno para el surcado y posterior trasplante.

#### Aplicación de Nutrabiota® Plus

- Para el tratamiento T9, (aplicación de fondo del biomejorador). Se realizó con la aplicación de una dosis de 1% (2 L / 200 L) en drench.
- Remojo de las plántulas 10 minutos a una dosis de 0.5 % (el día del trasplante para su bioprotección contra patógenos del suelo)

- Foliarmente el día del trasplante, se aplicó a una concentración de 0.5 % (1 L / 200 L)
- Foliarmente en forma preventiva (para protegerlo de plagas) 6 aplicaciones cada a los 15, 30, 45, 60, 75, y 90 días después del trasplante
- Al surco húmedo en drench (para el crecimiento vegetativo y llenado del bulbo) 3 aplicaciones a los 15, 45 y 75 días después del trasplante a una dosis de 1%

#### Aplicación de fertilizantes orgánicos

La aplicación de la gallinaza y el guano de isla se realizaron al voleo en cada una de las unidades experimentales asignadas para el caso.

Para lo cual el 70 % fue aplicado al momento del trasplante y el 30 % a los 30 días después del trasplante. Los fertilizantes químicos fueron empleados de acuerdo al sistema empleado por el agricultor, es decir todo el fósforo y potasio al momento del trasplante y el nitrógeno fraccionado en tres partes.

**TABLA 2. Composición de los fertilizantes orgánicos usados en el experimento.**

Materia orgánica	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Hd (%)	Na (%)	pH	C.E (dS/m)
Gallinaza	4	2,4	2,96	2,84	0,86	13,27	0,3	6,75	11,4
Guano de Isla	15,29	10,25	3,22	10,07	0,82	16,07	4,2	5,46	53,2
Estiércol Vacuno	2,25	1,58	3,71	4,82	1,01	16,23	0,32	8,35	14,1

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos plantas, aguas y fertilizantes. UNALM.

#### Cosecha

La cosecha de la primera campaña tuvo un periodo vegetativo de 107 días; ésta fue manualmente, agrupando los bulbos por tratamientos en categorías "primera" y "segunda", cubriéndose los mismos con rastrojos y sus propias hojas para el curado y evitando el quemado del sol.

Posterior a la cosecha se dejó en el campo la cebolla por un periodo de 10 días para tener un almacenamiento óptimo como resultado de un buen curado.

La cosecha de la segunda campaña donde se evaluó el efecto residual de los tratamientos tuvo un periodo vegetativo de 110 días y se realizó de la misma manera que la anterior campaña.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Primera campaña

Se realizó una prueba de homogeneidad de varianzas para el rendimiento total y las categorías "primera" y "segunda" entre las parcelas de aspersión y goteo en donde se determinó que existe suficiente homogeneidad para poder realizar el análisis combinado.

**TABLA 3. Análisis de varianza combinado para rendimiento total y categoría “primera” y “segunda”.**

F.V	G.L	Total		Primera		Segunda	
		F.C	Sig	F.C	Sig	F.C	Sig
Bloque (Riego )	4	1,03	N.S	0,87	N.S	1,77	N.S
Riego	1	14,36	*	23,2	*	1,71	N.S
Tratamiento	8	9,01	*	10,14	*	2,75	*
T8 Vs El resto	1	20,23	*	26,7	*	3,2	N.S
T1 T3 T5 T7 T9 Vs T2 T4 T6 T8	1	2,21	N.S	0,88	N.S	1,96	N.S
T1 Vs T2	1	0,15	N.S	0,06	N.S	2,65	N.S
T3 Vs T4	1	0,59	N.S	0,02	N.S	2,52	N.S
T5 Vs T6	1	0	N.S	0,07	N.S	0,38	N.S
T7 Vs T8	1	0,01	N.S	0,65	N.S	5,4	*
T8 Vs T9	1	1,31	N.S	0,7	N.S	0,6	N.S
T8 VS T7 T9	1	0,37	N.S	0,9	N.S	0,8	N.S
T1 T2 Vs T3 T4	1	6,36	*	4,58	*	0,92	N.S
T1 T2 Vs T5 T6	1	1,13	N.S	1,46	N.S	0,15	N.S
T3 T4 Vs T5 T6	1	2,13	N.S	0,87	N.S	1,8	N.S
Trat * Riego	8	1,67	N.S	1,1	N.S	0,85	N.S
Error exp.	32						
Total	53						

Según el análisis de varianza combinado para el rendimiento total y para rendimiento categoría “primera” podemos observar en su fuente de variación riego y tratamiento existe diferencia estadística significativa; mientras que para las demás fuentes de variación no existen diferencias estadísticas significativas. Para el rendimiento categoría “segunda” podemos observar que solo en su fuente de variación tratamiento existe diferencia estadística significativa.

En la descomposición de los efectos de los tratamientos se observa que existe diferencia estadística significativa entre las fuentes de materia orgánica empleada para el rendimiento total y rendimiento categoría “primera”, asimismo los coeficientes de variabilidad fueron de 12,33; 15,71 y 22,6% para el rendimiento total, rendimiento categoría “primera” y “Segunda” respectivamente.

En la tabla 4 podemos observar que existe diferencia estadística para los sistemas de riego, para rendimiento total y rendimiento categoría “primera” en donde se ve que el riego por goteo muestra un valor más alto de rendimiento en relación al riego por aspersión.

*TABLA 4. Comparación medias para el factor riego en promedio de tratamientos, para rendimiento total y rendimiento categoría “Primera”.*

Riego	Total		Primera	
	Media	Sig	Media	Sig
Goteo	41.39	a	33.61	a
Aspersión	36.38	b	27.72	b

En la tabla 4 se puede observar la prueba de comparación de medias para rendimiento total, rendimiento categoría “primera” y “segunda” para la primera campaña en donde se puede observar, en el caso de rendimiento total que para los tratamientos T7 (Nutrabiota), T8 (Testigo sin aplicación) y T9 (Nutrabiota de fondo), mostraron ser estadísticamente iguales entre si y diferentes de los demás tratamientos en estudio, mostrando los rendimientos más bajos.

Los tratamientos T4 (Guano de isla), T3 (Nutrabiota + guano de isla), T6 (Fertilización química), T5 (Nutrabiota + fertilización química) y T2 (Gallinaza) mostraron los mayores valores de rendimiento siendo estos estadísticamente iguales entre sí.

Para el caso de rendimiento categoría “primera” se puede observar que los tratamientos T7 (Nutrabiota), T8 (Testigo sin aplicación) y T9 (Nutrabiota de fondo), mostraron ser estadísticamente iguales entre si y diferentes de los demás tratamientos en estudio, mostrando los rendimientos más bajos. Los tratamientos T4 (Guano de isla), T3 (Nutrabiota + guano de isla), T6 (Fertilización química), T5 (Nutrabiota + fertilización química), T1 (Nutrabiota + gallinaza) y T2 (Gallinaza) mostraron los mayores valores de rendimiento siendo estos estadísticamente iguales entre sí.

Finalmente para rendimiento categoría “Segunda” de cebolla para la primera campaña se puede observar que para los tratamientos T9 (Nutrabiota de fondo), T8 (Testigo sin aplicación), T4 (Guano de isla) y T2 (Gallinaza) mostraron los mayores valores de rendimiento siendo estos estadísticamente iguales entre sí.

**TABLA 5. Promedios para Rendimiento total, “Primera” y “Segunda”**

Tratamientos	Total		Primera		Segunda	
	Media	Sig	Media	Sig	Media	Sig
T4(Guano Isla)	46,21	a	36,92	a	9,29	a b c
T3(Nutrabiota - Guano Isla)	44,08	a b	36,5	a	7,58	b c
T6(250-200-160)	42,33	a b	35,25	a	7,08	b c
T5(Nutrabiota - 250-200-160)	42,25	a b	34,5	a	7,75	b c
T2(Gallinaza)	40,75	a b	32,17	a	8,58	a b c
T1(Nutrabiota – Gallinaza)	39,67	b	32,83	a	6,83	c
T9(Nutrabiota Fondo)	33,75	c	23,42	b	10,33	a
T8 (Sin aplicación)	30,58	c	21,08	b	9,5	a b
T7(Nutrabiota)	30,33	c	23,33	b	7	c

\*Medias con letras iguales no son diferentes estadísticamente según la prueba de Duncan al 0,05.

Los mayores rendimientos totales y de categoría “Primera” se obtuvieron bajo el sistema de riego por goteo, lo que evidencia la mayor efectividad de dicho sistema, al respecto Shock y Welch (2013) señalan que el riego por goteo aumenta los rendimientos y calidad en bulbos de cebolla.

Estos resultados nos indican que los tratamientos T4 (Guano de isla) y T3 (Nutrabiota + guano de isla) tuvieron un comportamiento similar a los tratamiento con fertilizantes químicos T6 (Fertilización química), T5 (Nutrabiota + fertilización química) y esto se deba a la dinámica de la mineralización del N dada por la naturaleza del guano de Isla, considerando el alto contenido de N (15,29 %, tabla 10) y a las altas temperaturas imperantes en la Irrigación Majes típicas de una zona árida, lo cual propiciaron su rápida mineralización, lo cual es corroborado por Harst y Johnston (2006) encontraron que entre el 47 y 60% del N orgánico del guano de isla se mineraliza en un periodo de 2 semanas.

Por otro lado Hadas y Rosemberg (1992) encontraron que el 80% del N orgánico del guano de isla se mineraliza en 8 semanas a una temperatura del suelo de 30 ° C.

**Análisis individual de los efectos de los tratamientos en estudio**

Se realizó una prueba de contrastes ortogonales lineales (tabla 3) para determinar los efectos individuales de los tratamientos en estudio.

**TABLA 6. Efecto del Nutrabiota en el Rendimiento sobre la fertilización de fondo(estírcol de vacuno 20 t.ha<sup>-1</sup>).**

	Nutrabiota			Nutrabiota de Fondo		
	Total	Primera	Segunda	Total	Primera	Segunda
Sin Nutrabiota	30,58 a	21,08 a	9,5 a	30,58 a	21,08 a	9,50 a
Con Nutrabiota	30,33 a	23,33 a	7,0 b	33,75 a	23,42 a	10,33 a

**TABLA 7. Efecto de los fertilizantes orgánicos y químicos en el Rendimiento.**

	Total	Primera	Segunda
Gallinaza	40,21 a	32,50 a	7,71 a
Guano Isla	45,15 b	36,71 b	8,44 a
Total			
Gallinaza	40,21 a	32,50 a	7,71 a
Químico	42,29 a	34,88 a	7,42 a
Total			
Guano Isla	45,15 a	36,71 a	8,44 a
Químico	42,29 a	34,88 a	7,42 a

Se puede observar que no hay un efecto significativo del biofertilizante Nutrabiota en el rendimiento de cebolla para la primera campaña y esto se deba presumiblemente a la dinámica de mineralización de los fertilizantes orgánicos, ya que al considerar el periodo vegetativo del cultivo (107) y las necesidades nutricionales del cultivo, se puede inferir que dichos nutrientes aportados producto de la mineralización de los fertilizantes orgánicos y del aporte de los fertilizantes químicos, fueron suficientes para el desarrollo del cultivo; al respecto Harst et al. (2000) encontraron que del estiércol de aves de corral se mineraliza en un periodo de 12 semanas el 16 % del N orgánico mientras que Chae y Tabatabai (1986) encontraron que para el estiércol de vacuno la tasa de mineralización de N es de 23% y para la gallinaza es de 53% en un periodo de 26 semanas.

Para la primera campaña se observa que el rendimiento de bulbos de categoría “Segunda” fue mayor en el tratamiento T7 (Testigo sin aplicación) en relación con el tratamiento T8 (Nutrabiota). Asimismo para la primera campaña se puede observar que el mejor fertilizante orgánico fue el guano de isla, obteniéndose rendimientos promedios más altos en comparación con la gallinaza.

El guano de isla en comparación con el fertilizante químico no mostro diferencia estadística significativa.

Esto se deba probablemente al alto contenido de nutrientes que aporato el guano de isla (tabla 10) y a su rápida tasa de mineralización la cual acorde a lo señalado por Harst y Johnston (2006) y Hadas y Rosemberg (1992) estaría entre 60 % y 80 % para 2 y 8 semanas respectivamente, en ese sentido la mayor disponibilidad de los nutrientes generada por la

mayor taza de mineralización del guano de isla estaría favoreciendo a un mayor rendimiento, para la primera campaña.

**Segunda campaña (rendimiento)**

Se realizó una prueba de homogeneidad de varianzas para el rendimiento total y las categorías “primera” y “segunda” entre las parcelas de aspersión y goteo en donde se determinó que existe suficiente homogeneidad para poder realizar el análisis combinado.

**TABLA 8. Análisis de varianza combinado para rendimiento total y categoría “primera” y “segunda”.**

F.V	G.L	Total		Primera		Segunda	
		F.C	Sig	F.C	Sig	F.C	Sig
Bloque (Riego )	4	2,5	N.S	5,46	*	1,15	N.S
Riego	1	23,25	*	12,4	*	11,12	*
Tratamiento	8	1,95	N.S	4,28	*	0,63	N.S
T8 Vs El resto	1	3,2	N.S	4,19	*	0,46	N.S
T1 T3 T5 T7 T9 Vs T2 T4 T6 T8	1	1,2	N.S	2,23	N.S	0,01	N.S
T1 Vs T2	1	1,45	N.S	4,36	*	0,27	N.S
T3 Vs T4	1	2,92	N.S	5,58	*	0,01	N.S
T5 Vs T6	1	2,45	N.S	8,21	*	0,79	N.S
T7 Vs T8	1	0,74	N.S	2,08	N.S	0,1	N.S
T8 Vs T9	1	0,33	N.S	0,01	N.S	1,5	N.S
T8 VS T7 T9	1	0,69	N.S	0,63	N.S	0,28	N.S
T1 T2 Vs T3 T4	1	0,03	N.S	0,88	N.S	0,87	N.S
T1 T2 Vs T5 T6	1	2,81	N.S	5,62	*	0	N.S
T3 T4 Vs T5 T6	1	2,23	N.S	2,06	N.S	0,89	N.S
Trat * Riego	8	1,6	N.S	1,57	N.S	1,44	N.S
Error exp.	32						
Total	53						

Según el análisis de varianza combinado para el rendimiento total, rendimiento categoría “primera” y “segunda” podemos observar en su fuente de variación riego existe diferencia estadística significativa; mientras que para las demás fuentes de variación no existen diferencias estadísticas significativas a excepción del rendimiento categoría “primera” donde también mostraron diferencias estadísticas significativas las fuentes de variación tratamiento y bloque dentro de riego. En la descomposición de los efectos de los tratamientos se observa que solo existe diferencia estadística significativa entre las fuentes de materia orgánica empleada para rendimiento categoría “primera”, asimismo los coeficientes de variabilidad fueron de 13,59; 17,04 y 15,83% para el rendimiento total, rendimiento categoría “primera” y “segunda” respectivamente.

En la tabla 10 podemos observar que existe diferencia estadística para los sistemas de riego, para rendimiento total, rendimiento categoría “primera” y “segunda” en donde se ve que el riego por goteo muestra un valor más alto de rendimiento en relación al riego por aspersión.

**TABLA 9. Comparación medias para el factor riego en promedio de tratamientos, para rendimiento total y rendimiento categoría “Primera”.**

Riego	Total		Primera		Segunda	
	Media	Sig	Media	Sig	Media	Sig
Goteo	36,98	a	21,68	a	15,3	a
Aspersión	27,85	b	14,74	b	13,11	b

En la tabla 11 se puede observar la prueba de comparación de medias para rendimiento “Primera” de cebolla para la segunda campaña en donde se puede observar que para los tratamientos T9 (Nutrabiota de fondo), T1 (Nutrabiota + gallinaza), T8 (Testigo sin aplicación), T4 (Guano de isla), T6 (Fertilización química), T7 (Nutrabiota) y T2 (Gallinaza) mostraron los mayores valores de rendimiento siendo estos estadísticamente iguales entre sí.

Los tratamientos T3 (Nutrabiota + guano de isla) y T5 (Nutrabiota + fertilización química) mostraron los rendimientos más bajos y fueron estadísticamente iguales entre sí.

**TABLA 10. Promedios de rendimiento "Primera" Segunda campaña."**

Tratamientos	Media	Sig
T9(Nutrabiota Fondo)	20,78	a
T1(Nutrabiota – Gallinaza)	20,67	a
T8 (Sin aplicación)	20,66	a
T4(Guano Isla)	19,73	a
T6(250-200-160)	18,36	a b
T7(Nutrabiota)	18,08	a b
T2(Gallinaza)	16,93	a b c
T3(Nutrabiota - Guano Isla)	15,49	b c
T5(Nutrabiota-250-200-160)	13,23	c

\*Medias con letras iguales no son diferentes estadísticamente según la prueba de Duncan al 0,05

Los mayores rendimientos totales, categoría "Primera" y de categoría "Segunda" se obtuvieron bajo el sistema de riego por goteo, lo que evidencia la mayor efectividad de dicho sistema,

al respecto Shock y Welch (2013) señalan que el riego por goteo aumenta los rendimientos y calidad en bulbos de cebolla. Para la segunda campaña se observa que los tratamientos que tuvieron aplicaciones de Nutrabiota al fertilizante químico y al guano de isla mostraron los rendimientos de categoría "Primera" más bajos, esto se deba a que probablemente en la primera campaña la acción del biofertilizante ayudo a una mejor absorción de nutrientes, razón por la cual para la segunda campaña los rendimientos de estos tratamientos que fueron los más altos (estadísticamente significativos) en la primera campaña sean los más bajos en la segunda, al respecto

Matsumura *et al.* (2014) mencionan entre los efectos benéficos de la aplicación de los biofertilizantes: la aceleración de la degradación de los compuestos orgánicos del suelo, mejora las propiedades de aireación del suelo, promueve un adecuados sistema radicular de raíces, promueve la proliferación de flora microbiana útil para el cultivo en el suelo e inhibe la propagación de patógenos.

**Análisis individual de los efectos de los tratamientos en estudio**

Se realizó una prueba de contrastes ortogonales lineales (tabla 8) para determinar los efectos individuales de los tratamientos en estudio.

**TABLA 11. Efecto de Nutrabiota en el Rendimiento y en las diferentes fuentes de fertilizantes orgánicos y químico.**

	RDTO			Total			Primera			Segunda		
	Total	Primera	Segunda	Gallinaza	G. Isla	Químico	Gallinaza	G. Isla	Químico	Gallinaza	G. Isla	Químico
Sin Nutrabiota	33,15											
Con Nutrabiota	31,83	18,92 a	14,24 a	31,09 a	34,47 a	31,60 a	16,93 a	19,73 a	18,36 a	14,17 a	14,74 a	13,24 a
	a							15,49				
	a	17,65 a	14,18 a	34,16 a	30,12 a	27,62 a	20,67 b	b	13,23 b	13,49 a	14,63 a	14,39 a

**TABLA 12. Efecto de los fertilizantes orgánicos y químicos en el rendimiento**

	Total	Primera	Segunda
Gallinaza	32,63 a	18,79 a	13,83 a
Guano Isla	32,29 a	17,61 a	14,68 a
	Total	Primera	Segunda
Gallinaza	32,63 a	18,80 a	13,83 a
Químico	29,61 a	15,79 b	13,82 a
	Total	Primera	Segunda
Guano Isla	32,29 a	17,61 a	14,68 a
Químico	29,61 a	15,79 a	13,82 a

Para la segunda campaña se observa un efecto individual del Nutrabiota el cual está asociado con las fuentes de materia orgánica aplicadas y el fertilizante químico, se observa que con Nutrabiota se tuvo mejor rendimiento promedio de categoría "Primera" con el fertilizante orgánico gallinaza en relación con el fertilizante orgánico guano de isla y el químico, para la segunda campaña.

Asimismo el fertilizante orgánico gallinaza mostro un mejor rendimiento promedio de categoría "Primera" en relación al fertilizante químico, entre la gallinaza y el guano de isla no se mostraron diferencias estadísticas significativas, para la segunda campaña.

Para la segunda campaña se observa que Estos resultados concuerdan por lo hallado por Limon-Ortega *et.al* (2009) quienes evaluaron los efectos en la calidad de suelo de la gallinaza bajo rotación de cultivo de trigo encontrando que la aplicación de gallinaza incrementa gradualmente el contenido de materia orgánica del suelo lo que dio como resultado la acumulación de N total, P disponible y K intercambiable.

El efecto positivo del Nutrabiota concuerda con lo hallado por Singh (2007) quien evaluó el manejo integrado de nutrientes aplicando estiércol orgánico y biofertilizantes, encontrando que la acción conjunta de estiércoles orgánicos y biofertilizantes mejoraban los índices de calidad de suelos. Por otro lado Matsumura *et al.* (2014) menciona que la aplicación de biofertilizantes acelera la degradación de componentes orgánicos del suelo, lo cual concuerda con lo señalado por AGRIS (2010) y Primavesi (2006) quienes mencionan que el biomejorador Nutrabiota actúa mejorando la calidad del material orgánico aplicado al suelo integrándose a los procesos biológicos del material biológico aplicado, no importando la cantidad de N adicionado al suelo sino la capacidad de fijarlo; lo que explicaría el efecto favorable del Nutrabiota sobre la gallinaza para la segunda campaña, en ese sentido considerando lo señalado por Chae y Tabatabai (1986) quienes señalan que la tasa de mineralización de la gallinaza es de 53% en un periodo de 26 semanas; y que el periodo vegetativo de la cebolla en sus dos campañas fue de 8 semanas es lógico suponer que el biofertilizante para la segunda campaña actuó sobre la gallinaza que aún se estaba mineralizando, situación que no sucedió con el fertilizante químico ni con guano de isla debido a su rápida velocidad de mineralización discutida anteriormente.

Finalmente el efecto favorable residual de a gallinaza que propicio un mejor rendimiento entre la primera y segunda campaña pueda explicarse al hecho que la mineralización de la gallinaza está influenciada no solo por la relación C:N, sino por la cantidad de lignina y polifenoles que esta contenga, compuestos que bien podrían provenir de la cama de donde esta se origina, al respecto Nahm (2005) que dentro de los factores que influyen la mineralización del nitrógeno en estiércoles provenientes de aves de corral se encuentran el tipo de paja en el sustrato o cama donde se desarrolla el estiércol.

## CONCLUSIONES

El comportamiento del biomejorador de suelos Nutrabiota en la primera campaña no fue significativo, sin embargo para la segunda campaña en aplicación conjunta con el fertilizante orgánico gallinaza, propiciaron el rendimiento promedio más alto, para la categoría "Primera".

El mejor fertilizante orgánico en la primera campaña mostro ser el guano de isla, mientras que la gallinaza lo fue en la segunda campaña debido a su efecto residual ya que mostro tener los mejores rendimientos.

Con el sistema de riego por goteo se obtuvieron rendimientos totales y de la categoría "Primera" superiores al sistema de riego por aspersión, mientras que para la categoría "Segunda" no hubo mayores diferencias entre uno y otro sistema para la primera campaña, mientras que para la segunda si hubo diferencias en ambas categorías y en el rendimiento total, siendo el que tubo mejor comportamiento el riego por goteo.

## AGRADECIMIENTOS

- A la Autoridad Automa de Majes (AUTODEMA) por haber apoyado en la realización de los trabajos de campo de la investigación y dado todas las facilidades logísticas para la realización de la investigación.
- A la firma AGRIS; quien cedió gentilmente el producto Nutrabiota® plus, gracias al cual se pudo realizar el presente trabajo de investigación.

## REFERENCIAS

- AGRIS. Boletín de información técnica: Nutrabiota – Plus; 2010.
- Batallanos, V. Efecto de fuentes y niveles de materia orgánica en el rendimiento del cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) cv 'Oscar blanco' en un suelo de la Irrigación Majes. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional San Agustín; 1999.
- Chae, Y.M., Tabatabai, M.A. Mineralization of nitrogen in soils amended with organic wastes. *Journal of Environmental Quality* 1986; 15: 193- 198.
- Hadas, A., Rosenberg, R. Guano as nitrogen source for fertigation in organic farming. *Fertilizer Research* 1992; 31: 209-214
- Hartz, T.K., Johnstone, P.R. Nitrogen Availability from High-nitrogen-containing Organic Fertilizers. *Hortecology* 2006; 16 (1)
- Hartz, T.K., Mitchel, J.P., Giannini, C. Nitrogen and Carbon Mineralization Dynamics of Manure and Compost. *HortScience* 2000; 35 (2) : 209 - 212 . [http://extension.oregonstate.edu/sorec/sites/default/files/drip\\_irrigation\\_em8782.pdf](http://extension.oregonstate.edu/sorec/sites/default/files/drip_irrigation_em8782.pdf)
- I.N.E.I. (Instituto Nacional de Estadística e Informática). Resultados del III Censo Nacional Agropecuario, 1994. Departamento de Arequipa. 1996
- Limon-Ortega, A., Govaerts, B., Sayre, D .Crop Rotation, Wheat Straw Management, and Chicken Manure effects on Soil Quality. *Agronomy Journal* 101 2009; (3) 600: 606.
- Marinissen, J.C.Y., Hillenaar, S.I. Earthworms induced distribution of organic matter in macro-aggregates from differently managed arable fields. *Soil Biology & Biochemistry* 1996; 29 391–395.
- Matsumura, S., Takuya, B. Kanda, S., Thida, A., Toyota, K. Biomass Production and Nutrient Cycling. *Research Approaches to Sustainable Biomass Systems* 2014; Chapter 13 p 279-308.
- Nahm, K.H. Factors influencing nitrogen mineralization during poultry litter composting and calculations for available nitrogen. *World's Poultry Science Journal* 2005; 61 (2) 238-255.
- Primavesi, A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. 9 edição. Nobel. São Paulo, p. 186-187. 1990.
- Pulleman, M.M., Bouma, J., van Essen, E.A., Meijles, E.W. Soil organic matter content as a function of different land-use history. *Soil Science Society of America Journal* 2002; 64: 689–693.
- Shock, C.C, Welch, T. Drip Irrigation: An Introduction. Oregon State University Extension Service. 2013. (on line). Access 15-12-2013. available in:
- Singh, A.K. Evaluation of Soil Quality under Integrated Nutrient Management. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 2007; 55 (1): 58-61.



- Six, J., Feller, C., Deneff, K., Ogle, S.M., Moraes, J.C., Albrecht, A. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils. Effects of Tillage. *Agronomie* 2002; 22: 755–775.
- Squella F. Prado, O. Novoa, R. Garrido, D. Estudio de la productividad de cebolla (*Allium cepa* L.) CV. "Valenciana" en el valle del río Aconcagua. *Agricultura Técnica* (Chile). 1983; 43(3):211-216.
- Wolf, B., Snyder, G.H. Sustainable Soils: The place of organic matter in sustaining soils and their productivity. Food Products Press. Binghamton, NY, 2003.

Recibido el 25 de Noviembre 2015 y aceptado para su publicación el 10 de Diciembre del 2015.

Campus Central de la Universidad Católica de Santa María