

EFFECTO RESIDUAL DEL GUANO DE ISLAS EN EL RENDIMIENTO DE ARVEJA. PAMPA DEL ARCO, AYACUCHO. 2019

Alex L. Tineo Bermúdez, Walter A. Mateu Mateo, Nery L. Santillana Villanueva

Unidad de Investigación e Innovación de Ciencias Agrarias

Programa de Investigación en Pastos y Ganadería

E-mail: alex.tineo@unsch.edu.pe

RESUMEN

La baja fertilidad química de los suelos de Pampa del Arco, caracterizados por un bajo contenido de materia orgánica y N, además de su contenido de P disponible (< 5 ppm) muy por debajo del nivel crítico (15 ppm) para los suelos de la Región (Arias, 1978), sugieren la necesidad de utilizar abonos orgánicos para enriquecer progresivamente el suelo; por esta razón, se realizó el presente trabajo con la finalidad de determinar la influencia de los residuos del guano de islas (GI) no aprovechado por el cultivo de quinua, de la campaña anterior, en el crecimiento y rendimiento de arveja variedad Usui. La investigación consistió en un ensayo en parcelas de cultivo ubicadas en la Ciudad Universitaria UNSCH, bajo condiciones de secano, en terrenos con fertilidad química pobre. Los tratamientos corresponden a tres niveles de GI (600, 1200 y 1800 kg/ha) además de un testigo sin abonamiento, aplicados en el cultivo de quinua; distribuidos según el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Se evaluó el rendimiento en vaina verde de arveja, así como otros parámetros de crecimiento. Los residuos del GI, han contribuido significativamente en los rendimientos de vaina verde, permitiendo incrementos de hasta 1727 kg/ha, respecto al testigo; las otras variables evaluadas, igualmente, han sido influenciadas favorablemente por los residuos del GI utilizado para el cultivo de quinua; cada tonelada de GI permite un incremento de 1,7 vainas por planta, 1,3 granos por vaina y 0,9 cm en la longitud de vainas.

Palabras clave: efecto residual, guano de isla, arveja.

RESIDUAL EFFECT OF ISLAND GUANO ON YIELD OF PEAS. PAMPA DEL ARCO, AYACUCHO. 2019

ABSTRACT

The low chemical fertility of Pampa del Arco soils, characterized by a low content of organic matter and N, in addition to its available P content (<5 ppm) well below the critical level (15 ppm) for the soils of the Region (Arias, 1978), suggest the need to use organic fertilizers to progressively enrich the soil; For this reason, the present work was carried out with the purpose of determining the influence of the residues of the island guano (GI) not taken advantage of by the cultivation of quinoa, from the previous season, on the growth and yield of the Usui variety pea. The investigation consisted of a trial in cultivation plots located in the UNSCH University City, under rainfed conditions, in lands with poor chemical fertility. The treatments correspond to three levels of GI (600, 1200 and 1800 kg / ha) in addition to a control without fertilizer, applied in the cultivation of quinoa; distributed according to the Complete Random Block Design (DBCA). Yield in green pea pod was evaluated, as well as other growth parameters. GI residues have contributed significantly to green pod yields, allowing increases of up to 1727 kg / ha, compared to the control; the other variables evaluated, likewise, have been favorably influenced by the GI residues used for the cultivation of quinoa; each ton of GI allows an increase of 1.7 pods per plant, 1.3 grains per pod and 0.9 cm in pod length.

Keywords: residual effect, island guano, pea.

INTRODUCCIÓN

La baja fertilidad química de los suelos de Pampa del Arco, caracterizados por un bajo contenido de materia orgánica y nitrógeno total, además de su contenido de P disponible (< 5 ppm) muy por debajo del nivel crítico para los suelos de la Región (15 ppm, determinado por Arias 1978), sugieren la necesidad de utilizar abonos orgánicos para enriquecer progresivamente estos bajos niveles, importantes para la producción de cultivos en secano. Los abonos orgánicos se caracterizan por tener una parte de sus nutrientes en forma orgánica, inmediatamente no disponible para las plantas; es necesario que concurren una serie de factores climáticos y edáficos, para permitir una mayor disponibilidad de nutrientes para los cultivos, a través de la mineralización de los componentes orgánicos de estos abonos. El guano de islas es un abono natural que contiene una parte de sus nutrientes en forma orgánica; considerando que sólo una parte de sus nutrientes ha sido aprovechada por el primer cultivo, como parte de un Plan de rotación de cultivos se incluye una leguminosa para continuar con el aprovechamiento de los nutrientes contenidos en el guano de islas. Es por ello que se planteó la necesidad de establecer un nuevo cultivo que permita aprovechar el residuo del guano de islas no aprovechado por el cultivo de quinua, de la campaña anterior.

Por las consideraciones expuestas, se realizó el presente trabajo, en condiciones de secano, con los objetivos siguientes:

Objetivo general:

Determinar la influencia de los residuos del guano de islas no aprovechado por el cultivo de quinua, de la campaña anterior, en el crecimiento y rendimiento de arveja, en Pampa del Arco, Ayacucho.

Objetivos específicos:

1. Determinar la influencia de los residuos del guano de islas no aprovechado por el cultivo de quinua, de la campaña anterior, en el crecimiento de arveja, en Pampa del Arco, Ayacucho
2. Determinar la influencia de los residuos del guano de islas no aprovechado por el cultivo de quinua, de la campaña anterior, en el rendimiento de arveja, en Pampa del Arco, Ayacucho.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en ambientes de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH), en Pampa del Arco (13°08'31" Latitud Sur y 74°13'26" Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich) a una altitud de 2750 msnm, en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

Tratamientos y Diseño Experimental

El experimento corresponde a un ensayo con arveja, que se sembró en un terreno, que en la campaña anterior ya fue ocupado por un cultivo de quinua, abonado con cuatro niveles de guano de islas (0, 600, 1200 y 1800 kg/ha). Se condujo utilizando el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones c/u. La descripción de cada tratamiento se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Niveles de Guano de isla empleado en la campaña anterior*1

Tratamiento	Descripción
T1	Cultivo de arveja, sin guano de isla
T2	Cultivo de arveja, con 600 kg de guano de isla/ha
T3	Cultivo de arveja, con 1200 kg de guano de isla/ha
T4	Cultivo de arveja, con 1800 kg de guano de isla/ha

*1. Cultivo de quinua

Las U.E. consistieron en parcelas de 12,60 m² (3 surcos: 0,70 m entre surcos y 6 m de largo), en las cuales se cultivó arveja variedad Usui.

Desarrollo del Experimento

Preparación del terreno: Consistió en una pasada de tractor bastante superficial, para no alterar las condiciones de los tratamientos en la campaña anterior (cultivo de quinua en surcos)

Demarcación del terreno: Se realizó el delimitado de las parcelas manteniendo los mismos surcos de la campaña anterior (cultivo de quinua). Durante la campaña con el cultivo de quinua, la parcela tenía un ancho de 7m, de los cuales sólo se sembraron 6 m de ancho para el cultivo de arveja (en la presente investigación).

Inoculación de las semillas: Antes de sembrar, las semillas de arveja se inocularon con un inoculante en solución proporcionado por el laboratorio de *Rhizobiología*, del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH.

Siembra: Después de la apertura de los surcos se procedió a colocar, por golpes, las semillas inoculadas de arveja; las cuales fueron cubiertas a una profundidad de 3 veces el tamaño de la semilla. El distanciamiento entre surcos es 0,7 m y entre golpes de 0,3 m.

Control de malezas: El control de malezas se realizó en forma manual con la recolección y eliminación de todo tipo de malezas para evitar la competencia por los nutrientes del suelo y así conseguir un buen crecimiento y desarrollo de las plantas.

Cosecha: Se realizó la cosecha de las vainas, en cada una de las parcelas; se registró el peso correspondiente. Asimismo, se determinó el número de vainas por planta, la longitud de vainas, y el número de granos/vaina.

Variables e Indicadores

A. Variable Independiente:

Niveles de abonamiento de quinua, con guano de islas

- 0 kg/ha
- 600 kg/ha
- 1200 kg/ha
- 1800 kg/ha

B. Variable Dependiente:

Rendimiento de arveja en verde (kg/ha)

Características del Campo Experimental

Campo experimental:

Largo (m):	50.40
Ancho (m):	13.00
Área Total (m ²):	665.20

Área de siembra con cultivo

Largo (m):	50.40
Ancho (m):	6.00
Área Total (m ²):	302.4

E. Croquis del campo Experimental (cuando se instaló el cultivo de quinua)

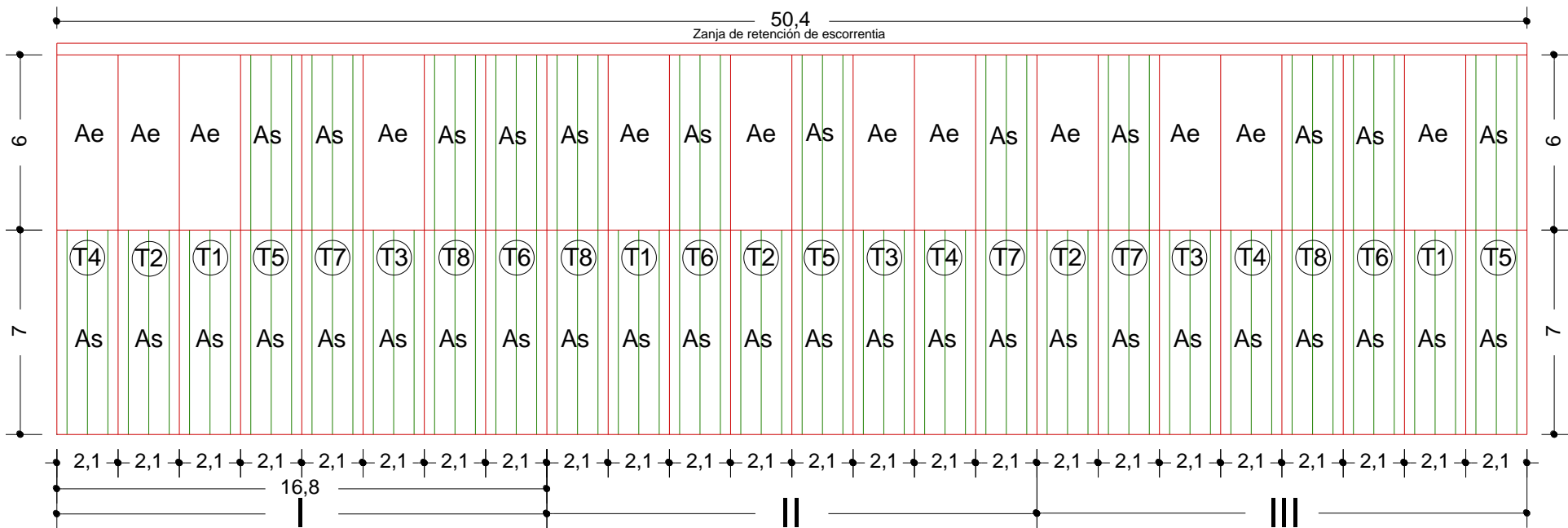


Figura 1. Croquis del campo experimental de quinua

Leyenda: Ae: Área de escorrentía, As: Área siembra con cultivo

F. Croquis de la unidad experimental (en el cultivo de quinua)

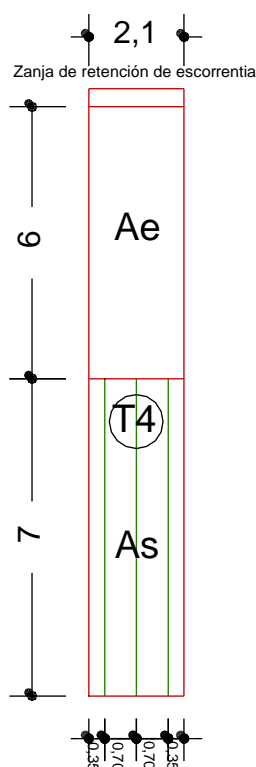


Figura 2. Croquis de la unidad experimental

PROCESAMIENTO DE DATOS

Se realizaron los análisis de variancia y de regresión correspondientes, de acuerdo a la metodología propuesta por Tineo (2012); los contrastes a empleados se indican en la tabla 2.

Tabla 2. Contrastes ortogonales planteados para el análisis de datos.

Contraste	Evalúa	T1	T2	T3	T4
C1	Respuesta lineal	-3	-1	1	3
C2	Respuesta cuadrática	1	-1	-1	1
C3	Respuesta cúbica	-1	3	-3	1

Asimismo, se elaboraron los gráficos de tendencia para cada variable evaluada (rendimiento de vaina en verde: Rdto, número de vainas por planta: V/P, la longitud de vainas: LV, y el número de granos/vaina: G/V).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DEL RENDIMIENTO DE ARVEJA EN VAINA VERDE

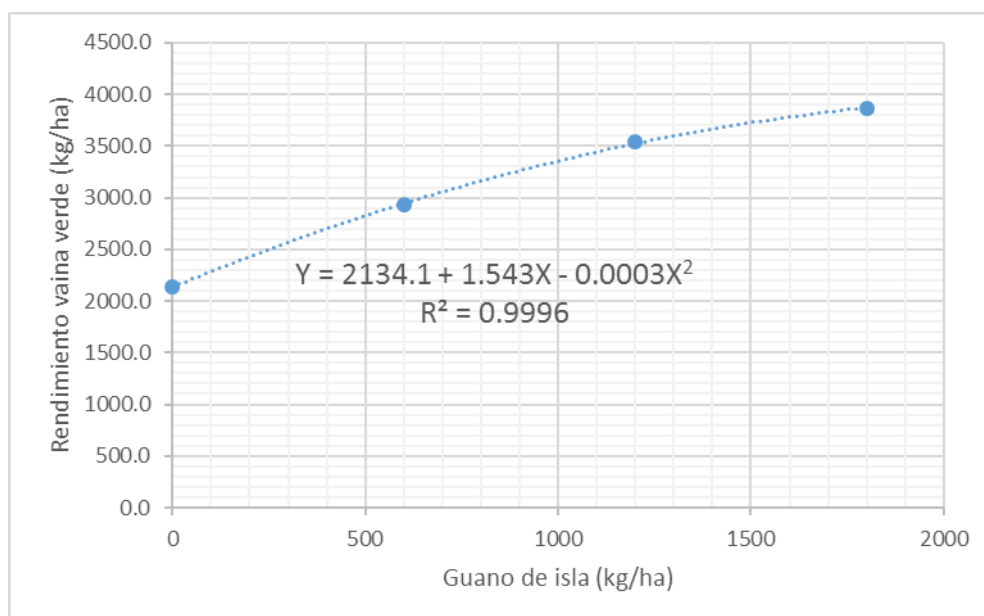
La tabla A1 del anexo muestra los rendimientos promedio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), correspondientes a cada tratamiento. De manera general se observa que los rendimientos de arveja en vaina verde en las parcelas abonadas con guano de isla, son superiores al rendimiento alcanzado en la parcela que no recibió abonamiento (testigo). Estos rendimientos varían de 2140 (testigo) a 3867 kg/ha (1800 $\text{kg GI}/\text{ha}$).

Tabla 3. ANAFUNVA del rendimiento de arveja.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloques	2	84041.17	42020.58	1.62	0.2737ns
Tratamientos	3	5197530.00	1732510.00	66.81	<.0001**
C1: lineal	1	5035565.40	5035565.40	194.19	<.0001**
C2: cuadrático	1	160083.00	160083.00	6.17	0.0475*
C3: cúbico	1	1881.60	1881.60	0.07	0.7967ns
Error	6	155585.50	25930.917		
Total	11	5437156.67			

C.V.: 5.16%

El análisis funcional de la variancia (ANAFUNVA) del rendimiento de arveja (tabla 3), indica respuesta altamente significativa para tratamientos, indicando que algunos tratamientos fueron beneficiados por los residuos del guano de isla no aprovechado por el cultivo de quinua. Igualmente, los contrastes C2 (modelo cuadrático) y C1 (modelo lineal) resultaron ser significativo y altamente significativo, respectivamente.

**Figura 3.** Influencia del guano de isla en el rendimiento de arveja.

Asumiendo la respuesta cuadrática la figura 3 muestra la curva al cual se ajusta la relación entre los niveles de guano de isla (X) y los rendimientos de arveja en vaina verde (Y), cuyo modelo matemático es: $Y = 2134.1 + 1.543X - 0.0003X^2$; lo que indica que el testigo sin abonamiento alcanzaría un rendimiento de 2134 kg/ha, mientras que los rendimientos en las parcelas con guano de isla se incrementan con el crecimiento de los niveles de guano de isla.

Los rendimientos alcanzados en el presente trabajo (tabla A1) son relativamente bajos, si comparamos a los reportados por diversos investigadores; sin embargo, se debe considerar que se trata de un cultivo en condiciones de secano, en una región donde el agua es escasa, además de los suelos que tienen una pobre fertilidad química. Respecto a la arveja, Rondinel (2014), utilizando la fórmula de abonamiento 108-27-36 de N-P₂O₅-K₂O, determinó que el mayor rendimiento (10399 kg.ha⁻¹) de arveja en vaina verde se alcanzó con la variedad Usui, seguida por la variedad Rondo que reportó 9250 kg.ha⁻¹; asimismo, la mejor modalidad de siembra de arveja resultó ser a 0,30 m entre golpes, donde con la variedad Remate se alcanzó un rendimiento de 8902 kg.ha⁻¹. Rojas (2017), utilizando la variedad Quantun, alcanzó un rendimiento de 12,8 t.ha⁻¹, con un abonamiento de 6 t.ha⁻¹ de humus de lombriz, 1 t.ha⁻¹ de guano de islas y biol al 40%. Rodríguez (2015), evaluando 12 variedades de arveja encontró que la variedad Quantum sobresalió con un rendimiento de vaina verde de 11403 kg.ha⁻¹. Soto (2015), con la variedad Usui, aplicando fertilizante biológico ecovida ha obtenido un rendimiento de 6700 kg.ha⁻¹ mientras con el testigo sin fertilizante biológico, 4200 kg.ha⁻¹.

Machaca (2017) en la irrigación Majes alcanzó un rendimiento en vaina verde de 13850 kg.ha⁻¹ para la arveja cv

Chinchucho, debido al abonamiento combinado de 1,5 t.ha⁻¹ guano de islas y aplicaciones foliares de té de estiércol de cuy al 40%.

A pesar de no alcanzar altos rendimientos, los logrados en la presente investigación no dejan de ser importantes para las condiciones en las que se realizó el trabajo

DE LAS OTRAS VARIABLES DE RENDIMIENTO DE ARVEJA

La tabla A1 del anexo muestra los resultados del número de vainas por planta (V/P), de la longitud de vainas (LV), y del número de granos/vaina (G/V), correspondientes a cada unidad experimental. De manera general se observa que los valores de cada una de estas variables en las parcelas abonadas con guano de isla, son superiores a los obtenidos en la parcela que no recibió abonamiento (testigo); estos varían de 5,87 a 7,56 cm para LV, de 13 a 16 V/P, y de 4,5 a 6,8 G/V, indicando que cada una de estas variables han sido influenciadas por los residuos del guano de islas empleado para el cultivo de quinua en la campaña anterior.

Las figuras 4,5 y 6 muestran la relación entre los niveles de guano de isla (X) y V/P, G/V, LV (Y). Los modelos matemáticos a los que se ajustan todas ellas corresponden a modelos lineales; así:

- para niveles de guano de isla y número de vainas por planta (figura 4), el modelo es: $Y = 13.377 + 0.0017X$ (cada tonelada de GI permite un incremento de 1,7 V/P)
- para niveles de guano de isla y número de granos por vaina (figura 5), el modelo es: $Y = 4.62 + 0.0013X$ (cada tonelada de GI permite un incremento de 1,3 G/V)
- para niveles de guano de isla y longitud de vaina (figura 6), el modelo es: $Y = 6.0023 + 0.0009X$ (cada tonelada de GI permite un incremento de 0,9 cm en la LV)

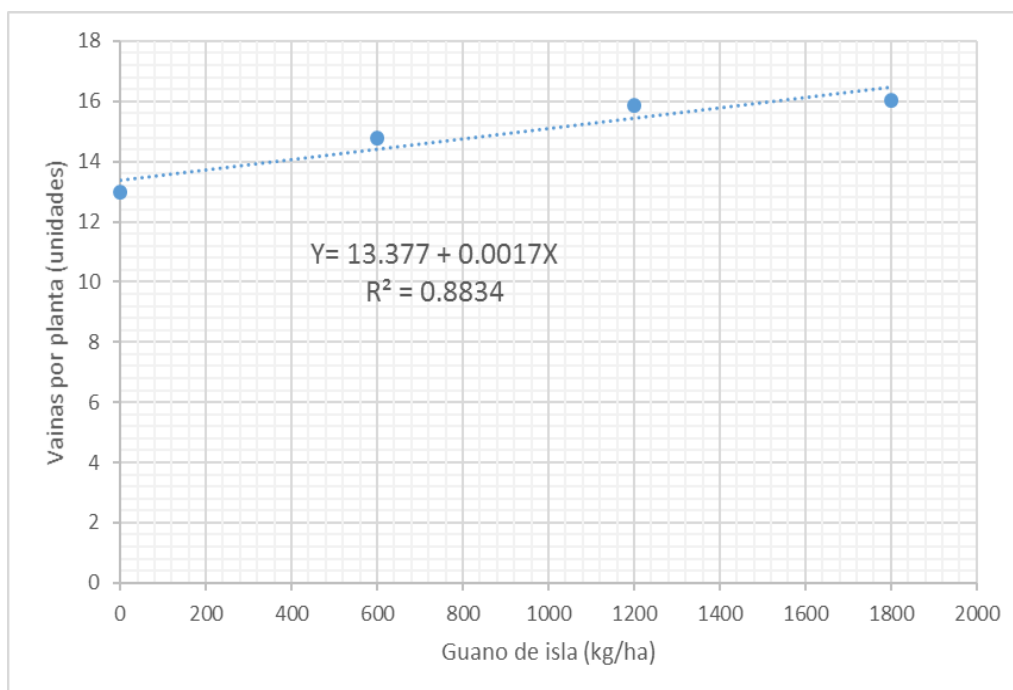


Figura 4. Influencia del guano de isla en el número de vainas por planta.

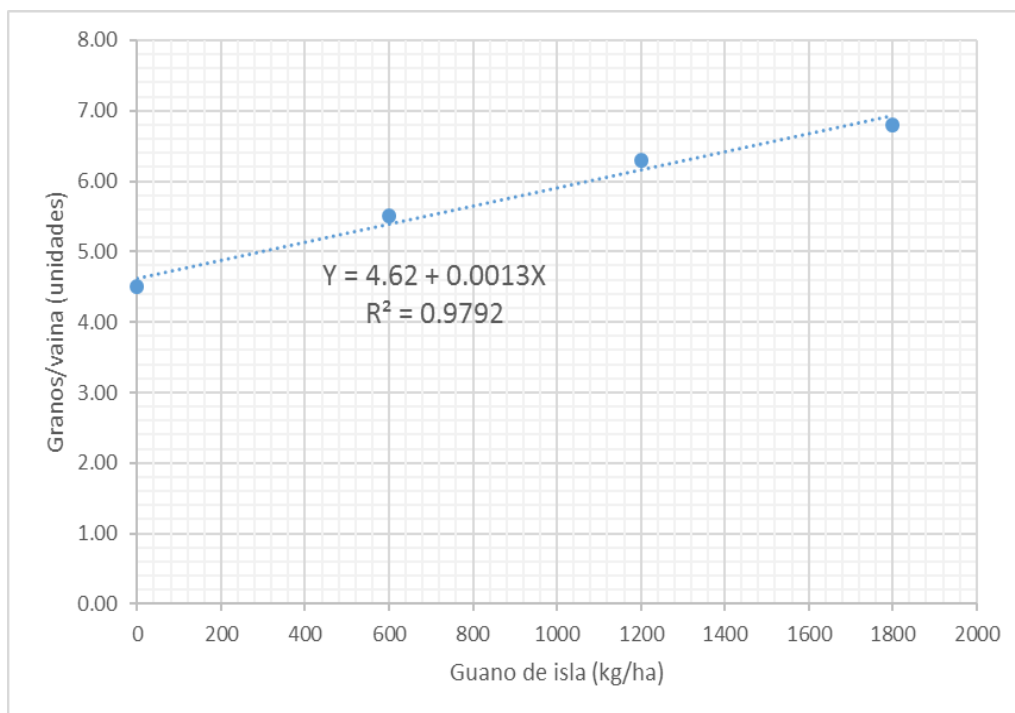


Figura 5. Influencia del guano de isla en el número de granos por vaina.

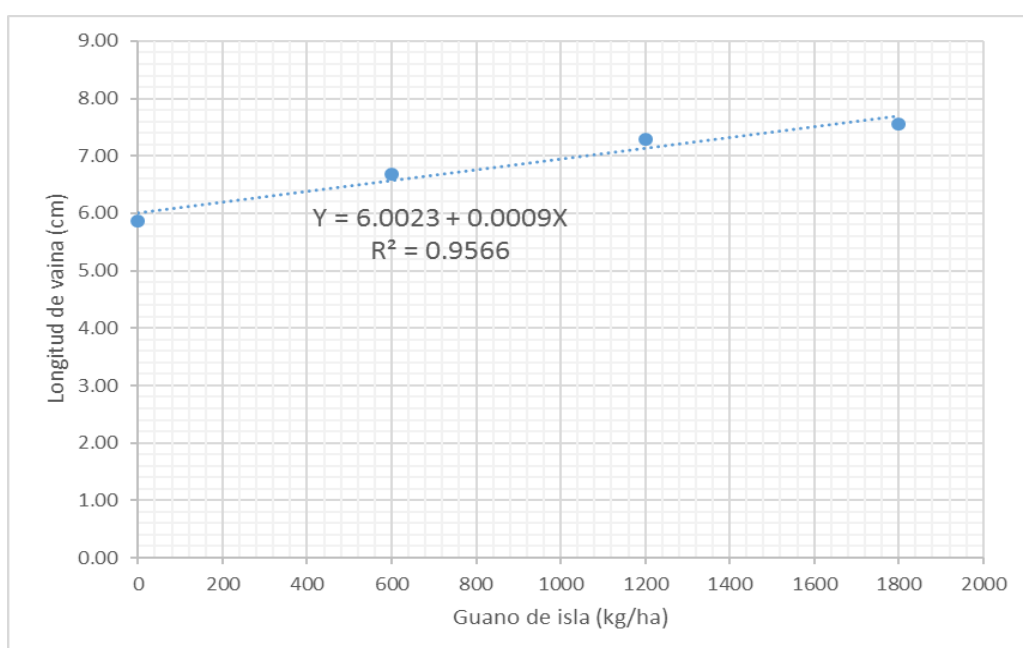


Figura 6. Influencia del guano de isla en la longitud de vaina

Se destaca en la presente investigación, la importancia de obtener cosechas en terrenos sin riego, sólo con el agua de lluvia y con abonos naturales amigables con el ambiente.

Los resultados encontrados, permiten arribar a las conclusiones siguientes:

1. Los residuos del guano de isla utilizado para el cultivo de quinua en una campaña anterior, han contribuido significativamente en los rendimientos de arveja Usui, permitiendo incrementos de hasta 1727 kg/ha, respecto al testigo
2. Las otras variables de rendimiento evaluadas, igualmente, han sido influenciadas favorablemente por los residuos del guano de isla utilizado para el cultivo de quinua; cada tonelada de GI permite un incremento de 1,7 vainas por planta, 1,3 granos por vaina y 0,9 cm en la longitud de vainas

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen profundamente el apoyo económico de la Universidad de Huamanga; asimismo el apoyo del personal técnico del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería; merecen un especial reconocimiento los

docentes del área de suelos, los estudiantes de las asignaturas de Fertilidad de suelos, Manejo y conservación de suelos, por su apoyo en la conducción del experimento. Asimismo, ha sido importante el acceso al laboratorio de suelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, J. (1978). Evaluación del fósforo disponible en algunos suelos agrícolas de las provincias de Huanta, La Mar, Cangallo y Huamanga. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho, Perú.

Machaca, A. (2018). Niveles de guano de islas y té de estiércol de cuy en el rendimiento del cultivo de arveja verde (*Pisum sativum* L.) en la irrigación Majes de Arequipa. Tesis Ing. Agrónomo. UNSA. Arequipa, Perú.

Rodríguez, G. (2015). Evaluación de 12 cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) de tipo industrial para cosecha en verde en condiciones de Tarma. Tesis Ing. Agrónomo. UNCP. Huancayo, Perú.

Rojas, C.A. (2017). Producción de arveja verde “quantum” (*Pisum sativum* L.) con aplicaciones de humus de lombriz, guano de islas y biol en condiciones agroclimáticas de Tiabaya – Arequipa. Tesis Ing. Agrónomo. UNSA. Arequipa, Perú.

Rondinel, R. (2014). Rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en tres modalidades de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación. Canaán a 2750 msnm-Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho, Perú.

Soto, J.J. (2015). Efecto de la aplicación de fertilizantes biológicos en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Usui en condiciones de Chuclaccasa Yauli-Huancavelica. Tesis Ing. Agrónomo. UNH. Huancavelica, Perú.

Tineo, A. (2012). El Análisis Funcional de la Varianza. UNSCH. AMI impresores, Ayacucho, Perú.

ANEXO

Tabla A1. Resultados de variables evaluadas en las unidades experimentales

Longitud de vaina (cm)			
0	600	1200	1800
5.96	6.68	7.49	7.56
5.47	6.93	7.12	7.68
6.19	6.45	7.24	7.44
Granos/vaina (u)			
4.4	5.2	6.1	7.2
4.9	5.5	6.3	6.4
4.2	5.8	6.5	6.8
Vainas/planta (u)			
12.4	14.8	16.1	16.9
13.6	14.2	15.3	15.4
12.9	15.4	16.2	15.8
Rendimiento (kg/ha)			
1876.2	2823.8	3504.8	4026.2
2207.1	2883.3	3400.0	3754.8
2335.7	3076.2	3716.7	3819.0