

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN - HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



---

---

**EFFECTO DEL ABONAMIENTO CON GUANO DE ISLA EN EL  
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)  
VARIEDAD CANCHAN INIAA, EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS  
DE NUEVO CHAVIN – HUACRACHUCO - MARAÑON - 2017**

---

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Melquisedec Ireneo VIERA VILLANUEVA**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2018**

## DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado al Dios Todo poderoso que hizo los cielos y la tierra por darme la oportunidad de ser profesional, por su amor incondicional, su misericordia y compañía en cada momento de mi vida.

A mi familia, en especial a mis padres Melvin Viera y Esther Villanueva, quienes siempre me brindaron su apoyo, su cariño y comprensión durante mis estudios universitarios, enorgulleciéndose con mis aciertos y levantándose en mis fracasos. Además, se lo dedico a todas las personas con quienes compartí aulas y pasillos, quienes de alguna u otra forma formaron parte de esta gran experiencia y añadieron valor en mi persona.

A mis hermanos y hermanas Erick, Danilo, Lindsay y Ximena; por mostrar su apoyo en el logro de esta meta.

*Melquisedec I. Viera Villanueva*

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por ser mi guía espiritual en estos años de estudio, por darme la vida, la salud y las fuerzas para hacer realidad este sueño.

A mis queridos padres, por estar siempre presente brindándome su apoyo incondicional, para llegar a cumplir esta meta, y sobre todo por demostrarme siempre su amor, que sin ellos definitivamente no hubiese podido ser hecho realidad, por enseñarme que todo esfuerzo al final tiene su recompensa, y a los que nunca dejare de agradecer por todo lo que dieron.

A mis hermanos y hermanas, por estar siempre conmigo apoyándome constantemente en todo este proceso.

A todas las personas que a lo largo de mi vida han contribuido con mi formación profesional.

Al Dr. Santos Jacobo Salinas, GRACIAS y a todos los que no son mencionados, pero que también fueron el cimiento para lograr esta meta, GRACIAS.

**EFFECTO DEL ABONAMIENTO CON GUANO DE ISLA EN EL  
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)  
VARIEDAD CANCHAN INIAA, EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS  
DE NUEVO CHAVIN – HUACRACHUCO - MARAÑON - 2017**

**RESUMEN**

La investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del abonamiento orgánico con guano de isla en el rendimiento del cultivo de papa, en la localidad de Huacrachuco, cuya posición geográfica es de 8° 31` 35" LS, 76° 11` 28" LO y 2 930 msnm de altitud. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA), con tres tratamientos (3,0; 2,5 y 1,6 t ha<sup>-1</sup>) y un testigo (sin guano de isla). Se consideró como variables evaluadas al número y peso de tubérculos por planta y área neta experimental (ANE). El guano de isla se pesó con una balanza comercial y se aplicó a la siembra depositando el abono entre cada planta según la cantidad de los tratamientos en estudio. Según los resultados, el mejor tratamiento que destacó en la mayoría de los parámetros evaluados es el tratamiento T1 (3,0 t ha<sup>-1</sup>) el cual respecto al número de tubérculos reportó de 1,81; 7,09 y 15,00 tubérculos extra, 1ra y total por planta, asimismo en el número de tubérculos por ANE obtuvo 14,50; 56,75 y 120,00 tubérculos extra, 1ra y total. En cuanto al peso de tubérculos, se obtuvo 385,16; 618,00 y 1385,47 gramos de tubérculos extra, 1ra y total por planta, asimismo en el peso por ANE se obtuvo 3,08; 4,94 y 11,08 kilos de tubérculos extra, 1ra y total respectivamente, así como en el rendimiento total de 30,79 t ha<sup>-1</sup>. Con base a los resultados obtenidos, se recomienda efectuar la incorporación de guano de isla a 3,0 t ha<sup>-1</sup> al cultivo de papa, para la obtención de mejores rendimientos.

**Palabras clave:** tubérculos, guano de isla, peso, rendimiento

**EFFECT OF FERTILIZATION WITH GUANO OF ISLAND IN THE YIELD OF CROP OF PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIETY CANCHAN INIAA, IN CONDITIONS EDAFOCLIMÁTICAS OF NUEVO CHAVIN - HUACRACHUCO - MARAÑON – 2017**

**ABSTRACT**

The research was carried out in order to assess the effect of the organic composting with guano of island in the yield of the potato crop, in the town of Huacrachuco, whose geographical position is 8 ° 31 ' 35 " SL, 76 ° 11' 28 " WL and 2 930 masl of altitude. The experimental design of complete blocks at random (CBR) with three treatments was used (3,0; 2,5 and 1,6 t ha<sup>-1</sup>) and a control (without guano of island). Variables evaluated at the number and weight of tubers per plant and experimental net area (ENA) was considered. guano of island was weighed with a trade balance and sowing depositing manure applied between each plant according to the number of treatments in study. According to the results, the best treatment that highlighted in most of the evaluated parameters is the treatment T1 (3,0 t ha<sup>-1</sup>) regarding the number of tubers which reported 1,81; 7,09 and 15,00 extra tubers, 1st and total plant, also in the number of tubers by ANE gained 14,50; 56,75 and 120,00 extra tubers, 1st, and total. As regards the weight of tubers, collated 385,16; 618,00 and 1385,47 grams of extra, 1st tubers and total per plant, also in weight by ANE was 3,08; 4,94 and 11,08 kg extra tubers, 1st and total respectively, as well as in the total yield of 30,79 t ha<sup>-1</sup>. Based on the obtained results, we advise you to the incorporation of guano of island 3,0 t ha<sup>-1</sup> to potato cultivation, to obtain better yields.

**Keywords:** tubers, guano Island, weight, yield

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE</b>	<b>v</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>3</b>
2.1. Fundamentación teórica	3
2.2. Antecedentes	12
2.3. Hipótesis	14
2.3.1. Hipótesis general	14
2.3.2. Hipótesis específicos	14
2.4. Variables	14
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>16</b>
3.1. Tipo y nivel de investigación	16
3.2. Lugar de ejecución	16
3.3. Población, muestra y unidad de análisis	17
3.4. Factores y tratamientos en estudio	17
3.5. Prueba de hipótesis	18
3.5.1. Diseño de investigación	18
3.5.2. Datos registrados	24
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información	25
3.6. Materiales y equipos	25
3.7. Conducción de la investigación	26
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>29</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>43</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>45</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>46</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>50</b>

## I. INTRODUCCIÓN

La Agricultura convencional, se desarrolló vertiginosamente en los últimos 40 años y liderada por los Estados Unidos. Se caracteriza por el empleo de sistemas tecnológicos, que utilizan plantas muy especializadas, y una alta cantidad de insumos como fertilizantes, pesticidas, herbicidas, riego, antibióticos, maquinaria agrícola y energía fósil. Una alta y destructiva mecanización, el monocultivo, la concentración de la tierra y animales en grandes agroempresas y la producción para la explotación.

Desde el enfoque ecológico; las técnicas agrícolas introducidas; así como, el afán de lucro de los grandes productores y la necesidad de subsistencia, de grandes masas campesinas, desplazadas hacia zonas marginales que no tienen una aptitud para la actividad agrícola, ha dado como consecuencia una grave deforestación del planeta, un aumento de la erosión y pérdida de la capacidad productiva de los suelos de tal magnitud que la desertificación alcanza el 55 % con posibilidades proyectadas al año 2000 para 60 al 80 % de la superficie de la tierra.

Por lo mencionado anteriormente, una oposición a las tecnologías de la Agricultura convencional, es la agricultura orgánica, la cual utiliza una variedad de opciones tecnológicas con empeño de producir alimentos sanos, proteger la calidad del ambiente y la salud humana e intensificar las interacciones biológicas y los procesos naturales beneficiosos. Así mismo, señala que el movimiento de la Agricultura Orgánica no es una línea rígida ni estrecha; sino que, comparte los principios de la agricultura natural, biodinámica, biológica, y presume la sustentabilidad de los sistemas agrícolas desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social.

En este sentido, la producción agrícola rural actual ha generado muchas pérdidas nutricionales a los suelos; muchos agricultores solo tienen esta opción como alternativa de subsistencia, no toman en cuenta los riesgos del modelo de la agricultura convencional. La papa, que es uno de los cultivos de mayor importancia en el mundo (CIP 1998), y es la base de la

alimentación de la zona andina y es producido por 600 mil pequeñas unidades agrarias. La producción rentable de la papa en la sierra del Perú requiere tomar en cuenta diferentes medidas para reducir el alto costo de producción y el impacto negativo que producen las condiciones ambientales adversas que se encuentran en esta región.

Existen diversas fuentes de materia orgánica, las cuales pueden ser de utilidad para el empleo como abono o fuente de mejoramiento del suelo e incorporación de elementos nutritivos para las plantas; entre las fuentes se pueden citar las aguas negras, abonos verdes, residuos de cosecha, compost; así como, los estiércoles de diferentes especies de Ganado (Longorio, 2000). Los estiércoles de ovino, vacuno y gallinaza pueden ser una alternativa de fuente nutricional para los agricultores, ya que se tiene referencia que los abonos orgánicos producen efectos satisfactorios a los cultivos (Rivadeneira, 2013). Asimismo, se tiene referencia del efecto del guano de isla sobre el cultivo de papa (Rios *et al.*, 2015; Arquíñigo, 2014; Mendoza, 2013).

Por lo expuesto, fue necesario comprobar los resultados obtenidos por otros investigadores, con la finalidad de generar una tecnología orgánica para la producción del cultivo de papa. Los objetivos fueron:

- **Objetivo general:**

Evaluar el efecto del abonamiento orgánico con guano de isla en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), variedad Canchan, en condiciones edafoclimáticas de Nuevo Chavín-Huacrachuco-Marañón.

- **Objetivos específicos:**

1. Determinar el efecto de los niveles de guano de isla en el número de tubérculos de las categorías extra, 1ra, 2da, 3ra y total
2. Estimar el efecto de los niveles de guano de isla en el peso de tubérculos de las categorías extra, 1ra, 2da, 3ra y total

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Fundamentación teórica

#### 2.1.1. El cultivo de la papa

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta alimenticia que procede de las culturas Pre - Incas e Inca; en el territorio peruano se encuentra la mayor cantidad de especies de papa conocidas en el mundo; las papas silvestres estuvieron en nuestro territorio desde antes de la llegada del hombre y es muy posible que, desde entonces, se iniciara el proceso de reconocimiento y recolección selectiva de tubérculos de las especies silvestres presentes a lo largo del territorio nacional (Egúsquiza, 2000).

En los últimos años la cordillera de los andes a pesar de haber sido sometida a acelerados procesos de deterioro por la sobreexplotación de sus recursos naturales, guarda aún en su seno la más rica y variada diversidad genética de la papa entre otros cultivos que el hombre andino ha domesticado. Esta riqueza ha sido conservada celosamente de generación en generación por los pobladores de la zona a través de un uso y manejo racional de la diversidad de su entorno, a pesar de la marginación sufrida a causa de la agricultura moderna (Lovatón, 2000).

La papa es uno de los alimentos básicos de la humanidad, ocupa el cuarto lugar en importancia después del trigo, el arroz y el maíz (Zuñiga, 2011; CIP, 2013); en el Perú se siembran 317,687 hectáreas que involucra a más de 700,000 productores, el consumo promedio es de 84 kg/hab./año y la papa se produce en 19 regiones del país, donde genera unos 33'000,000 de jornales por campaña (Trinidad, 2015)

Actualmente la papa es el principal cultivo del país en superficie sembrada y representa el 25% del PBI agropecuario. Es la base de la alimentación de la zona andina y es producido por 600 mil pequeñas unidades

agrarias. La papa es un cultivo competitivo del trigo y arroz en la dieta alimentaria (MINAG, 2006).

### **2.1.2. Características botánicas**

Egúsquiza (2000), revela que, es una planta constituida de un sistema aéreo y subterráneo de naturaleza herbácea, anual, pero puede ser considerada como perenne potencial, debido a su capacidad de reproducirse vegetativamente por medio de tubérculos. Es una planta dicotiledónea, que pertenece a la familia de las solanáceas.

Zúñiga *et al* (2017) indica que las siguientes características botánicas de la papa: las raíces son fibrosas, muy ramificadas, finas y largas; los tallos son de color verde pardo, aéreos, gruesos, fuertes y angulosos, siendo al principio erguido y con el tiempo se van extendiendo hacia el suelo; los estolones son subterráneos los cuales producen unos hinchamientos denominados tubérculos, siendo éstos ovales o redondeados; las hojas son compuestas, imparpinnadas y con foliolos primarios, secundarios e intercalares, con nerviación de las hojas es reticulada; las inflorescencias son cimosas, están situadas en la extremidad del tallo y sostenidas por un escapo floral; los frutos: son en forma de baya redondeada de color verde de 1 a 3 cm de diámetro, que se tornan amarillos al madurar

### **2.1.3. Requerimientos edafoclimáticas del cultivo de papa**

#### **Clima**

Egúsquiza (2000), indica que, la papa necesita temperaturas bajas (clima frío) para una buena producción, aunque en los primeros meses después de la siembra es deseable que la temperatura sea templada para favorecer el rápido crecimiento de la planta. Además, Bonierbale (2001) también señala que, en etapa de germinación y fases tempranas de crecimiento las temperaturas altas favorecen el crecimiento vegetativo

Los mejores rendimientos se logran en suelos franco arenosos, profundos, bien drenados y con un pH de 5.5 a 8.0. El cultivo de la papa se ve favorecido por la presencia de temperaturas mínimas ligeramente por debajo

de sus normales y máximas ligeramente superiores en el período de tuberización (temperaturas máximas o diurnas de 20 a 25°C y mínimas o nocturnas de 8 a 13°C) (MINAG, 2006).

La temperatura media óptima para la tuberización es de 20 °C, si se incrementa por encima de este valor disminuye la fotosíntesis y aumenta la respiración y por consecuencias de ello se produce la combustión de hidratos de carbono almacenado en los tubérculos (CIP, 1998).

La papa en el Perú se siembra en altitudes que van desde 3,000 m.s.n.m. hasta 3,700 m.s.n.m. dependiendo básicamente de las temperaturas que se registran en cada zona y se mantengan en los rangos óptimos para su producción (CIP, 1998). Sin embargo, se adaptan hasta los 4000 metros de altitud. Los días cortos, lluviosos y con temperatura de 14 a 18°C, favorecen en el crecimiento de los tubérculos; además para su buen desarrollo, requiere una humedad relativa comprendida entre 70 a 85% de la humedad del medio ambiente (Barreda, 1978).

Las plantas de papa requieren una luminosidad abundante, ya que ello influye en la producción de carbohidratos, por ser uno de los elementos que intervienen en la fotosíntesis (Egúsqiza, 2000). No obstante, la influencia de la luz en la papa no sólo se circunscribe a la producción de la fotosíntesis, sino a la distribución de carbohidratos, siendo su concentración mayor en los tubérculos cuando es alta (Bonierbale, 2001).

La disponibilidad del agua, es un factor crítico limitante en la producción; por lo tanto, depende de la presencia de lluvias, su escasez afecta al desarrollo del cultivo disminuyendo la producción de los tubérculos (Barreda, 1978)

### **Suelo**

Domínguez (1984), reportan que, la materia orgánica, es un elemento mejorador de la estructura del suelo y juega un papel importante en el cultivo de papa, como acondicionador de las características físicas del suelo.

FAO (2008), menciona que, las plantas de papa pueden crecer casi en todos los tipos de suelos, salvo donde son salinos o alcalinos. Los suelos requieren una buena preparación hasta encontrar las condiciones adecuadas, suaves, bien drenadas y bien ventiladas. Los suelos arcillosos o de arena con arcilla y abundante materia orgánica, con buen drenaje y ventilación, son los mejores. Se considera ideal un pH de 5,2 a 6,4 en el suelo.

#### 2.1.4. Las variedades

En el Perú existe una gran diversidad de variedades. Entre comunes y mejorados. La papa cultivada o papa común, se conoce con su nombre general atribuido por Linneo *Solanum tuberosum*. Los cultivares obtenidos por métodos de mejoramiento genético modernos se conocen como cultivares ‘mejorados’ o ‘modernos’ (Egúsquiza, 2000).

El cultivar Canchán procede del siguiente cruzamiento (Mendoza, 2002):

---

BL-1.2 X Murillo III-80 {(tbr x dms) x tbr} x {Solanum ajanhuiri x adg}

---

Donde:

tbr = *Solanum tuberosum*

dms = *Solanum demissum*

adg = *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*

Este cultivar fue liberado por el INIAA en el año 1990 en la EEA Canchán – Huánuco por el equipo del Dr. Jorge Landeo Cabezudo y sus principales características son sus tubérculos redondos de piel roja, escasa floración y fructificación además de su susceptibilidad a la racha (*Phytophthora infestans*) (MINAG, 2006).

**Cuadro 1.** Requerimientos de temperatura del cultivo de papa según fases fenológicas

Fases del cultivo de papa	Temperatura optima <sup>1</sup>	Temperatura critica <sup>2</sup>
Emergencia	8 -15 °C	
Formación de estolones	Temperaturas nocturnas 7 -12 °C	
Tuberización	10 – 15 °C	7 -20 °C
Maduración	10 – 15 °C	7 – 20 °C

Fuente: MINAG, 2006. 1. Temperatura en la cual se alcanza el máximo crecimiento y desarrollo. 2. Referida a la temperatura mínima y máxima a la cual la planta crece.

Asimismo, este cultivar se caracteriza por su tallo y follaje color verde claro y sus flores color lila. Los tubérculos presentan pulpa blanca y ojos superficiales, con brotes color rosado intenso. El periodo vegetativo es de 120 días alcanzando rendimientos de hasta 30 t ha<sup>-1</sup> entre tubérculos medianos y grandes, con un porcentaje de materia seca promedio de 25% y una aceptable calidad culinaria (MINAG, 2006).

#### **2.1.5. Requerimiento nutricional del cultivo de papa.**

La papa, es un cultivo que demanda una fertilización fuerte y equilibrada, calculada de acuerdo con la fertilidad del suelo y de la aplicación de abonos anteriores. Los requerimientos de la papa son de: 150 a 200 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, 300 a 600 kg de fósforo y de 200 a 250 kg ha<sup>-1</sup> de potasio. Esta incorporación de nutrientes al suelo se podría hacer utilizando fertilizantes inorgánicos y abonos orgánicos cada uno con sus ventajas y desventajas (Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG, 1991).

Marcko et al (2008), mencionan que la fertilización debe tener un balance nutricional que incluye todos los elementos necesarios para el buen desarrollo de la papa. Aún más importante que la fertilización, es manejar correctamente el agua de riego, lo cual es un factor crítico para obtener una nutrición óptima ya que el cultivo se nutre a través del agua en el suelo. Si se riega mucho se lixivia y se diluyen mucho los nutrientes. Si se riega poco la planta no tiene disponibilidad de los mismos.

Vander Zaag (1986) manifiesta la importancia y valor de los nutrimentos en los cultivos. Así el nitrógeno es el componente de proteínas, de la molécula de clorofila y de los ácidos nucleídos que constituyen los cromosomas. El fósforo es responsable de la transferencia de energía, necesario para los procesos metabólicos de las plantas: también se encuentra en los ácidos nucleídos, siendo importante para la formación de la semilla y el crecimiento de la raíz. El potasio actúa en la formación de carbohidratos, en la transformación y el movimiento del almidón de las hojas de papa al tubérculo, controla el movimiento de las estomas y del agua de la planta, menciona también a los elementos pequeños como el azufre, que se requiere para la síntesis de los aminoácidos y aceleran el crecimiento de las plantas. El magnesio activa el metabolismo de los carbohidratos y la respiración celular. El calcio es importante para la síntesis de la proteína, división de la célula y desarrollo del tejido meristemático.

El Nitrógeno manifiesta su efecto con la presencia del color verde oscuro de las hojas, ejerce un buen desarrollo vegetativo y una adecuada absorción de fósforo, potasio y calcio. En cantidades muy altas, en relación con la disponibilidad de los otros elementos, induce a la producción de papas extra grandes, pero se reduce su contenido de almidones. Además, aumenta la susceptibilidad de las plantas a las plagas, especialmente a las enfermedades causadas por hongos y bacterias (Asado, 2012; Román y Hurtado, 2002)

El Fósforo es un elemento determinante en el crecimiento inicial del cultivo, especialmente en las raíces porque promueve la formación temprana y el crecimiento de las mismas, por lo que su déficit produce plantas pequeñas de color violáceo o morado por el efecto de acumulación de antocianinas. Se requiere en cantidades muy inferiores al Nitrógeno, las recomendaciones de aplicación de Fósforo varían de 100 – 150 kg ha<sup>-1</sup>. Los requerimientos de Fósforo para una cosecha potencial de 50 toneladas pueden variar de 60 – 130 kg. (Asado, 2012; Sierra et al, 2002 y Rottenberg, 2010)

El Potasio es un elemento responsable de más de 48 funciones distintas en las plantas, en la papa una de las funciones importantes es un activador para la síntesis de carbohidratos, debido al gran contenido de carbohidratos que debe formar y almacenar en los tubérculos, es por ello que este elemento juega un papel muy importante en la nutrición. Su déficit en la papa produce manchas cloróticas y los tallos son débiles y quebradizos. El requerimiento de Potasio para una cosecha potencial de 50 toneladas se requiere 460 kg de  $K_2O$ , no obstante, ciertos suelos actúan como excelentes fuentes de Potasio, estas contribuciones pueden descontarse o tomarse como una fuente parcial de los requerimientos totales del cultivo. (Sierra et al, 2002 y Rottenberg, 2010)

#### **2.1.6. Producción, rendimiento y consumo del cultivo de papa**

FAO - (2008b) menciona que los países en desarrollo hoy son los principales productores e importadores de papas, y la demanda está pasando del tubérculo fresco a los productos elaborados. En 2005, por primera vez, la producción de papa de los países en desarrollo superó a la de los países desarrollados. El cultivo de subsistencia de papas en los países en desarrollo ha disminuido porque los agricultores están dirigiendo la producción hacia los mercados internos e internacionales. El consumo mundial está cambiando de las papas frescas a productos elaborados con valor añadido. Los países en desarrollo son importadores netos en el comercio internacional de papas, cuyo valor en 2005 se calculó en 6 000 millones de dólares.

Asimismo, reporta que la producción de papa en los países desarrollados, especialmente en Europa y en la Comunidad de Estados Independientes, ha disminuido en promedio un 1 por ciento al año en los últimos 20 años. Sin embargo, la producción en los países en desarrollo ha aumentado a una tasa promedio del 5 por ciento anual.

**Cuadro 2.** Producción mundial de la papa

Continentes	Área cosechada	Cantidad	Rendimiento
	Hectáreas	Toneladas	Toneladas/hectárea
África	1 541 498	16 706 573	10,8
Asia y Oceanía	8 732 961	137 343 664	15,7
Europa	7 473 628	130 223 960	17,4
América latina	963 766	15 682 943	16,3
América del norte	615 878	25 345 305	41,2
<b>Mundo</b>	19 327 731	325 302 445	16,8

Fuente FAO STAT 2007

**2.1.7. Guano de isla**

Se origina por la acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan las islas y puntas de nuestro litoral. Entre las aves más representativas tenemos al Guanay (*Phalacrocorax bouganinivilli* Lesson), Piquero (*Sula variegata* Tshudi) y Pelicano (*Pelecanus thagus*) (Borrero, 2008)

Es una mezcla de excrementos de aves marinas, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc. los cuales experimentan un proceso de fermentación lenta. El uso del guano de isla es conocido en América Latina desde hace más de 1500 años. Es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes 12% de Nitrógeno, 11 % de Fósforo y 2% de Potasio, 8% de Calcio, 0.5% de Magnesio, 1.5% de Azufre, 1.5% de Sodio; además de microelementos debe aplicarse pulverizado a una profundidad aceptable o taparlo inmediatamente para evitar pérdidas de amoníaco, puede ser mezclado con otros abonos orgánicos para aumentar su mineralización y lograr una mejor eficiencia (RAAA, 2002).

El guano de las islas contiene macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio en cantidades de 10-14, 10-12, 2-3% respectivamente. También contiene elementos secundarios como el calcio, magnesio y azufre, con un contenido promedio de 8, 0.5 y 1.5% respectivamente. Asimismo,

contiene microelementos como el hierro, zinc, cobre, manganeso, boro y molibdeno en cantidades de 20 a 320 ppm, que lo convierten en el fertilizante orgánico más completo del mundo. Además, realiza aportes de microorganismos benéficos que van a enriquecer la microflora del suelo, incrementando la actividad microbiana notablemente, lo que le confiere al suelo la propiedad de “organismo viviente” (MINAGRI, 2018).

**Cuadro 3.** Riqueza en nutrientes del guano de las islas

Elemento	Formula/Símbolo	Concentración
Nitrógeno	N	10 – 14%
Fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10 – 12%
Potasio	K <sub>2</sub> O	2 – 3%
Calcio	CaO	8.0%
Magnesio	MgO	0,50%
Azufre	S	1,50%
Hierro	Fe	0,032%
Zinc	Zn	0,0002%
Cobre	Cu	0,024%
Manganeso	Mn	0,020%
Boro	B	0,016

Fuente: (MINAGRI, 2018).

### 2.2.11.1. Propiedades

Borrero (2008), menciona que son muchos los beneficios que aporta el guano de isla, haciendo referencias algunas:

- a) Fertilizante natural y completo; contiene todos los nutrientes que la planta requiere para su crecimiento y desarrollo.
- b) Es un producto ecológico; no contamina el medio ambiente.
- c) Es biodegradable; su proceso de mineralización lo completa en el suelo, transformándose parte en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico.
- d) Mejora las condiciones físico químicas y microbiológicas del suelo; en suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C), favorece la absorción y retención de agua. Aporta flora

microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.

- e) Es soluble en agua; de fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).
- f) Tiene propiedades de sinergismo; en experimentos realizados en cultivos de papa, en cinco lugares del Perú, considerando un testigo sin tratamiento, se aplicó el Guano de las Islas, estiércol y una mezcla de ambos. En los cinco lugares experimentados, la producción se incrementó significativamente con el tratamiento Guano de las Islas más estiércol.

## 2.2. Antecedentes

Ríos *et al* (2015) realizó el ensayo “Efecto de tres niveles de guano de las islas en el rendimiento de *Solanum tuberosum* L. var. Huevo de indio”. Los tratamientos estudiados fueron T1, T2, T3 con 1.0, 1.5, 2.0 toneladas de guano de las Islas/ha respectivamente, y un testigo T0 sin incorporación de guano de las Islas. En el número de tubérculos por planta, el tratamiento T3 registra el mayor número con 8,50; en el rendimiento por planta reporta 2,23 kg; en el rendimiento por hectárea 55,94  $\text{tha}^{-1}$

Rivadeneira (2013) realizó la investigación utilizando como fuentes orgánicas al estiércol descompuesto de ovino (3 500  $\text{kg ha}^{-1}$ ), estiércol descompuesto de bovino (3 733  $\text{kg ha}^{-1}$ ), guano de corral (2 800  $\text{kg ha}^{-1}$ ), estiércol descompuesto de ovino (1 750  $\text{kg ha}^{-1}$ ) + guano de corral (1 400  $\text{kg ha}^{-1}$ ), estiércol descompuesto de bovino (1 867  $\text{kg ha}^{-1}$ ) + guano de corral (1 400  $\text{kg ha}^{-1}$ ), aplicados al cultivo de papa. Los resultados obtenidos fueron: el abono guano de corral destaca en la altura de planta a los 70 días (15.60 cm) y a la cosecha (27,20 cm); en el número de tubérculos por planta (25,25); y en el rendimiento por hectárea (12 656 kg); el abono estiércol descompuesto de ovino + guano de corral expreso mejores resultados en el peso de tubérculos por parcela (15,00 kg).

Zamora (2017) en la tesis “Aplicación de guano de isla y abono sintético en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* var. UNICA) en el

distrito y provincia de Barranca – Lima”, siendo los tratamientos: testigo - suelo agrícola (T1); guano de isla 10 t.ha<sup>-1</sup> + 120-80-40 (NPK) (T2); guano de isla 10 t.ha<sup>-1</sup> + 130-85-50 (NPK) (T3); guano de isla 10 t.ha<sup>-1</sup> + 135-90-55 (NPK) (T4). Los resultados muestran que el tratamiento llegó a tener la mayor respuesta en la producción de papa, concerniente a los parámetros de altura de planta con 72,10 cm y rendimiento por mata de 7,63 Kg y por hectárea de 23,79 t.ha<sup>-1</sup>, diferenciándose altamente significativa de los tratamientos T3, T2 y T1.

Arquiñigo (2014) en la tesis “Niveles de guano de islas y densidades de siembra en el rendimiento de papa variedad Mama Lucha (*Solanum phureja* L.) Campanayoc 3400 msnm, Ayacucho”; conformados por los niveles de guano de isla (0; 1,5; 3,0 y 4,5 t.ha<sup>-1</sup>) y los niveles de densidad (35 y 45 cm). los resultados respecto a la altura de planta se alcanzó con la distancia de siembra de 35 cm y 4,5 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla; el mayor número de tallos por planta se obtuvo con 4,5 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con 4.50 tallos, por la mayor disponibilidad de nitrógeno; Los mayores rendimientos de tubérculos se lograron con 25 y 35 cm de distancia entre plantas y 3.0 t.ha<sup>-1</sup> de guano de Islas, y 35 cm + 4,5 t.ha<sup>-1</sup> de guano de islas, con 23350,97 kg.ha<sup>-1</sup>, 22333,33 kg.ha<sup>-1</sup> y 22121,69 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente; El mayor rendimiento de papa categoría segunda y categoría tercera se alcanzó con la aplicación de 3.0 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con 11328,46 kg.ha<sup>-1</sup> y 6921,38 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente;

Mendoza (2013) en la tesis “Niveles de guano de las islas y dosis de microorganismos eficaces - EM, en el cultivo de papa (*Solanum* sp.) var. Mama Lucha. Canaán, 2750 msnm. – Ayacucho, conformado por los niveles de guano de islas (0; 0,81; 1,62; 2,43 y 3,43 t.ha<sup>-1</sup>) y los niveles de EM (40 y 80 L.ha<sup>-1</sup>). Los resultados obtenidos fueron: en la altura de planta se obtuvo una mayor altura de 42,33 cm con 3,43 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla y de 38,95 cm con 80 L.ha<sup>-1</sup>; en el rendimiento de tubérculos de primera obtuvo de 4 827, 6 kg.ha<sup>-1</sup>; en el rendimiento de segunda registra 5 056,8 kg.ha<sup>-1</sup>; rendimiento de tercera reporta 1 573,9 kg.ha<sup>-1</sup>; en el rendimiento total obtuvo de 11 458,3 kg.ha<sup>-1</sup> bajo la incorporación de 3,43 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla.

## **2.3. Hipótesis**

### **2.3.1. Hipótesis general**

Si aplicamos de manera adecuada el abonamiento orgánico con guano de isla entonces se obtendrá un efecto significativo en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchan INIAA, en condiciones edafoclimáticas de Nuevo Chavín - Huacrachuco - Marañón.

### **2.3.2. Hipótesis específicas**

1. Si aplicamos un nivel de abonamiento orgánico con guano de isla, entonces tendremos un efecto significativo, en el número de tubérculos de papa de las categorías extra, 1ra, 2da, 3ra y total por planta y por área neta experimental.
2. Si aplicamos un nivel de abonamiento orgánico con guano de isla entonces tendremos un efecto significativo en el peso tubérculos de papa de las categorías extra, 1ra, 2da, 3ra y total por planta y por área neta experimental.

## **2.4. Variables.**

### **Variable Independiente.**

Abonamiento con Guano de isla

### **Variable dependiente**

Rendimiento del cultivo de papa

### **Variable interviniente**

Condiciones edafoclimáticas de Nuevo Chavín

### 2.4.1. Operacionalización de variables

**Cuadro 3.** Operacionalización de las variables, dimensiones e indicadores

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Variable Independiente:</b> Guano de isla	Dosis de guano de isla	Dosis alta: 3 t. Dosis media: 2,5 t. Dosis baja: 1,6 t.
<b>Variable Dependiente:</b> Rendimiento	Numero Peso	Número de tubérculos / planta / parcela Peso de tubérculos / planta / ANE y Hectárea

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Tipo y nivel de Investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación.

**Aplicada**, porque generó nuevos conocimientos tecnológicos expresados en el abonamiento orgánico, destinadas a la solución del problema de los bajos rendimientos que obtienen los agricultores dedicados al cultivo de papa en la Provincia de Marañón.

##### 3.1.2. Nivel de investigación.

**Experimental**, porque se manipuló la variable independiente (abonamiento con guano de isla), se midió su efecto en la variable dependiente (rendimiento) y se comparó los resultados con un testigo (sin aplicación de abono “guano de isla”).

#### 3.2. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación, se desarrolló en la localidad de Nuevo Chavín, localizado a 2 kilómetros de la capital de la Provincia de Marañón; cuya posición geográfica y ubicación política es la siguiente:

##### Ubicación política

Región	Huánuco
Provincia	Marañón
Distrito	Huacrachuco
Lugar	Nuevo Chavín

##### Posición geográfica

Latitud Sur	8° 31' 35"
Longitud Oeste	76° 11' 28"
Altitud	2 930 msnm

### **3.2.1. Características agroecológicas de la zona.**

Según el mapa ecológico del Perú actualizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales – ONERN (1995) el área donde se realizará el proyecto de investigación se encuentra en la zona de vida bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT). Según la clasificación de Javier Pulgar Vidal, Huacrachuco está situado en la Región Quechua, con una temperatura promedio de 17 °C con precipitaciones estacionales.

Las temperaturas más bajas se registran en los meses de junio a agosto de 9 °C aproximadamente; por estas variaciones hacen que Huacrachuco tenga un clima templado, hasta templado frío. El suelo es de origen transportado, aluvial con pendiente moderada, posee una capa arable hasta 0.60 m, de profundidad, característica principal para el cultivo de papa, cuyas características físicas y químicas se muestran en el Anexo 22.

### **3.3. Población, muestra y unidad de análisis.**

#### **3.3.1. Población**

Estuvo constituida por 512 plantas de papa en todo el campo experimental, con 32 plantas de papa en cada unidad experimental.

#### **3.3.2. Muestra**

Constituida por 8 plantas de cada área neta experimental, haciendo un total de 128 plantas en todas las áreas netas experimentales de experimento. El tipo de muestreo fue probabilístico, en forma de Muestra Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las semillas de papa en el momento de la siembra tuvo la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

#### **3.3.3. Unidad de análisis**

La unidad de análisis es la parcela con las plantas de papa.

### 3.4. Factores y tratamientos en estudio

Se estudió el efecto del abonamiento con guano de isla en el rendimiento del cultivo de la papa; para lo cual se tuvo tres dosis de abonamiento más un testigo (sin abono), con 4 repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales.

**Cuadro 4.** Tratamientos y niveles de estudio.

Factor	Tratamientos	Descripción (dosis)	Dosis por parcela
Guano de isla	T1	Dosis alta: 3,00 t ha <sup>-1</sup>	4,32 kg
	T2	Dosis media: 2,50 t ha <sup>-1</sup>	3,60 kg
	T3	Dosis baja: 1,60 t ha <sup>-1</sup>	2,30 kg
	T0	Sin Abono: 0 kg ha <sup>-1</sup>	0,00 kg

### 3.5. Prueba de hipótesis

#### 3.5.1. Diseño de la investigación

Es Experimental, en la forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales.

#### Modelo Aditivo Lineal (MAL)

El modelo aditivo lineal para Diseño en Bloques Completamente al Azar, está dado por:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

**Dónde:**

- i = 1, 2,... 4. Tratamientos/bloque
- j = 1, 2,... 4 Repeticiones/experimento
- T = N° de tratamientos
- B = N° de bloques

- $Y_{ij}$  = Valor o rendimiento observado en el i-ésimo tratamiento;  
 j-ésimo bloque  
 $U$  = Efecto de la media general  
 $T_i$  = Efecto de (i-ésimo) tratamiento  
 $B_j$  = Efecto del (j-ésimo) bloque  
 $E_{ij}$  = Error experimental de las observaciones ( $Y_{ij}$ )

### Esquema de Análisis de Varianza

Se usó La técnica estadística de ANDEVA (Análisis de Varianza) para medir la significación entre tratamientos y bloques al margen de error de 0.05 y 0.01. Para la comparación de los promedios de los tratamientos se utilizó la Prueba de DUNCAN al 0.05

**Cuadro 5.** Esquema del análisis estadístico.

<b>Fuente de Varianza (F.V)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>
Bloques	$(r-1) = 3$
Tratamientos	$(t-1) = 3$
Error experimental	$(r-1)(t-1) = 9$
<b>Total</b>	<b><math>(tr-1) = 15</math></b>

### Características del campo experimental.

#### Característica del campo

Longitud del campo experimental	: 21,00 m
Ancho del campo experimental	: 16,40 m
Área total de caminos (344,4 – 230,4)	: 114,00m <sup>2</sup>
Área Total del campo experimental (21,00 x 16,4)	: 344,40 m <sup>2</sup>
Área experimental total (4,00X4X14,4)	:230,40 m <sup>2</sup>

#### Características de bloques:

Numero de bloques	: 4
Tratamientos por bloque	: 4
Largo de bloque	: 14,40 m

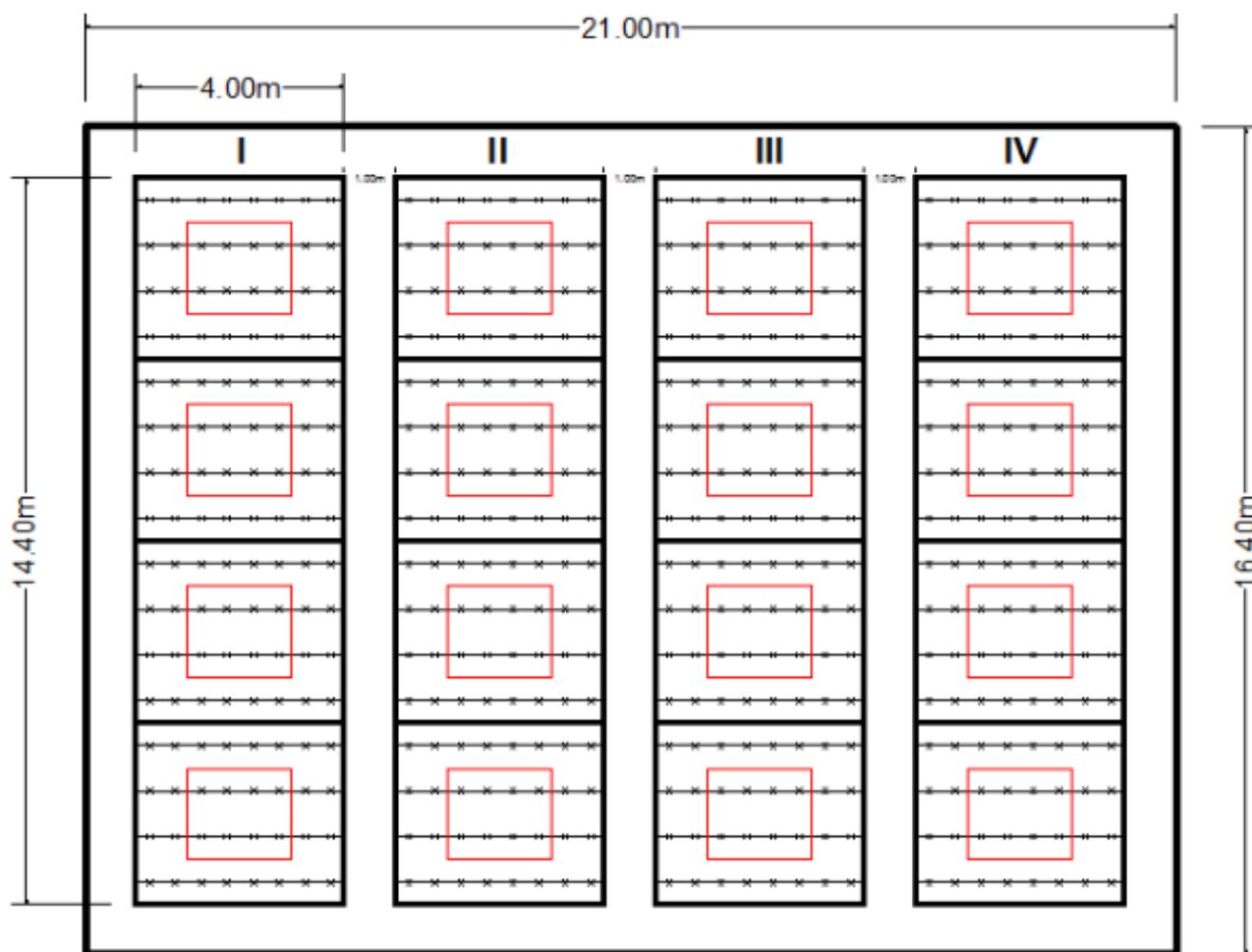
Ancho de bloque	: 4,00 m
Área total de bloques	: 57,6 m <sup>2</sup>

**Características de parcelas**

Largo de parcela	: 4,00 m
Ancho de parcela	: 3,60 m
Área total de parcela	: 14,4 m <sup>2</sup>
Área neta experimental (2,00x1,80)	: 3,60 m <sup>2</sup>

**Características de surcos**

Longitud de surcos por parcela	: 4,00 m
Numero de surcos por parcela	: 4
Número de plantas por surco	: 8
Distancia entre surcos	: 0,90 m
Distancia entre plantas	: 0,50 m.



**Figura 1.** Croquis del Campo experimental

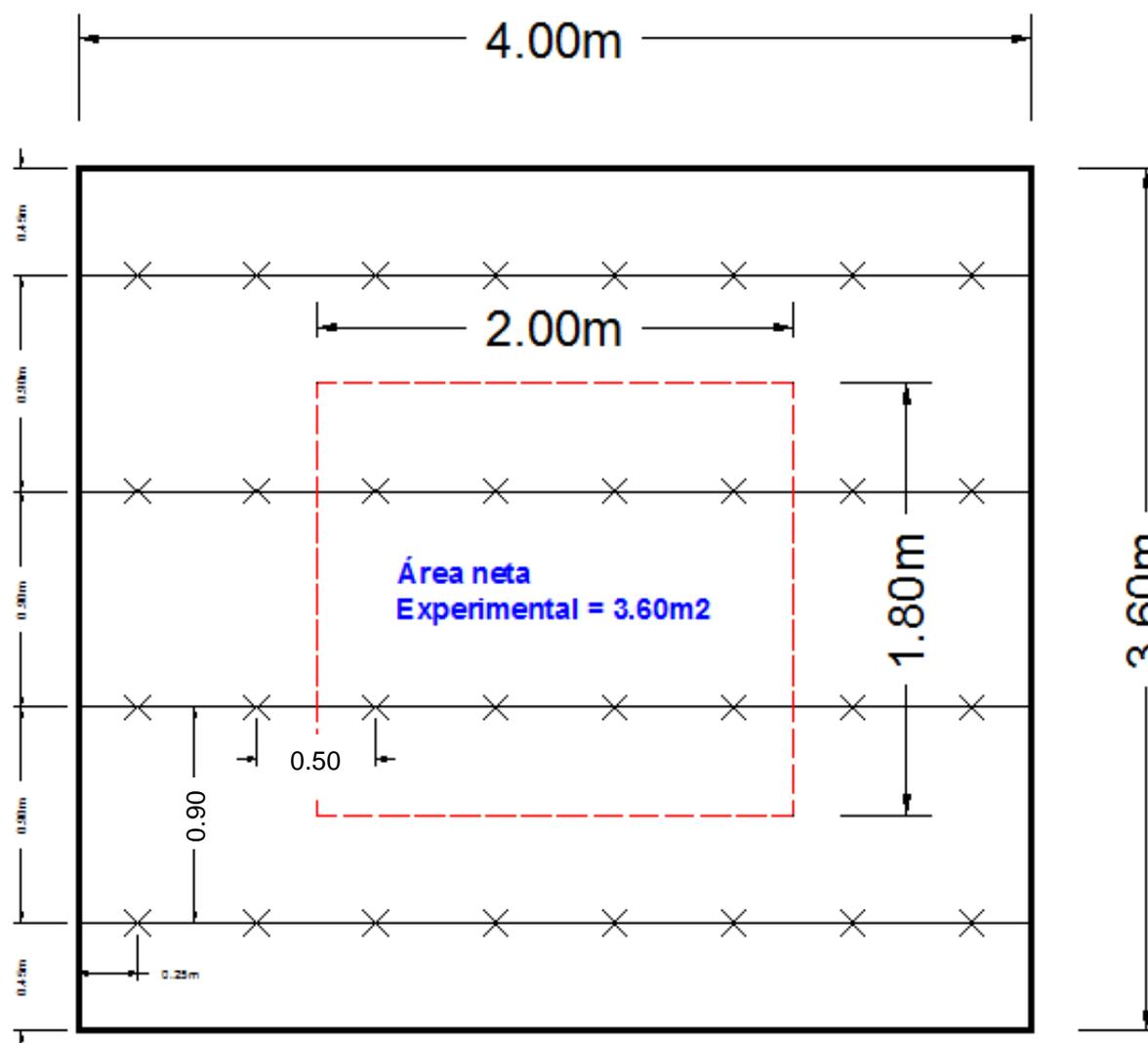
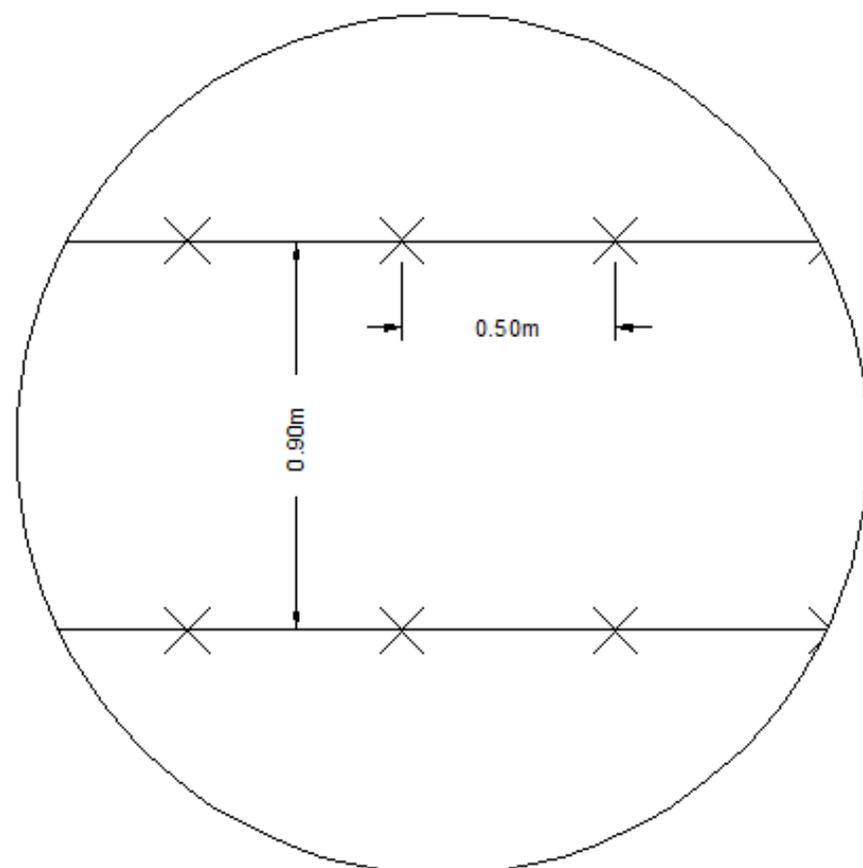
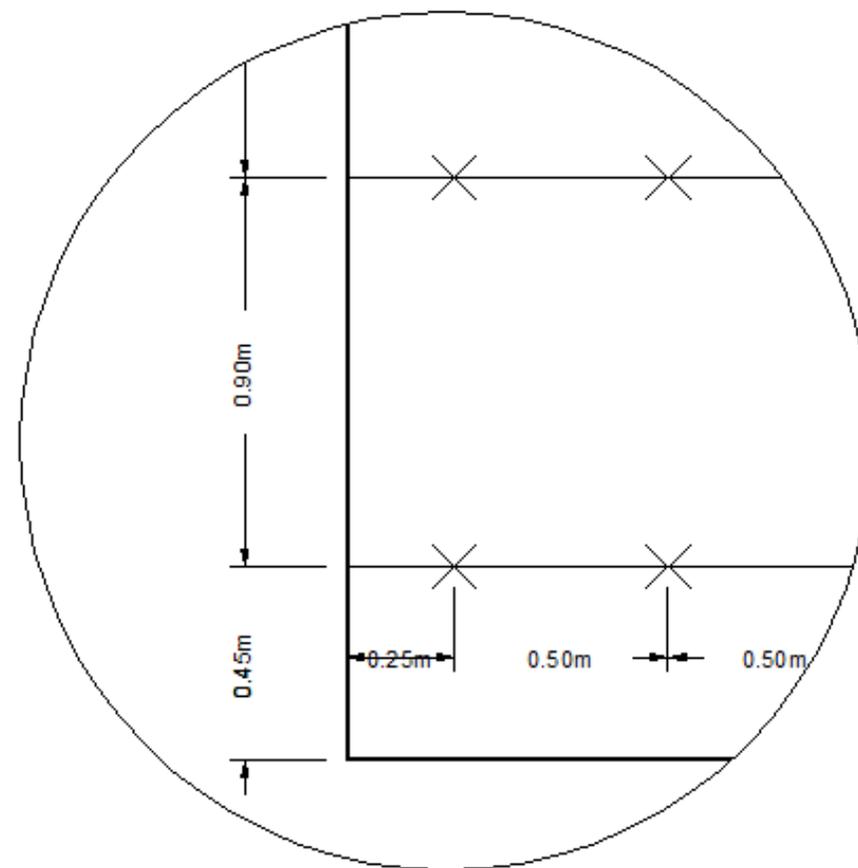


Figura 2. Detalle de la parcela experimental



ESCALA: 1/25

**Figura 3.** Detalle de distanciamiento entre surcos y golpes

ESCALA: 1/25

**Figura 4.** Detalle de distanciamiento de bordes

### **3.5.2. Datos registrados**

Los datos de los parámetros registrados se obtuvieron de las ocho plantas que conforman el área neta experimental

#### **3.5.2.1. Número de tubérculos por planta.**

Esta actividad fue realizada a la cosecha luego de la categorización de los tubérculos de papa, donde se contaron los tubérculos por cada categoría del área neta experimental de cada tratamiento y luego se obtuvieron los promedios por planta en extra, primera y segunda.

#### **3.5.2.2. Peso de tubérculos**

Una vez contabilizados los tubérculos de papa, se efectuó el pesado de tubérculos categorizados (extra, primera y segunda) con la ayuda de una balanza comercial, luego estos datos fueron registrados para la obtención de la suma total de los tubérculos. El resultado fue expresado en kilogramos por área neta experimental

#### **3.5.2.3. Rendimiento estimado por hectárea**

El rendimiento total se obtuvo del peso de cada área neta experimental transformando a hectárea (10 000 m<sup>2</sup>), y los resultados se expresó en kilogramos o por hectárea.

### **3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información.**

#### **3.5.3.1. Técnicas bibliográficas y de campo.**

Las técnicas a utilizados para la recolección de información fueron los siguientes:

##### **Técnicas bibliográficas.**

**Fichaje.** Permitió recolectar información bibliográfica para elaborar nuestro marco teórico de las diferentes referencias bibliográficas.

**Análisis de contenido.** Fue el estudio y análisis de una manera objetiva y sistemática de los documentos leídos.

### Técnicas de campo

**Observación.** Permitió obtener información sobre las observaciones realizadas directamente del cultivo de papa.

#### 3.5.3.2. Instrumentos de recolección de información

##### Fichas

Para registrar la información producto del análisis del documento en estudio. Estas fueron de: Registro o localización (fichas bibliográficas hemerográficas e internet) y de documentación e investigación (fichas textuales o de transcripción, resumen, comentario y combinadas).

##### Libreta de campo

En ella se registraron las observaciones realizadas sobre la variable dependiente. Además, se utilizó desde el inicio de ejecución del proyecto hasta la finalización, se registró todas las actividades realizadas, los costos por rubros y finalmente las evaluaciones, era un documento confidencial.

##### Escala

Los datos se registraron al momento de la cosecha de tubérculos y fueron clasificados por categoría de acuerdo a la escala propuesta por Egúsquiza (2000).

**Cuadro 6.** Escala por categorías de la papa

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Extra	8 - 10 cm. de diámetro
Primera	7- 8 cm. de diámetro
Segunda	6 - 7 cm. de diámetro

**Fuente:** Egúsquiza (2000)

### 3.6. Materiales y equipos

**Cuadro 7.** Lista de materiales y equipos.

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>
Picotas, Cordel	Cámara fotográfica
Wincha 50m, Rafia	Balanza Computadora
Estacas, Jalones	Etc.
Yeso	
Costales	
Semillas	
Bolígrafo	

### 3.7. Conducción de la investigación

#### **Elección del terreno**

El terreno elegido fue con una pendiente de 4% con buen drenaje para evitar el encharcamiento del agua y permitir una buena aireación, con vías de fácil acceso para su transporte de materiales e insumos, con disponibilidad de agua permanente.

#### **Toma de muestra para el análisis del suelo.**

El método de muestreo fue en zigzag, tratando de cubrir toda el área del terreno y consistió en limpiar la superficie de cada punto escogido de 20 X 20 cm., con una pala recta se abrió un hoyo en forma cuadrada a una profundidad de 20 cm. y se extrajo una tajada de 5 cm. de espesor de suelo, luego se introdujo en un balde limpio y se mezcló las sub muestras, obteniendo de ella una muestra representativa de 1 kilogramo. Esta muestra se envió al laboratorio de Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM - Lima, para los análisis físicos y químicos respectivos (Estudio de Caracterización).

#### **Preparación del terreno.**

Para el desarrollo de esta actividad se empleó la yunta (tracción animal), el cual consistió en el cruce del terreno y posteriormente el arado, luego se procedió a nivelar la misma y por ultimo una pasada de arado, con la finalidad de modificar la estructura del suelo y obtener condiciones favorables para la siembra, emergencia y un adecuado desarrollo de las

plantas, el mismo que permitió una distribución uniforme del agua, semilla y los fertilizantes. Finalmente fue surcado el terreno a un distanciamiento entre surcos de 0.90 metros.

### **Trazado del campo experimental.**

Finalizada la preparación del terreno, se procedió a la demarcación de las parcelas experimentales, bloques y caminos de acuerdo al croquis del experimento, utilizando cal, estacas, wincha, jalón y cordel con la finalidad de identificar los tratamientos

### **Siembra**

Esta labor se efectuó bajo el método de siembra directa (25/11/17), en el cual se colocaron los tubérculos semilla a una distancia entre tubérculos de 0.50 metros a una profundidad de 5 centímetros, luego se cubrió la semilla con tierra con la ayuda de un azadón. La cantidad total de tubérculos semilla empleados fue de 512 por todo el experimento

### **Riegos**

En se aprovecharon las lluvias que se produjeron durante el periodo de duración de la investigación. Ante la ausencia de las lluvias se tuvo que efectuar los riegos por gravedad de acuerdo a la necesidad de la planta en las primeras horas de la mañana.

### **Aporque**

Consistió en amontonar tierra alrededor de la planta con la ayuda de un azadón para brindar estabilidad a las plantas, evitar el ataque de plagas y enfermedades y garantizar una buena tuberización. Se efectuaron dos aporques, el primer se realizó a los 45 días después de la siembra y el segundo a los 75 días.

### **Deshierbos**

Esta actividad se ejecutó manualmente con la ayuda de un azadón con el propósito de eliminar las malezas que afectan al cultivo al competir por

agua, nutrientes y espacio. Los deshierbos fueron efectuados oportunamente cada semana, debido a que las lluvias en la zona de ejecución permitían el desarrollo de malezas en el campo experimental.

### Abonamiento

Consistió en la aplicación de abono orgánico a base de guano de isla. La incorporación del abono fue realizado al momento de la siembra. La cantidad total de abono empleado por parcela fue de 4,32; 3,60 y 2,30 kilogramos (según los tratamientos e estudio), esparciendo manualmente de manera uniforme en cada surco

**Cuadro 8.** Plan de abonamiento

ITEMS	Dosis alta	Dosis media	Dosis baja
<b>NPK del suelo</b>			
Requerimiento del cultivo en kg ha <sup>-1</sup> (2)	140- 180-140	140- 180-140	140- 180-140
Nutrientes del suelo kg ha <sup>-1</sup>	23 – 31 – 13	23 – 31 – 13	23 – 31 – 13
NPK a añadir (a)	129 – 164 – 139	129 – 164 – 139	129 – 164 – 139
<b>NPK del guano de isla</b>			
Riqueza del guano de isla (1)	10 – 12 – 2	10 – 12 – 2	10 – 12 – 2
Cantidad de NPK del guano de isla (b)	160 – 160 – 32	120 – 120 – 24	80 – 80 – 16
<b>Diferencia de NPK (a – b)</b>			
Balance de NPK	-31 – 4 - 117	9 – 44 – 115	49 – 84 - 123

**Fuente:** (1) DRA – Huánuco (2018); (2): MINAGRI (2018),

### Control fitosanitario

El control fitosanitario del cultivo se realizó en forma preventiva al momento de la siembra (Homai W.P), espolvoreando sobre las semillas para evitar el ataque de enfermedades. El control de plagas se realizó con Extermin en una dosis 30 ml/mochila 20 L.

## **Cosecha**

Esta actividad se desarrolló manualmente cuando las plantas hayan alcanzado la madurez fisiológica, el cual se expresa en un cambio de tonalidad en el color de las hojas de un verde oscuro a amarillento, el cual sirvió como indicador para proceder a realizar el corte del follaje. Al cabo de 10 días después se realizó la cosecha, en forma manual empleando el pico y el azadón como herramienta para poder sacar y separar los tubérculos enterrados en el suelo y posteriormente recolectarlos; fueron clasificados por categorías y almacenados en costales de polietileno para su posterior evaluación global de rendimiento.

## IV. RESULTADOS

Los resultados expresados en promedios se presentan en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con las técnicas estadísticas del Análisis de Varianza (ANDEVA) al 95 y 99 % de probabilidad de confianza, a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos donde los tratamientos que son iguales se denota con (ns), quienes tienen significación (\*) y altamente significativos (\*\*).

Para la comparación de los promedios entre tratamiento se aplicó la prueba de Significación de Duncan a un nivel de confianza del 95 % de probabilidad de éxito, en esta prueba los tratamientos de la misma letra indican que no existen diferencias estadísticas significativas, mientras que los tratamientos de distintas letras denotan diferencias estadísticas significativas.

En el caso que el resultado del ANVA sea no significativo entre Tratamientos no se realizó la prueba de Duncan.

#### 4.1. Número de tubérculos

##### 4.1.1. Número de tubérculos por planta

Los promedios de las variables número de tubérculos de las categorías extra, 1ra, 2da, 3ra y total por planta se aprecian en los anexos del 1 al 5 respectivamente, a continuación, el análisis de varianza y la prueba de Duncan.

El análisis de varianza respecto al número de tubérculos por planta del Cuadro 9, indican que no existe significación estadística al 95 y 99% de confianza para bloques en tubérculos extra, 1ra y 2da, sin embargo, para tratamientos existe alta significación en ambos niveles de confianza.

Los coeficientes de variabilidad (CV) registraron porcentajes de 28,55; 13,09 y 28,33 para número de tubérculos extra, 1ra y 2da respectivamente, estos porcentajes denotan la confiabilidad de la recopilación de los datos de campo y el análisis estadístico realizado

**Cuadro 9.** Análisis de Varianza para número de tubérculos extra, 1ra y 2da por planta

FV	gl	Extra		1ra		2da		Ftab	
		CM	FC	CM	FC	CM	FC	95%	99%
<b>Bloques</b>	3	0,12	1,94 <sup>ns</sup>	0,12	0,54 <sup>ns</sup>	0,29	0,38 <sup>ns</sup>	3,86	6,99
<b>Tratamientos</b>	3	2,20	34,35 <sup>**</sup>	23,92	109,82 <sup>**</sup>	16,96	21,82 <sup>**</sup>	3,86	6,99
<b>Error</b>	9	0,06		0,22		0,78			
<b>Total</b>	15								
<b>CV</b>		28,55		13,09		28,33			
<b>X</b>		0,88		3,56		3,11			

En el Cuadro 10 se observa el análisis de varianza para el número de tubérculos de tercera y total por planta donde la fuente Tratamientos es altamente significativo al 95 y 99% de confianza, demostrando que alguno de los ellos es diferente. El coeficiente de variabilidad reporta de 26,81 y 14,68 %, siendo estos valores aceptables que garantizan el análisis realizado.

**Cuadro 10.** Análisis de Varianza para número de tubérculos de 3ra y total por planta.

FV	gl	3ra		Total		Ftab	
		CM	FC	CM	FC	95%	99%
<b>Bloques</b>	3	1,71	4,08*	3,98	1,86 <sup>ns</sup>	3,86	6,99
<b>Tratamientos</b>	3	0,57	1,37 <sup>ns</sup>	82,83	38,78**	3,86	6,99
<b>Error</b>	9	0,42		2,14			
<b>Total</b>	15						
<b>CV</b>		26,81		14,68			
<b>X</b>		2,41		9,95			

La prueba de Significación de Duncan para número de tubérculos extra y 1ra del Cuadro 11, donde al 95% de confianza, el tratamiento T1 difiere estadísticamente de los tratamientos T2, T3 y T0 al ocupar el 1° lugar del O.M. con 1,81 y 7,10 tubérculos extra y de 1ra respectivamente. El testigo T0 obtuvo con 0,16 tubérculos extra y 1.50 tubérculos de 1ra, tal como se muestra en la Figura 5.

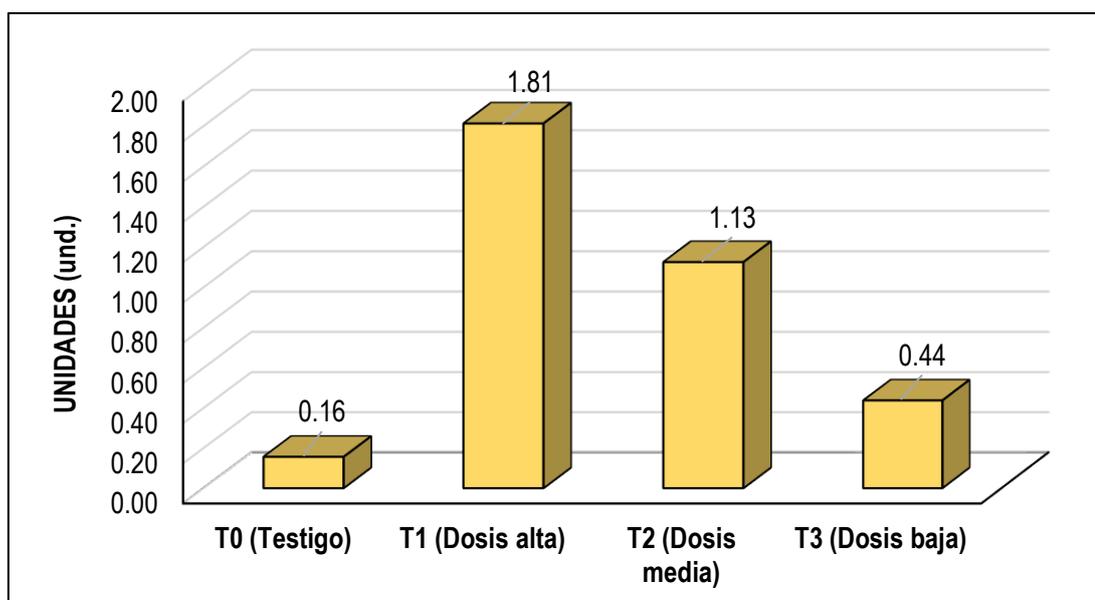
**Cuadro 11.** Prueba de significación de Duncan para número de tubérculos de categoría extra y 1ra por planta

OM	TRAT.	Extra	NIVEL DE CONFIANZA (95%)	1ra	NIVEL DE CONFIANZA (95%)
1	T1	1,81	a	7,10	a
2	T2	1,13	b	3,10	b
3	T3	0,44	c	2,56	b c
4	T0	0,16	c	1,50	c
		Sx = 0,12		Sx = 0,23	

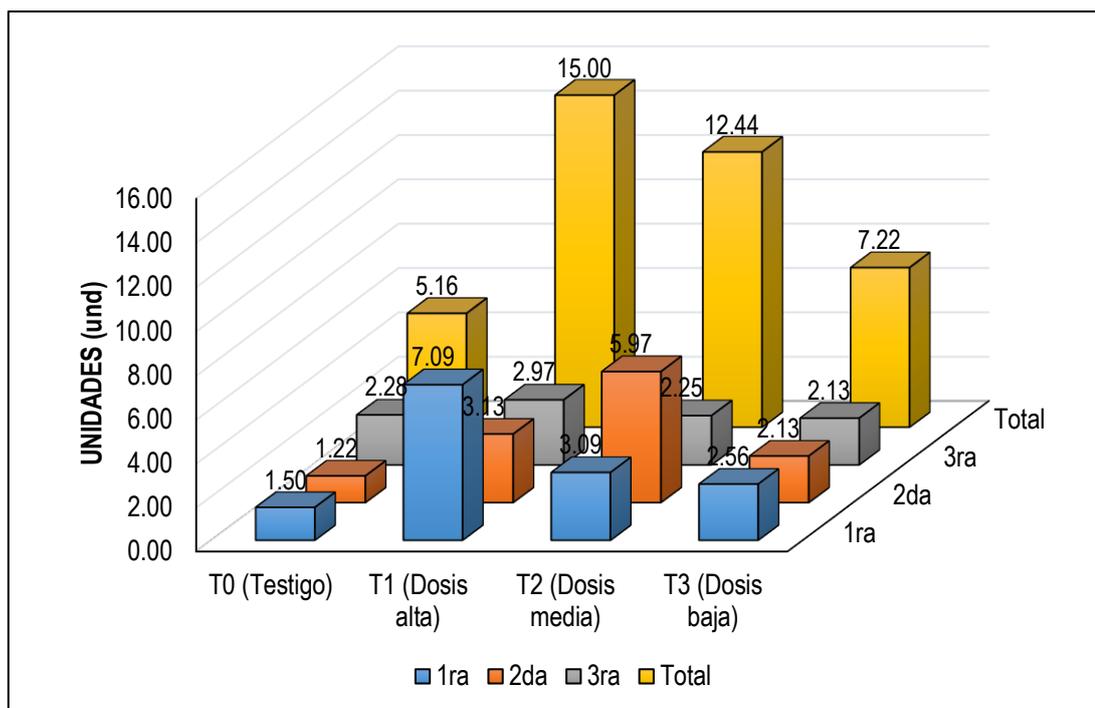
En el Cuadro 12 se contempla la Prueba de Duncan al 95% de confianza del número de tubérculos de 2da y total por planta, donde el tratamiento T2 destaca estadísticamente en el número de tubérculos de segunda con 2.97, mientras que el tratamiento T1 en el número de tubérculos totales con 15.00, tal como se muestra en la Figura 6.

**Cuadro 12.** Prueba de significación de Duncan para número de tubérculos de categoría 2da y total por planta

OM	TRAT.	2da	NIVEL DE CONFIANZA (95%)		TRAT.	Total	NIVEL DE CONFIANZA (95%)	
1	T2	2,97	a		T1	15,00	a	
2	T1	2,29	b		T2	12,44	b	
3	T3	2,25	b	c	T3	7,22	c	
4	T0	1,22	c		T0	5,16	c	
Sx = 0,44			Sx = 0,73					



**Figura 5.** Promedios del número de tubérculos de papa extra por planta



**Figura 6.** Promedios del número de tubérculos de papa de 1ra, 2da, 3ra y total por planta

#### 4.1.2. Numero de tubérculos por área neta experimental (ANE)

Los promedios de las variables número de tubérculos por ANE de las categorías extra, 1ra, 2da, 3ra y total se muestran en los anexos 6 al 10 respectivamente, a continuación, el análisis de varianza y la prueba de Duncan.

El análisis de varianza para número de tubérculos de papa extra, 1ra, 2da, 3ra y total por ANE se observan en los Cuadro 13 y 14, donde indican que existe alta significación estadística al 95 y 99% de confianza para Tratamientos para el número de tubérculos extra, 1ra, 2da y total, mientras que en tubérculos de 3ra no existe significación estadística en ambos niveles de confianza.

Los coeficientes de variabilidad (CV) registraron valores aceptables de 28,73; 13,13; 28,39; 27,06 y 14,68%, lo que demuestra la confiabilidad en el análisis estadístico.

**Cuadro 13.** Análisis de Varianza para número de tubérculos extra, 1ra y 2da.por ANE

FV	gl	Extra		1ra		2da		Ftab	
		CM	FC	CM	FC	CM	FC	95%	99%
<b>Bloques</b>	3	7,90	1,92 <sup>ns</sup>	7,50	0,38 <sup>ns</sup>	18,92	0,38 <sup>n.s</sup>	3,86	6,99
<b>Tratamientos</b>	3	140,73	34,17 <sup>**</sup>	1531,17	21,77 <sup>ns</sup>	1085,42	21,77 <sup>**</sup>	3,86	6,99
<b>Error</b>	9	4,12		30,78		49,86			
<b>Total</b>	15								
<b>CV</b>		28,73		13,13		28,39			
<b>X</b>		7,06		28,50		24,88			

**Cuadro 14.** Análisis de Varianza para número de tubérculos de 3ra y total por ANE.

FV	gl	3ra		Total		Ftab	
		CM	FC	CM	FC	95%	99%
<b>Bloques</b>	3	113,90	4,23 <sup>*</sup>	255,08	1,87 <sup>ns</sup>	3,86	6,99
<b>Tratamientos</b>	3	38,73	1,44 <sup>ns</sup>	5301,75	38,82 <sup>**</sup>	3,86	6,99
<b>Error</b>	9	26,95		136,58			
<b>Total</b>	15						
<b>CV</b>		27,06		14,68			
<b>X</b>		19,19		79,63			

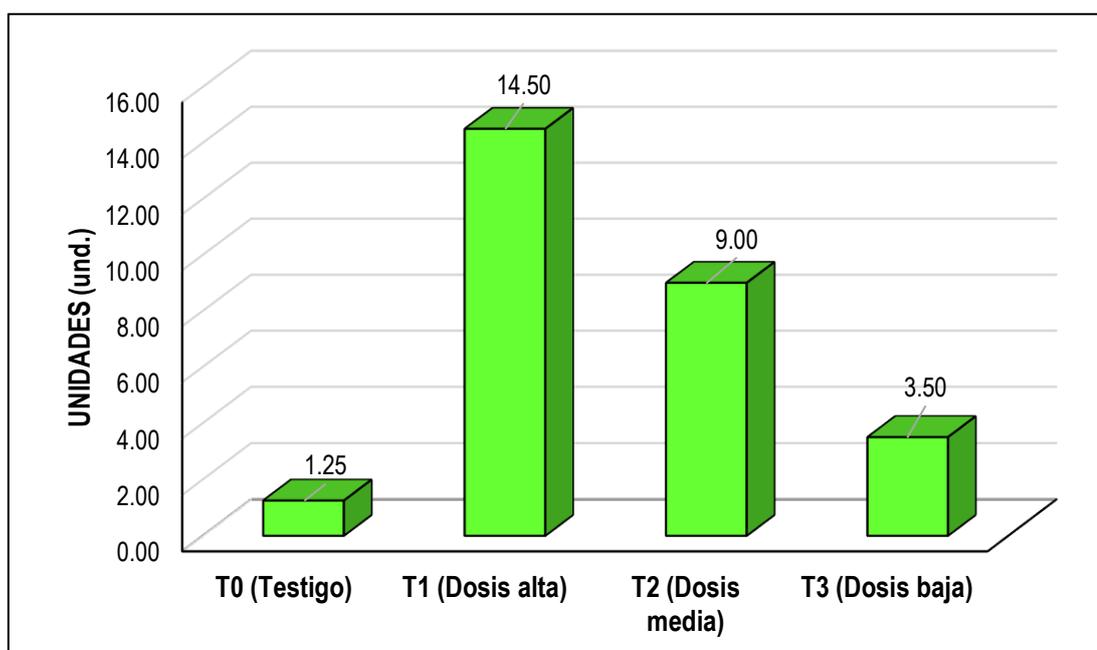
La prueba de Significación de Duncan del Cuadro 15 y 16 confirman los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 95% de confianza, el tratamiento T1 muestran un efecto superior y diferente respecto a los tratamientos T2, T3 y T0 al imponerse con 14,50; 56,75 y 47,75 tubérculos extra, 1ra y 2da, sin embargo, en el número de tubérculos totales por ANE el tratamiento T1 y T2 presentan promedios estadísticamente iguales. Los promedios de la variable se aprecian en la Figura 7 y 8.

**Cuadro 15.** Prueba de significación de Duncan para número de tubérculos de categoría extra y 1ra por ANE.

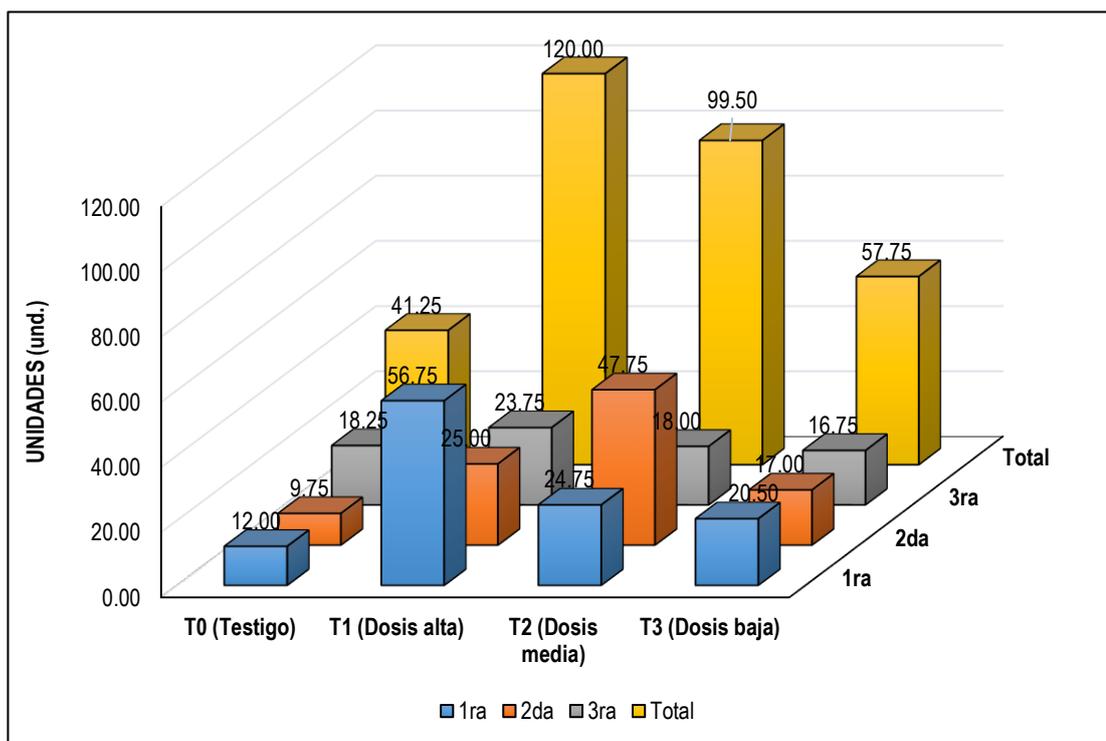
OM	TRAT.	Extra	NIVEL DE CONFIANZA (95%)	1ra	NIVEL DE CONFIANZA (95%)
1	T1	14,50	a	56,75	a
2	T2	9,00	b	24,75	b
3	T3	3,50	c	20,50	b c
4	T0	1,25	c	12,00	c
Sx = 1,01				Sx = 2,77	

**Cuadro 16.** Prueba de significación de Duncan para número de tubérculos de categoría 2da t total por ANE

OM	TRAT.	2da	NIVEL DE CONFIANZA (95%)	TRAT.	Total	NIVEL DE CONFIANZA (95%)
1	T2	47,75	a	T1	120,00	a
2	T1	25,00	b	T2	99,50	a
3	T3	17,00	b	T3	57,75	b
4	T0	9,75	b	T0	41,25	b
Sx = 3.56				Sx = 5,84		



**Figura 7.** Promedios del número de tubérculos de papa extra por ANE



**Figura 8.** Promedios del número de tubérculos de papa de 1ra, 2da, 3ra y total por parcela.

## 4.2. Peso de tubérculos

### 4.2.1. Peso de tubérculos de papa por planta

Los promedios de la variable peso de tubérculos de las categorías extra, 1ra, 2da, 3ra y total por planta se revelan en los anexos del 11 al 15 respectivamente.

El ANVA respecto al peso de tubérculos de papa por planta se observa en los Cuadros 17 y 18, en el cual indican que existe alta significación estadística al 95 y 99% de confianza para tratamientos en el peso de tubérculos extra, 1ra, 2da y total por planta, no obstante no hubo significación para tratamientos en el peso de tubérculos de 3ra por planta.

Los coeficientes de variabilidad (CV) reportaron valores aceptables de 28,73; 11,65; 27,10; 26,67 y 11,06 % los cuales garantizan la confiabilidad en la precisión de la información obtenida.

**Cuadro 17.** Análisis de Varianza para peso de tubérculos extra, 1ra y 2da por planta

FV	gl	Extra		1ra		2da		Ftab	
		CM	FC	CM	FC	CM	FC	95%	99%
<b>Bloques</b>	3	6018,36	1,95 <sup>ns</sup>	2200,45	1,13 <sup>ns</sup>	3618,19	0,91 <sup>ns</sup>	3,86	6,99
<b>Tratamientos</b>	3	112433,03	36,46 <sup>**</sup>	136685,49	70,08 <sup>**</sup>	76190,00	19,09 <sup>**</sup>	3,86	6,99
<b>Error</b>	9	3083,62		1950,31		3991,90			
<b>Total</b>	15								
<b>CV (%)</b>		28,73		11,65		27,10			
<b>X</b>		193,25		379,16		233,15			

**Cuadro 18.** Análisis de Varianza para peso de tubérculos de 3ra y total por planta

FV	gl	3ra		Total		Ftab	
		CM	FC	CM	FC	95%	99%
<b>Bloques</b>	3	5303,95	5,49 <sup>*</sup>	28873,44	2,80 <sup>ns</sup>	3,86	6,99
<b>Tratamientos</b>	3	1365,58	1,41 <sup>ns</sup>	818791,32	79,28 <sup>**</sup>	3,86	6,99
<b>Error</b>	9	965,74		10327,27			
<b>Total</b>	15						
<b>CV (%)</b>		26,67		11,06			
<b>X</b>		116,54		919,18			

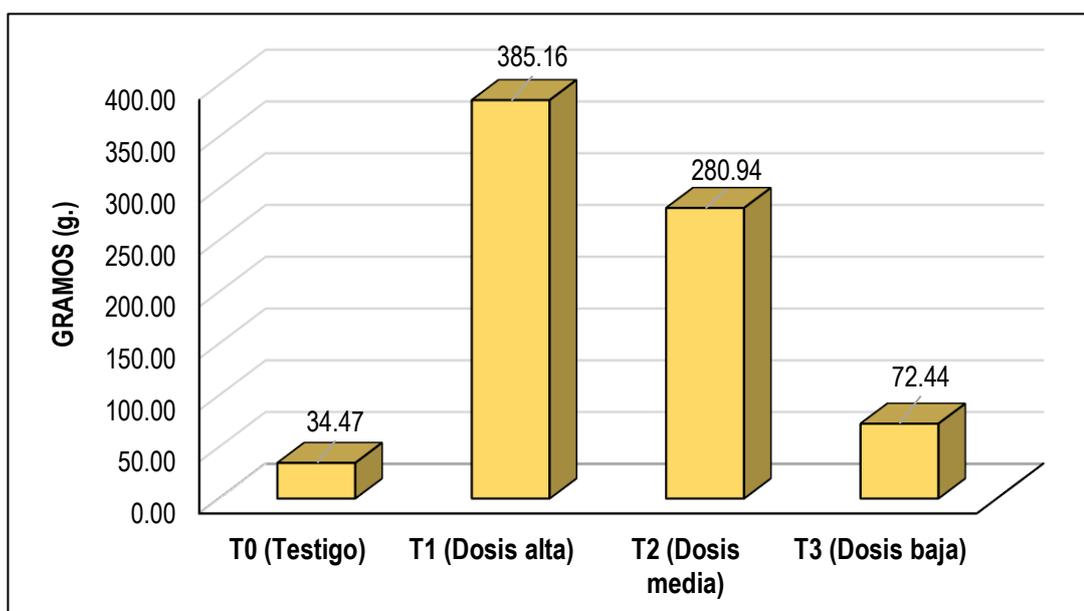
La prueba de Significación de Duncan al 95% de confiabilidad (Cuadros 19 y 20) confirma los resultados del Análisis de Varianza. En el peso de tubérculos extra, de 1ra y total, el tratamiento T1 expresa un mejor resultado al superar y diferir de los demás tratamientos con 385,16; 618,00 y 1385,47g. en las categorías extra, 1ra y total. Cabe destacar que en el peso de tubérculos de 1ra y total los tratamientos son diferentes entre sí. Los promedios de la variable se muestran en las Figuras del 9 al 11.

**Cuadro 19.** Prueba de significación de Duncan para peso de tubérculos de categoría extra y 1ra por ANE.

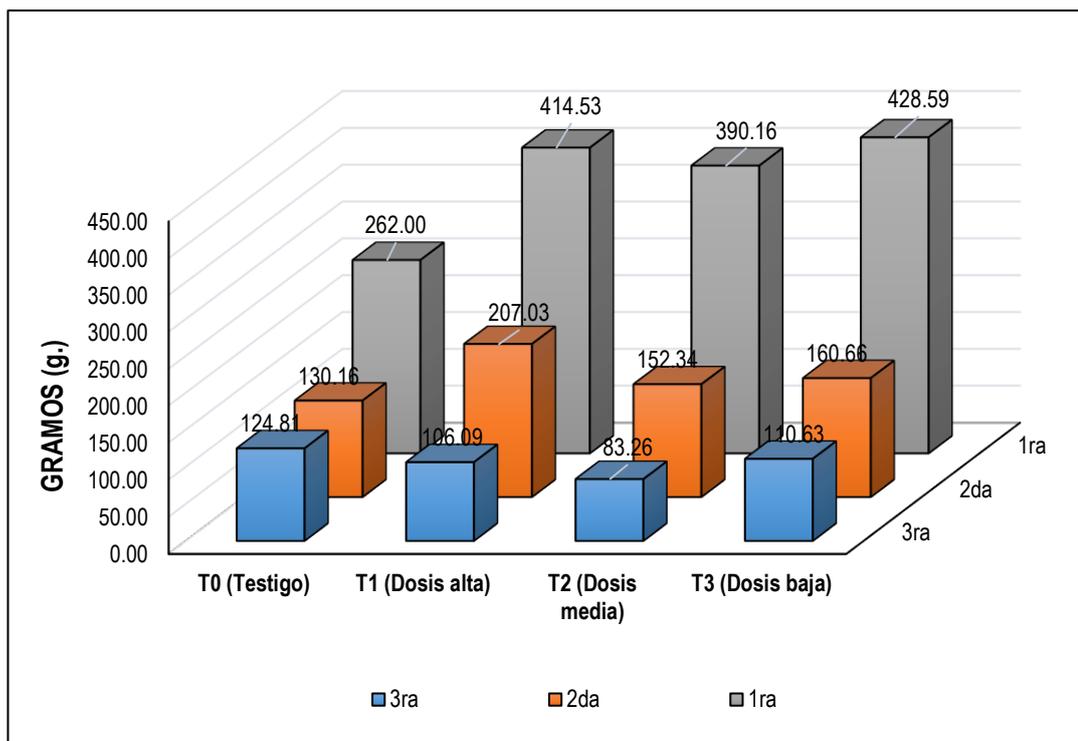
OM	TRAT.	Extra (g.)	NIVEL DE CONFIANZA (95%)	1ra (g.)	NIVEL DE CONFIANZA (95%)
1	T1	385,16	a	618,00	a
2	T2	280,94	b	403,44	b
3	T3	72,44	c	319,22	c
4	T0	34,47	c	175,97	d
		Sx = 27,77		Sx = 22,08	

**Cuadro 20.** Prueba de significación de Duncan para peso de tubérculos de categoría 2da y total por ANE

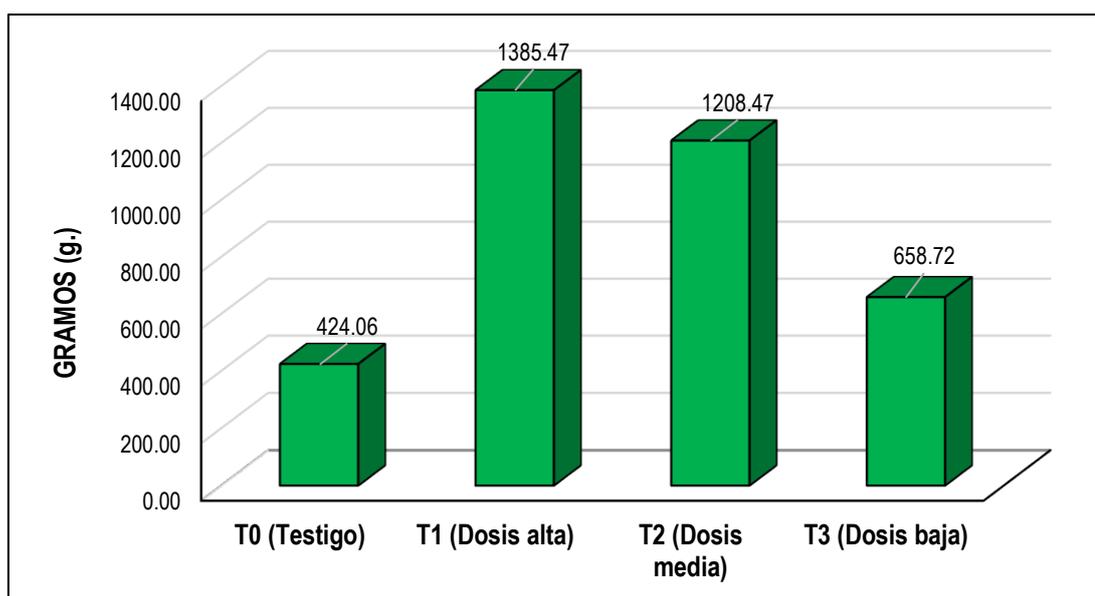
OM	TRAT.	2da (g.)	NIVEL DE CONFIANZA (95%)	TRAT.	Total (g.)	NIVEL DE CONFIANZA (95%)
1	T2	423,78	a	T1	1385,47	a
2	T1	239,53	b	T2	1208,47	b
3	T3	160,66	b c	T3	658,72	c
4	T0	108,63	c	T0	424,07	d
		Sx = 31,59		Sx = 50,81		



**Figura 9.** Promedios del peso de tubérculos de papa extra por planta.



**Figura 10.** Promedios del peso de tubérculos de 1ra, 2da y 3ra por planta.



**Figura 11.** Promedios del peso total de tubérculos de papa por planta.

#### 4.2.2. Peso de tubérculos de papa por área neta experimental (ANE)

Los promedios de la variable peso de tubérculos de las categorías extra, 1ra, 2da, 3ra y total por planta se revelan en los anexos del 16 al 20 respectivamente.

El ANVA respecto al peso de tubérculos de papa por planta se observa en los Cuadro 21 y 22, en el cual indica que existe alta significación estadística al 95 y 99% de confianza para tratamientos en el peso de tubérculos extra, de 1ra, 2da y total por ANE, mientras que no hubo significación en el peso de tubérculos de 3ra.

Los coeficientes de variabilidad (CV) reportaron valores aceptables de 28,77; 11,60; 27,09; 27,04 y 11,06 % los cuales garantizan la confiabilidad del análisis estadístico efectuado.

**Cuadro 21.** Análisis de Varianza para peso de tubérculos extra, 1ra y 2da por ANE

FV	gl	Extra		1ra		2da		Ftab	
		CM	FC	CM	FC	CM	FC	95%	99%
<b>Bloques</b>	3	0,39	0,44 <sup>ns</sup>	0,14	1,15 <sup>ns</sup>	0,23	0,91 <sup>ns</sup>	3,86	6,99
<b>Tratamientos</b>	3	7,20	7,91 <sup>**</sup>	8,74	70,55 <sup>**</sup>	4,87	19,04 <sup>**</sup>	3,86	6,99
<b>Error</b>	9	0,20		0,12		0,26			
<b>Total</b>	15								
<b>CV (%)</b>		28,77		11,60		27,09			
<b>X</b>		1,55		3,03		1,87			

**Cuadro 22.** Análisis de Varianza para peso de tubérculos de 3ra y total por parcela.

FV	gl	3ra		Total		Ftab	
		CM	FC	CM	FC	95%	99%
<b>Bloques</b>	3	0,35	5,54 <sup>*</sup>	1,84	2,78 <sup>n.s</sup>	3,86	6,99
<b>Tratamientos</b>	3	0,09	1,42 <sup>n.s</sup>	52,36	79,16 <sup>**</sup>	3,86	6,99
<b>Error</b>	9	0,06		0,66			
<b>Total</b>	15						
<b>CV (%)</b>		27,04		11,06			
<b>X</b>		0,93		7,35			

La prueba de Duncan al 95% de confiabilidad (Cuadros 23 y 24), indican que el tratamiento T1 es el que mejor comportamiento produjo ya que destaca en todas las categorías del peso de tubérculos por ANE (extra: 3,08;

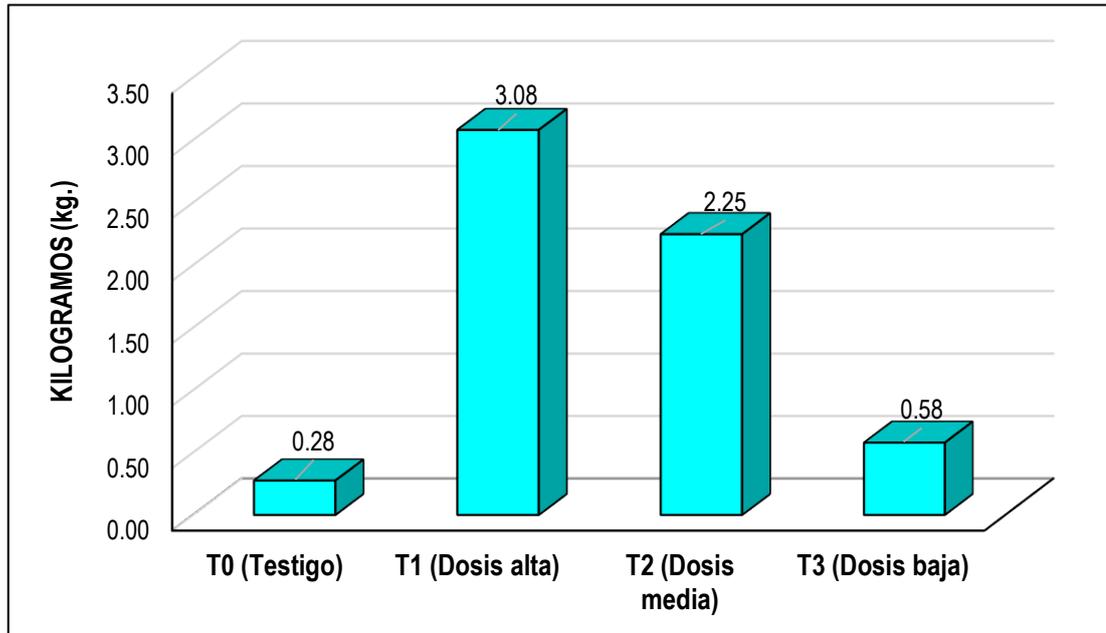
2da: 3,39 y total: 11,08), excepto en el peso de tubérculos de 1ra, donde el T2 mostró mayor número de tubérculos. En el peso de tubérculos de 1ra y total los tratamientos son diferentes produciendo un efecto independiente sobre la variable. En las Figuras del 12 al 14 se muestran los promedios de la variable donde se representa la superioridad del tratamiento T1 en las variables mencionadas anteriormente.

**Cuadro 23.** Prueba de significación de Duncan para peso de tubérculos de categoría extra y 1ra por ANE.

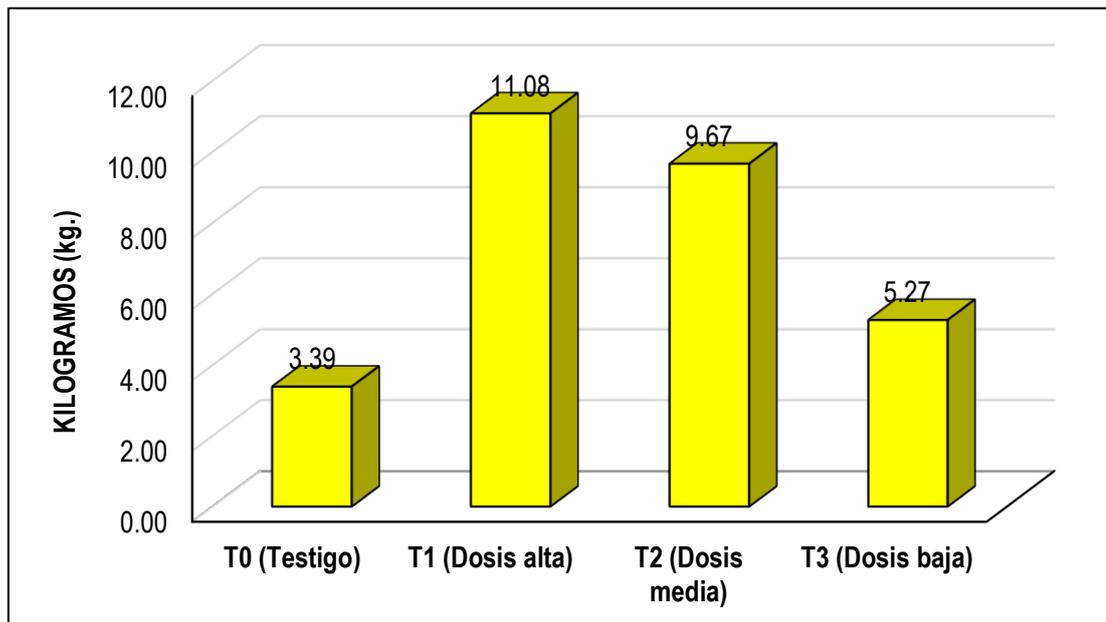
OM	TRAT.	Extra (kg.)	NIVEL DE CONFIANZA (95%)	TRAT.	1ra (kg.)	NIVEL DE CONFIANZA (95%)
1	T1	3,08	a	T2	4,95	a
2	T2	2,25	b	T1	3,23	b
3	T3	0,58	c	T3	2,56	c
4	T0	0,28	c	T0	1,41	d
Sx = 0,22			Sx = 0,17			

**Cuadro 24.** Prueba de significación de Duncan para número de tubérculos de categoría 2da y total por ANE

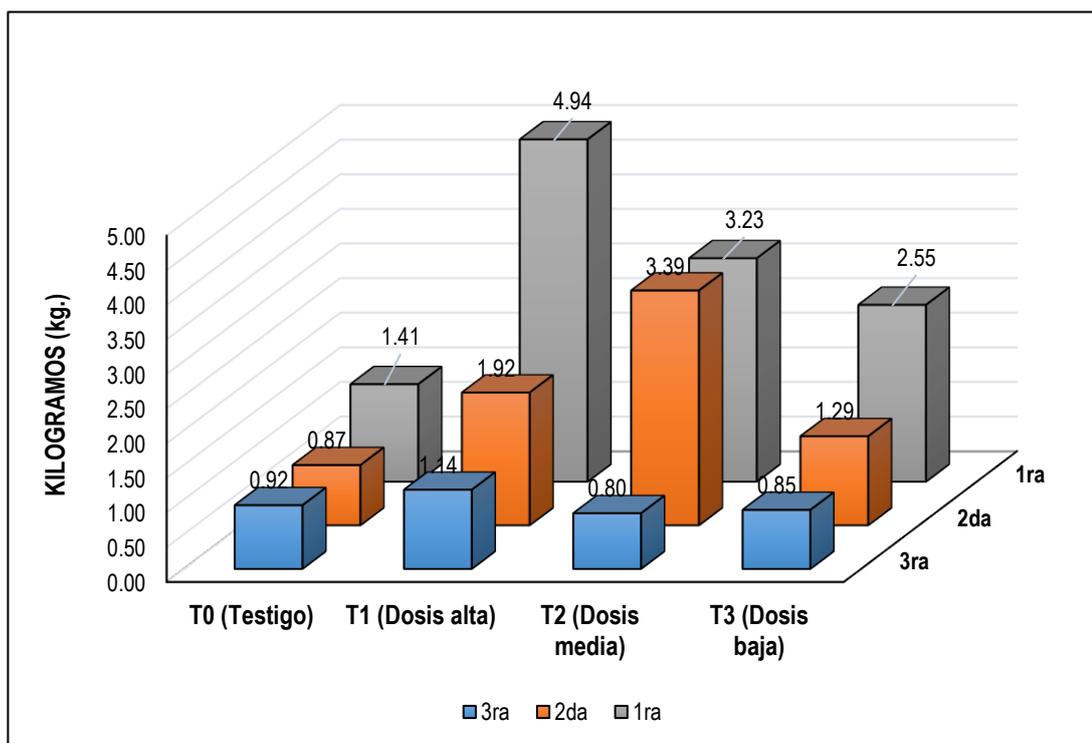
OM	TRAT.	2da (kg.)	NIVEL DE CONFIANZA (95%)	TRAT.	Total (kg.)	NIVEL DE CONFIANZA (95%)
1	T1	3,39	a	T1	11,08	a
2	T0	1,92	b	T2	99,50	b
3	T3	1,29	b c	T3	57,75	c
4	T2	0,87	c	T0	41,25	d
Sx = 0,25			Sx = 0,41			



**Figura 12.** Promedios del peso de tubérculos de papa extra por ANE



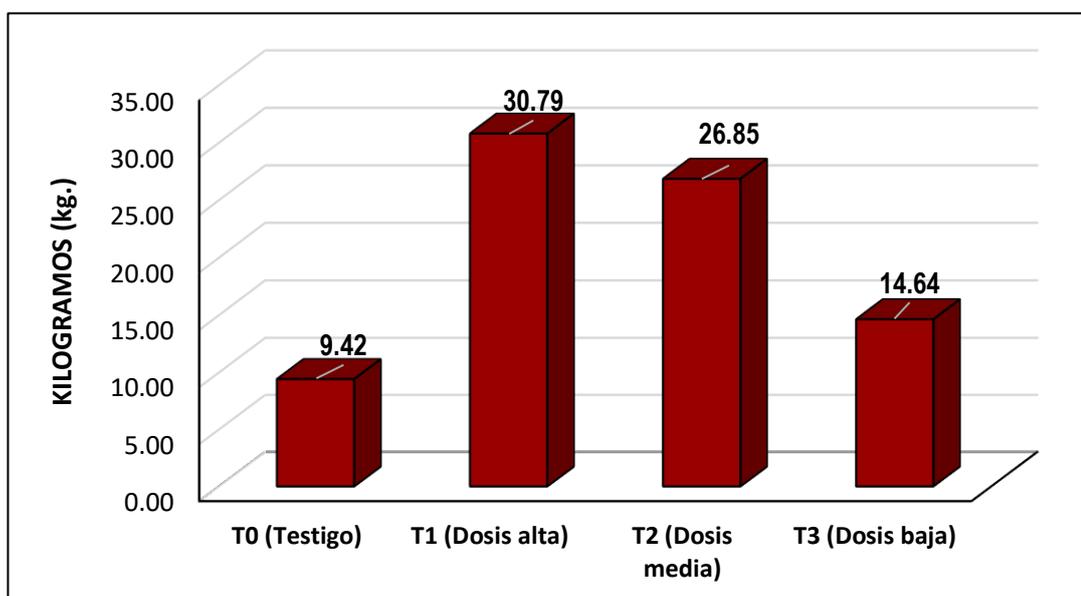
**Figura 13.** Promedios del peso total de tubérculos de papa por ANE



**Figura 14.** Promedios del peso de tubérculos de 1ra, 2da y 3ra por ANE

#### 4.2.3. Rendimiento estimado por hectárea

Con los promedios de peso de tubérculos por parcela se estimó el rendimiento por hectárea (Anexo 21), el cual se presenta en la Figura 15. El rendimiento total estimado fue de 30,79 t. ha<sup>-1</sup> para el tratamiento T1.



**Figura 15.** Rendimiento total estimado de papa por hectárea

**Cuadro 25.** Resumen del número de tubérculos por planta.

Tratamientos	Número de tubérculos por planta				
	Extra	1ra	2da	3ra	Total
T0 (Testigo)	1,81	7,10	1,22	2,28	5,16
T1 (Dosis alta)	1,13	3,10	3,13	2,97	15,00
T2 (Dosis media)	0,44	2,56	5,97	2,25	12,44
T3 (Dosis baja)	0,16	1,50	2,13	2,13	7,22
<b>Total</b>	<b>3,54</b>	<b>14,26</b>	<b>12,45</b>	<b>9,63</b>	<b>39,82</b>

**Cuadro 26.** Resumen del número de tubérculos por ANE

Tratamientos	Número de tubérculos por ANE				
	Extra	1ra	2da	3ra	Total
T0 (Testigo)	1,25	12,00	9,75	18,25	41,25
T1 (Dosis alta)	14,5	56,75	25,00	23,75	120,00
T2 (Dosis media)	9,00	24,75	47,75	18,00	99,50
T3 (Dosis baja)	3,50	20,50	17,00	16,75	57,75
<b>Total</b>	<b>28,25</b>	<b>114</b>	<b>99,50</b>	<b>76,75</b>	<b>318,50</b>

**Cuadro 27.** Resumen del peso de tubérculos por planta.

Tratamientos	Número de tubérculos por planta				
	Extra	1ra	2da	3ra	Total
T0 (Testigo)	34,47	175,97	108,63	114,84	424,06
T1 (Dosis alta)	385,16	618,00	239,53	142,78	1385,47
T2 (Dosis media)	280,94	403,44	423,78	100,31	1208,47
T3 (Dosis baja)	72,44	319,22	160,66	108,21	658,72
<b>Total</b>	<b>773,01</b>	<b>1516,63</b>	<b>932,60</b>	<b>466,14</b>	<b>3676,72</b>

**Cuadro 28.** Resumen del peso de tubérculos por ANE.

Tratamientos	Número de tubérculos por planta				
	Extra	1ra	2da	3ra	Total
T0 (Testigo)	0,28	1,41	0,87	0,92	3,39
T1 (Dosis alta)	3,08	4,94	1,92	1,14	11,08
T2 (Dosis media)	2,25	3,23	3,39	0,80	9,67
T3 (Dosis baja)	0,58	2,55	1,29	0,85	5,27
<b>Total</b>	<b>6,19</b>	<b>12,13</b>	<b>7,47</b>	<b>3,71</b>	<b>29,41</b>

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Número de tubérculos

Los resultados indican que el tratamiento T1 (3,0 t ha<sup>-1</sup> de guano de isla), reportó 1,81; 7,09 y 15,00 tubérculos extra, 1ra y total por planta, asimismo en el número de tubérculos por ANE obtuvo 14,50; 56,75 y 120,00 tubérculos extra, 1ra y total. El resultado del número de tubérculos total por planta (15,00) fue superior al obtenido por Ríos *et al* (2015) quien reportó 8,50 tubérculos por planta, debido a que se empleó en mayor dosis el guano de isla con una diferencia de 1,00 t.ha<sup>-1</sup> respecto al usado en el estudio, esto permitió una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo de modo que mejoró las propiedades del suelo (RAAA, 2002; MINAGRI, 2018).

Por otro lado, el guano de isla logró estimular al desarrollo de los tubérculos de categoría extra, suceso que no reportan Ríos *et al* (2015), Zamora (2017), Archiñigo (2014), Mendoza (2013), lo que demuestra que las características del suelo donde se realizó el experimento son mejores a los autores mencionados; además el guano de isla es un excelente mejorador de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (MINAGRI, 2018), el cual constituye una estrategia importante para la restitución y mantenimiento de la capacidad productiva del suelo (Ríos *et al*, 2015).

Cabe señalar que por los resultados obtenidos el guano de las islas influyó en el número de tubérculos, al mejorar las propiedades químicas del suelo existió una mejor movilidad y disponibilidad del fósforo, elemento indispensable para la formación temprana y el crecimiento de las mismas (Asado, 2012; Sierra *et al*, 2002), al transferir la energía necesario para los procesos metabólicos de la planta de papa (Vander Zaag, 1986).

### 5.2. Peso de tubérculos

Los resultados indican que el tratamiento T1 (3,0 t ha<sup>-1</sup> de guano de isla), reportó 385,16; 618,00 y 1385,47 gramos de tubérculos extra, 1ra y total por planta, asimismo en el peso de tubérculos por ANE obtuvo 3,08; 4,94 y

11,08 kilos de tubérculos extra, 1ra y total por ANE respectivamente, así como en el rendimiento total de 30,79 t ha<sup>-1</sup>.

Los resultados obtenidos para el peso total por planta son superiores según obtuvieron Ríos *et al* (2015) y Zamora (2017) quienes registran 2,23 y 7,63 kg. El peso total de tubérculos por parcela es superado por Rivadeneira (2013) 15,00 kg En cuanto al rendimiento total de tubérculos supera a lo registrado por Zamora (2017), Arquiñigo (2014) y Mendoza (2013)

Por otro lado, los resultados reflejan que hubo mayor diferencia estadística con la dosis alta de guano de isla, debido a que se incorpora una mayor cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio lo que genera mayor acumulación de almidón a los tubérculos de papa.

El guano de las islas además de ser un fertilizante natural, completo, ecológico y biodegradable (MINAGRI, 2018) puede mezclarse con bonos orgánicos para aumentar su mineralización y lograr una mejor eficiencia (RAAA, 2002), de modo tal que se convertiría en una alternativa para la restitución de los minerales extraídos del suelo por el cultivo.

## VI. CONCLUSIONES

De los objetivos planteados y los resultados obtenidos en la investigación permite llegar a las siguientes conclusiones

1. Los resultados indican que el tratamiento T1 (3,0 t ha<sup>-1</sup> de guano de isla), reportó 1,81; 7,09 y 15,00 tubérculos extra, 1ra y total por planta, asimismo en el número de tubérculos por ANE obtuvo 14,50; 56,75 y 120,00 tubérculos extra, 1ra y total.
2. El tratamiento T1 (3,0 t ha<sup>-1</sup> de guano de isla), reportó 385,16; 618,00 y 1385,47 gramos de tubérculos extra, 1ra y total por planta, asimismo en el peso de tubérculos por ANE obtuvo 3,08; 4,94 y 11,08 kilos de tubérculos extra, 1ra y total por ANE respectivamente, así como en el rendimiento total de 30,79 t ha<sup>-1</sup>.

## VII. RECOMENDACIONES

1. A los agricultores, se sugiere la utilización del guano de isla a un nivel de  $3,0 \text{ t ha}^{-1}$  para la obtención de buenos rendimientos en el cultivo de papa variedad Canchán bajo el enfoque de la agricultura orgánica.
2. A los estudiantes o profesionales, se recomienda realizar ensayos comparativos con nuevas formulaciones de enmiendas orgánicas, caudales de riego, densidades de siembra para determinar el efecto en el rendimiento de diferentes variedades de papa y en condiciones agroecológicas diferentes.
3. A los agricultores, estimar el costo económico bajo una nutrición orgánica del cultivo y su efecto en la rentabilidad económica del cultivo de la papa.
4. A los agricultores, se recomienda incorporar mayor cantidad de guano de isla hasta 4 toneladas por hectárea y mezclar con fertilizantes sintéticos de manera que maximice la eficiencia de los nutrientes de los fertilizantes y haya un mayor aprovechamiento de estos al cultivo.
5. Para futuros trabajos de abonamiento con guano de las islas realizar el análisis de fertilidad respectivo para estimar la cantidad óptima a incorporar del guano de isla.

## LITERATURA CITADA

Arquiñigo, Y. 2014. Niveles de guano de islas y densidades de siembra en el rendimiento de papa variedad Mama Lucha (*Solanum phureja* L.) Campanayoc 3400 msnm, Ayacucho. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. 91 p.

Asado, A. 2012. El suelo, soporte de vida. Editorial Universitaria. Huánuco – Perú. 419 p.

Barreda, C. 1978. Predicción de los rendimientos de la papa con la cantidad de lluvia caída en la sierra del Perú. Tesis para optar título Ing. Agr. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco. 142 p.

Bonierbale, W. 2001. Perspectivas de papa para la industrialización en la sierra del Perú. INIPA. Lima - Perú. 45 p.

Borrero, C. 2008. Institución educativa La Torre Gómez del Municipio del El Retorno Guaviare Colombia. (EN línea). Consultado el 12 de noviembre de 2018. Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/abonosorganicos.html>

CIP (Centro Internacional de la Papa). 1998. Datos y cifras de la papa. (En línea). Consultado el 16 de mayo de 2016. Disponible en: <https://cipotato.org/es/potato/potato-facts-and-figures/>

Domínguez, A. 1984. Tratado de fertilización. Madrid, España, Mundi Prensa. 585 p.

DRA (Dirección Regional de Agricultura) – Huánuco. 2017. Costos de producción de cultivos. (En línea). Consultado el 18 de diciembre de 2017. Disponible en: <http://www.huanucoagrario.gob.pe/index.php/2015-05-27-21-24-35/costos-de-produccion>.

Egúsquiza, R. 2000. La papa: producción, transformación y comercialización. Edit. CIMAGRAF. Lima. 192 pág.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2008a. La papa: tesoro enterrado legado andino. (En línea).

Consultado el 09 de abril del 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/origenes.html>

FAO. 2008b. La papa: tesoro enterrado La economía mundial de la papa. (En línea). Consultado el 09 de abril del 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/economia.html>

Hawkes, J. 1994. Origin of the cultivated potatoes and species relationships. In: Bradshaw J.E., Mackay G.R. (eds.): Potato Genetics. CAB International, Wallingford, 3 – 42 pp.

Longorio, C. 2000. Fertilización orgánica con estiércol bovino en diferentes fechas y dosis de aplicación en maíz blanco Hualahuises. Tesis para optar el grado de Maestro en Producción Agrícola. Universidad Autónoma de Nueva León. México. 100 p.

Lovatón 2000. G. Interrelaciones de manejo de la diversidad de papa en la micro cuenca de Patacancha. Bolivia. 2000. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José, Costa Rica. 560 p.

Marcko, T.; Arias, S.; Ávila, H. 2008. Manual de producción de papa. Entrenamiento y desarrollo de agricultores -EDA. Honduras. 47 p.

ONERM (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). 1995. Mapa ecológico del Perú, guía explicativa. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). Lima – Perú. 219 p.

Mendoza, F. 2013. Niveles de guano de las islas y dosis de microorganismos eficaces - EM, en el cultivo de papa (*Solanum* sp.) var. Mama Lucha. Canaán, 2750 msnm. – Ayacucho. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. 85 p.

RAAA, (2002). Propiedades de los Abonos Orgánicos, Red de acción en alternativas al uso de agroquímicos, 2002

Ríos, N.; Luján, A.; Benites, C.; Ríos, C. 2015. Efecto de tres niveles de guano de las islas en el rendimiento de *Solanum tuberosum* L. var. huevo de indio. Rev. SCIENDO 18 (1): 52 – 61 pp.

Rivadeneira, A. 2013. Comportamiento agronómico de la papa yema de huevo (*Solanum tuberosum* L. Var. Phureja) con la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en el Cantón Salcedo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Trinidad, A. 2015. Ministerio de Agricultura y Riego promueve mayor consumo de papa. Revista Agronoticias N°412. Lima, Perú. 2015.

Vander Zaag, P. 1986. Necesidades de fertilidad de suelos para la producción de papa. Montevideo, Hemisferio Sur y Centro Internacional de la Papa. Boletín de Información Técnica 14. Lima, Perú. 21 p.

Zamora, J. 2017. Aplicación de guano de isla y abono sintético en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* var. UNICA) en el distrito y provincia de Barranca – Lima. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional San Ignacio Antúnez de Mayolo. Lima. 71 p.

Zúñiga 2011. L. Delicias con papas nativas. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima; Perú. 2011.

# ANEXOS

**ANEXO 1.** Promedios de número de tubérculos extra por planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	0,13	0,00	0,13	0,38	0,16	0,63
T1 (Dosis alta)	1,75	1,38	2,13	2,00	1,81	7,25
T2 (Dosis media)	0,88	0,75	1,50	1,38	1,13	4,50
T3 (Dosis baja)	0,63	0,50	0,50	0,13	0,44	1,75
Promedio	0,84	0,66	1,06	0,97	0,88	
Suma	3,38	2,63	4,25	3,88		14,13

**ANEXO 2.** Promedios de número de tubérculos de 1ra por planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	2,00	1,50	1,38	1,13	1,50	6,00
T1 (Dosis alta)	6,88	7,25	7,00	7,25	7,09	28,38
T2 (Dosis media)	3,88	2,63	3,00	2,88	3,09	12,38
T3 (Dosis baja)	2,25	2,00	2,75	3,25	2,56	10,25
Promedio	3,75	3,34	3,53	3,63	3,56	
Suma	15,00	13,38	14,13	14,50		57,00

**ANEXO 3.** Promedios de número de tubérculos de 2da por planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	1,25	1,38	1,13	1,13	1,22	4,88
T1 (Dosis alta)	2,13	2,88	3,50	4,00	3,13	12,50
T2 (Dosis media)	7,00	4,38	6,88	5,63	5,97	23,88
T3 (Dosis baja)	1,63	2,88	2,50	1,50	2,13	8,50
Promedio	3,00	2,88	3,50	3,06	3,11	
Suma	12,00	11,50	14,00	12,25		49,75

**ANEXO 4.** Promedios de número de tubérculos de 3ra por planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	0,75	2,88	2,63	2,88	2,28	9,13
T1 (Dosis alta)	2,50	3,13	2,63	3,63	2,97	11,88
T2 (Dosis media)	2,00	1,25	2,88	2,88	2,25	9,00
T3 (Dosis baja)	1,29	1,25	3,13	2,88	2,13	8,54
Promedio	1,63	2,13	2,81	3,06	2,41	
Suma	6,54	8,50	11,25	12,25		38,54

**ANEXO 5.** Promedios de número de tubérculos total por planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	4,13	5,75	5,25	5,50	5,16	20,63
T1 (Dosis alta)	13,25	14,63	15,25	16,88	15,00	60,00
T2 (Dosis media)	13,75	9,00	14,25	12,75	12,44	49,75
T3 (Dosis baja)	5,63	6,63	8,88	7,75	7,22	28,88
Promedio	9,19	9,00	10,91	10,72	9,95	
Suma	36,75	36,00	43,63	42,88		159,25

**ANEXO 6.** Promedios de número de tubérculos extra por ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	1,00	0,00	1,00	3,00	1,25	5,00
T1 (Dosis alta)	14,00	11,00	17,00	16,00	14,50	58,00
T2 (Dosis media)	7,00	6,00	12,00	11,00	9,00	36,00
T3 (Dosis baja)	5,00	4,00	4,00	1,00	3,50	14,00
Promedio	6,75	5,25	8,50	7,75	7,06	
Suma	27,00	21,00	34,00	31,00		113,00

**ANEXO 7.** Promedios de número de tubérculos de 1ra por ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	16,00	12,00	11,00	9,00	12,00	48,00
T1 (Dosis alta)	55,00	58,00	56,00	58,00	56,75	227,00
T2 (Dosis media)	31,00	21,00	24,00	23,00	24,75	99,00
T3 (Dosis baja)	18,00	16,00	22,00	26,00	20,50	82,00
Promedio	30,00	26,75	28,25	29,00	28,50	
Suma	120,00	107,00	113,00	116,00		456,00

**ANEXO 8.** Promedios de número de tubérculos de 2da por ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	10,00	11,00	9,00	9,00	9,75	39,00
T1 (Dosis alta)	17,00	23,00	28,00	32,00	25,00	100,00
T2 (Dosis media)	56,00	35,00	55,00	45,00	47,75	191,00
T3 (Dosis baja)	13,00	23,00	20,00	12,00	17,00	68,00
Promedio	24,00	23,00	28,00	24,50	24,88	
Suma	96,00	92,00	112,00	98,00		398,00

**ANEXO 9.** Promedios de número de tubérculos de 3ra por ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	6,00	23,00	21,00	23,00	18,25	73,00
T1 (Dosis alta)	20,00	25,00	21,00	29,00	23,75	95,00
T2 (Dosis media)	16,00	10,00	23,00	23,00	18,00	72,00
T3 (Dosis baja)	9,00	10,00	25,00	23,00	16,75	67,00
Promedio	12,75	17,00	22,50	24,50	19,19	
Suma	51,00	68,00	90,00	98,00		307,00

**ANEXO 10.** Promedios de número de tubérculos totales por ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	33,00	46,00	42,00	44,00	41,25	165,00
T1 (Dosis alta)	106,00	117,00	122,00	135,00	120,00	480,00
T2 (Dosis media)	110,00	72,00	114,00	102,00	99,50	398,00
T3 (Dosis baja)	45,00	53,00	71,00	62,00	57,75	231,00
Promedio	73,50	72,00	87,25	85,75	79,63	
Suma	294,00	288,00	349,00	343,00		1274,00

**ANEXO 11.** Promedios de peso de tubérculos extra por planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	15,00	25,75	15,00	82,13	34,47	137,88
T1 (Dosis alta)	453,75	252,50	451,88	382,50	385,16	1540,63
T2 (Dosis media)	254,38	192,50	339,38	337,50	280,94	1123,75
T3 (Dosis baja)	93,50	72,50	70,00	53,75	72,44	289,75
Promedio	204,16	135,81	219,06	213,97	193,25	
Suma	816,63	543,25	876,25	855,88		3092,00

**ANEXO 12.** Promedios de peso de tubérculos de 1ra por planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	236,25	169,38	150,00	148,25	175,97	703,88
T1 (Dosis alta)	600,63	625,00	612,38	634,00	618,00	2472,00
T2 (Dosis media)	501,25	355,00	405,00	352,50	403,44	1613,75
T3 (Dosis baja)	311,88	282,50	313,75	368,75	319,22	1276,88
Promedio	412,50	357,97	370,28	375,88	379,16	
Suma	1650,00	1431,88	1481,13	1503,50		6066,50

**ANEXO 13.** Promedios de peso de tubérculos de 2da por planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	98,13	138,75	69,38	128,25	108,63	434,50
T1 (Dosis alta)	132,50	211,88	275,00	338,75	239,53	958,13
T2 (Dosis media)	414,50	368,75	519,38	392,50	423,78	1695,13
T3 (Dosis baja)	122,50	215,63	188,75	115,75	160,66	642,63
Promedio	191,91	233,75	263,13	243,81	233,15	
Suma	767,63	935,00	1052,50	975,25		3730,38

**ANEXO 14.** Promedios de peso de tubérculos de 3ra por planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	37,50	138,75	128,13	155,00	114,84	459,38
T1 (Dosis alta)	116,88	139,38	137,38	177,50	142,78	571,13
T2 (Dosis media)	92,50	59,38	129,38	120,00	100,31	401,25
T3 (Dosis baja)	57,86	56,25	138,13	180,63	108,21	432,86
Promedio	76,18	98,44	133,25	158,28	116,54	
Suma	304,73	393,75	533,00	633,13		1864,61

**ANEXO 15.** Promedios de peso de tubérculos totales por planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	386,88	433,25	362,50	513,63	424,06	1696,25
T1 (Dosis alta)	1303,75	1228,75	1476,63	1532,75	1385,47	5541,88
T2 (Dosis media)	1262,63	975,63	1393,13	1202,50	1208,47	4833,88
T3 (Dosis baja)	578,50	626,88	710,63	718,88	658,72	2634,88
Promedio	882,94	816,13	985,72	991,94	919,18	
Suma	3531,75	3264,50	3942,88	3967,75		14706,88

**ANEXO 16.** Promedios de peso de tubérculos extra por ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	0,12	0,21	0,12	0,66	0,28	1,10
T1 (Dosis alta)	3,63	2,02	3,62	3,06	3,08	12,33
T2 (Dosis media)	2,04	1,54	2,72	2,70	2,25	8,99
T3 (Dosis baja)	0,75	0,58	0,56	0,43	0,58	2,32
Promedio	1,63	1,09	1,75	1,71	1,55	
Suma	6,53	4,35	7,01	6,85		24,74

**ANEXO 17.** Promedios de peso de tubérculos de 1ra por ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	1,89	1,36	1,20	1,19	1,41	5,63
T1 (Dosis alta)	4,81	5,00	4,90	5,07	4,94	19,78
T2 (Dosis media)	4,01	2,84	3,24	2,82	3,23	12,91
T3 (Dosis baja)	2,50	2,26	2,51	2,95	2,55	10,22
Promedio	3,30	2,86	2,96	3,01	3,03	
Suma	13,20	11,46	11,85	12,03		48,53

**ANEXO 18.** Promedios de peso de tubérculos de 2da por ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	0,79	1,11	0,56	1,03	0,87	3,48
T1 (Dosis alta)	1,06	1,70	2,20	2,71	1,92	7,67
T2 (Dosis media)	3,32	2,95	4,16	3,14	3,39	13,56
T3 (Dosis baja)	0,98	1,73	1,51	0,93	1,29	5,14
Promedio	1,54	1,87	2,11	1,95	1,87	
Suma	6,14	7,48	8,42	7,80		29,84

**ANEXO 19.** Promedios de peso de tubérculos de 3ra por ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	0,30	1,11	1,03	1,24	0,92	3,68
T1 (Dosis alta)	0,94	1,12	1,10	1,42	1,14	4,57
T2 (Dosis media)	0,74	0,48	1,04	0,96	0,80	3,21
T3 (Dosis baja)	0,41	0,45	1,11	1,45	0,85	3,41
Promedio	0,60	0,79	1,07	1,27	0,93	
Suma	2,38	3,15	4,26	5,07		14,86

**ANEXO 20.** Promedios de peso de tubérculos totales por ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
T0 (Testigo)	3,10	3,47	2,90	4,11	3,39	13,57
T1 (Dosis alta)	10,43	9,83	11,81	12,26	11,08	44,34
T2 (Dosis media)	10,10	7,81	11,15	9,62	9,67	38,67
T3 (Dosis baja)	4,63	5,02	5,69	5,75	5,27	21,08
Promedio	7,06	6,53	7,89	7,94	7,35	
Suma	28,25	26,12	31,54	31,74		117,66

**ANEXO 21.** Rendimiento estimado total de tubérculos papa por hectarea

TRATAMIENTOS	BLOQUES				Promedio	Suma
	I	II	III	IV		
<b>T0 (Testigo)</b>	8,60	9,63	8,06	11,41	<b>9,42</b>	<b>37,69</b>
<b>T1 (Dosis alta)</b>	28,97	27,31	32,81	34,06	<b>30,79</b>	<b>123,15</b>
<b>T2 (Dosis media)</b>	28,06	21,68	30,96	26,72	<b>26,85</b>	<b>107,42</b>
<b>T3 (Dosis baja)</b>	12,86	13,93	15,79	15,98	<b>14,64</b>	<b>58,55</b>
<b>Promedio</b>	<b>19,62</b>	<b>18,14</b>	<b>21,90</b>	<b>22,04</b>	<b>20,43</b>	
<b>Suma</b>	<b>78,48</b>	<b>72,54</b>	<b>87,62</b>	<b>88,17</b>		<b>326,82</b>

## ANEXO 22. Análisis de suelo del campo experimental



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS**  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



## ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : MELQUISEDEC IRENO VIERA VILLANUEVA

Departamento : HUANUCO

Distrito : HUACRACHUCO

Referencia : H.R. 59372-084SC-17

Bolt.: 505

Provincia : MARAÑON

Predio :

Fecha : 07/07/17

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
5486		5.80	0.26	0.00	1.52	4.1	34	51	24	25	Fr.Ar.A.	14.40	6.56	4.22	0.29	0.17	0.10	11.33	11.23	78

A = Arena ; A Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;  
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

  
 Sady García Bendezi  
 Jefe del Laboratorio

**TABLA DE INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELO: CARACTERIZACIÓN**

<b>pH</b>	<b>Interpretación</b>	<b>C.E. dS/m</b>	<b>Interpretación</b>	<b>M.O %</b>	<b>Interpretación</b>	<b>P ppm</b>	<b>Interpretación</b>	<b>K ppm</b>	<b>Interpretación</b>
5,8	Moderadamente acido	0,26	Muy ligeramente salino	1,52	Bajo	4,1	Bajo	34	Bajo

<b>Análisis Mecánico</b>			<b>Clase textural</b>	<b>CIC</b>	<b>Cationes Cambiables</b>					<b>Suma de Cationes</b>	<b>Suma de Bases</b>	<b>% Sat. De Bases</b>
<b>Arena %</b>	<b>Limo %</b>	<b>Arcilla %</b>			<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>Mg<sup>2+</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>Al<sup>3+</sup> + H<sup>+</sup></b>			
51	24	25	Franco Arcilloso Arenoso	14,40	6,56	4,22	0,29	0,17	0,10	11,33	11,23	78

**ANEXO 23. Panel fotográfico**

**Figura 1.** Instalación del campo experimental



**Figura 2.** Aplicación de guano de las islas antes de la siembra.



**Figura 3.** Control fitosanitario



**Figura 4.** Supervisión del jurado de tesis



**Figura 5.** Cosecha del cultivo.



**Figura 6.** Selección de tubérculos.