

# UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



---

**“DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE  
PAPA (*Solanum tuberosum* L.) Var. CANCHAN, EN CONDICIONES  
AGROECOLOGICAS DE MARCOPATA – HUACRACHUCO – MARAÑÓN  
– 2017”**

---

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

**TESISTA  
JHON HERRERA VERAMENDI**

**ASESORA  
MG. AGUSTINA VALVERDE RODRÍGUEZ**

**HUÁNUCO – PERÚ  
2018**

## DEDICATORIA

Este trabajo que es el resultado de mucho esfuerzo, se lo dedico a Dios Todopoderoso por ser mi guía y fiel compañía en cada momento de mi vida.

A mis queridos padres, Fidencio Herrera Rupp y Gloria M. Veramendi Isidro, por su incondicional amor, esfuerzo, cariño y comprensión; por ser pilares fundamentales en mi formación, seres a los que nunca terminare de agradecerles por todo lo que han hecho por mí. Quienes me acompañaron y me dieron su apoyo incondicional durante la realización de mis estudios y en la elaboración de mi tesis.

A mi Hija: Crystell Avril, quien es mi motivo para seguir superándome profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesora Ing. Agustina Valverde Rodríguez por su paciencia al instruirme y transmitirme sus conocimientos durante la elaboración de este trabajo de investigación.

A mis hermanos, por estar siempre conmigo apoyándome.

A mi esposa Lucila Tarazona Flores, y a todos mis familiares con los que siempre he contado.

Y en especial al Doctor Santos Severino Jacobo Salinas a quien agradezco infinitamente por su apoyo incondicional.

## **INDICE**

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

**SUMARY**

	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.</b>	<b>14</b>
2.1. EL CULTIVO DE PAPA	14
2.1.1. Origen de la papa	14
2.1.2. Distribución y taxonomía	16
2.1.3. Importancia del cultivo de papa	16
2.1.4. Densidad de siembra de la papa	18
2.1.4.1. Tamaño de tubérculos (semilla)	22
2.1.4.2. Densidad de tallos de la papa	23
2.1.5. Condiciones Agroecológicas de la papa	27
2.1.5.1. Clima	28
2.1.5.2. Suelo	30
2.1.6. Producción	31
2.1.6.1. Producción Mundial	31
2.1.6.2. Producción Nacional	33
2.1.6.3. Rendimiento Nacional	36
2.1.7. Antecedentes de Trabajos Realizados	37
2.2. HIPÓTESIS Y VARIABLES	39

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.</b>	<b>40</b>
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.	40
3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN	40
3.2.1. Características agroecológicas de la zona	41
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	43
3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	43
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS	44
3.5.1 Diseño de la investigación	44
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	48
3.6.1. Técnicas	48
3.6.2. Instrumentos	48
3.7. DATOS REGISTRADOS	49
3.8. CONDUCCION DEL EXPERIMENTO	50
3.8.1. Labores agronómicas	50
3.8.2. Labores culturales	51
IV. RESULTADOS	54
V. DISCUSIÓN	82
VI. CONCLUSIONES.	85
VII. RECOMENDACIONES	86
LITERATURA CITADA	87
ANEXOS	93

## RESUMEN

La investigación “DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) Var. CANCHÁN, EN CONDICIONES AGROECOLOGICAS DE MARCOPATA – HUACRACHUCO – MARAÑÓN – 2017” tuvo como propósito evaluar el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de papa.

El experimento se llevó a cabo en el lugar denominado Marcopata Huacrachuco ubicado sobre los 2 950 msnm, siendo la zona de vida bosque seco - Montano Bajo Tropical, (bs– MBT) y situado en la zona Agroecológica Quechua, con una temperatura promedio de 17°C con precipitaciones estacionales, y los suelos son franco arcilloso, con buen porcentaje de materia orgánica.

El tipo de investigación es aplicada y el nivel de investigación experimental, donde la población está constituida de 608 plantas de papa por todo el experimento y 8 plantas por área neta experimental. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 repeticiones, 4 tratamientos haciendo un total de 16 unidades experimentales, y se tomaron datos de peso, tamaño y número de tubérculos de papa por plantas.

Las técnicas de recolección de información bibliográfica y de campo fueron el análisis de contenido, el fichaje, la observación y los instrumentos las fichas, la libreta de campo y la escala de clasificación de tubérculos.

Los resultados concluyen que para número de tubérculos existen diferencias estadísticas significativas en tubérculos de primera, segunda y tercera. Donde el tratamiento T<sub>3</sub> (Distanciamientos de 0,90 x 0,45) reportó 8,22 tubérculos de primera y 8,53 tubérculos de segunda superando a los

demás tratamientos. El tratamiento  $T_1$  (Distanciamientos 0,90 x 0,35) reportó 14,25 tubérculos de tercera superando a los demás tratamientos.

Para tamaño de tubérculos los resultados indican que el tratamiento  $T_3$  (distanciamientos 0,90 x 0,45) los mejores resultados promedios fueron de 7,70 cm, 6,05 cm y 4,2 cm. de tubérculos de primera, segunda y tercera respectivamente.

Y para peso de tubérculos los resultados indican que el tratamiento  $T_3$  (Distanciamientos 0,90 x 0,45) reportó 1,048 kg/planta de tubérculos de primera; y 0,493 Kg./planta de tubérculos de segunda y el tratamiento  $T_1$  (distanciamientos 0,90 x 0,35) reportó 0,600 kg/planta de tubérculos de tercera por planta; Resultados que al ser transformados a hectárea tenemos  $T_3$  con 25 863,82 kg/ha de tubérculos de primera,  $T_2$  quien reportó 12 395,49 Kg/ha de tubérculos de segunda y el tratamiento  $T_1$  con 19 047,60 Kg/ha de tubérculos de tercera.

Las recomendaciones son a los estudiantes de la EAP. De Agronomía sección Huacrachuco realicen ensayos con abonamiento y diferentes épocas de siembra, con la densidad de siembra de 24 691 plantas/ha (distanciamientos de 0,90 m x 0,45 m) para determinar el efecto en el rendimiento del cultivo de la papa variedad Canchán, en condiciones agroecológicas diferentes; realizar investigaciones de densidades de siembra con diferentes variedades y condiciones agroecológicas diferentes y estimar el costo económico y su efecto en la rentabilidad económica del cultivo de la papa.

## SUMMARY

Investigation "EFFECT OF THE DENSITY OF PLANTING IN THE PERFORMANCE OF POPE'S CULTIVATION (*Solanum tuberosum* L.) Var. CANCHÁN, IN CONDITIONS MARCOPATA AGROECOLOGICAS – 2017" it had like purpose to evaluate the effect of the density of planting in the performance of the cultivation of potato – MARAÑÓN HUACRACHUCO –.

The experiment took to end in the named Marcopata Huacrachuco place located on the 2 950 msnm, being the zone of life dry forest MBT) and placed at the zone Quechuan Agroecological, with an average temperature of 17 °C with precipitations, park them, and grounds are clayey franc, with good percentage of organic matter - Montano Bajo Tropical, ( bs –.

The kind of investigation is applied and the level of experimental investigation, where the population is made of 608 potato plants for all the experiment and 8 plants for net experimental area. Utilized him Blocks Completely experimental design at random ( DBCA ) with 4 repetitions, 4 treatments making out of a total 16 experimental units, and they took heavy data, size and number of tubers of potato for plants.

The collecting techniques of bibliographic and field information were the analysis of contents, the signing-up, the observation and the instruments you open a file on them, the field book and the scale of classification of tubers.

The results come to an end that for number of tubers statistical significant differences in first-rate tubers, second best and third class exist. Where the treatment T3 (Separations of 0.90 x 0.45) yielded 8.22 first-rate tubercles and 8.53 second-class tubercles proving better than the rest of the treatments. The treatment T1 (Separations 0.90 x 0.35) yielded 14.25 third-rate tubercles proving better than the rest of the treatments.

The results suggest for size of tubers than the treatment T3 ( separations 0.90 x 0.45 ) the best average results came from 7.70 cm, 6.05 cm and 4.2 cm. of first-rate tubers, second best and third class respectively.

And the results suggest for weight of tubers than the treatment T3 ( Separations 0.90 x 0.45 ) yielded you plant 1.048 kg of first-rate tubers; And 0.493 Kg./planta of second-class tubers and the treatment T1 ( separations 0.90 x 0.35 ) yielded you plant 0.600 kg of third-rate tubers for plant; Proven to be that we have to the being transformed to hectare T3 with 25 863.82 kg/ha of first-rate tubers, T2 who reportó12 395.49 Kg/ha of second-class tubers and the treatment T1 with 19 047.60 Kg/ha of third-rate tubers.

Recommendations are to the EAP's students. Of Agronomía section Huacrachuco, accomplish essays with surety and different sowing times, with the density of planting of 24 691 plants variety has ( separations of 0.90 m x 0.45 m ) somebody determine the effect in the performance of the cultivation of the potato Canchán, in conditions different agroecológicas; Accomplishing investigations of densities of planting with different varieties and conditions different agroecológicas and estimating the economic cost and his effect in the cost-reducing profitability of the cultivation of the potato.

## I. INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum L.*) es una planta nativa de los países andinos, fueron los antiguos peruanos quienes descubrieron la planta en estado salvaje. No se sabe como fue que la volvieron comestible pero su cultivo ya se practicaba varios siglos antes de la aparición de los incas, porque muchos tubérculos se han encontrado en tumbas precolombinas.

La papa (*Solanum tuberosum L.*) procede de las culturas Pre - Incas e Incas en el territorio peruano se encuentra la mayor cantidad de especies de papa conocidas en el mundo.

Actualmente en el Perú, es el principal cultivo 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, contiene en 100 gramos; 78 g. de humedad; 18,5 g. de almidón y es rico en Potasio (560 mg) y vitamina C (20 mg).

La papa es el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo, con la producción anual cercano a los 300 millones de toneladas, siendo China el mayor productor, hoy en día, más de un tercio de la producción global proviene de los países en desarrollo. El CIP juega un papel muy importante en este aumento, al suministrar recursos para los agricultores más pobres que incluyen nuevas tecnologías y variedades de papas mejoradas especialmente para las condiciones específicas de los países en desarrollo.

Desde el punto de vista alimenticio, la papa, es un cultivo de importancia en el país, no solamente por su valor nutritivo, que le ha convertido en un alimento básico, de las grandes mayorías, sino también por

su rentabilidad y es superado solamente por gramíneas como trigo, maíz y arroz.

En la actualidad es imposible imaginar una alimentación sin la presencia de las papas preparadas en diversas formas como un suave puré, un magnífico "llapingacho", con las adornadas tortillas de papa, en los famosos locros o simplemente cocinada al vapor sin más añadido que un poco de sal en un almuerzo de campo. En nuestro país el mayor consumo de papa es en fresco, pero los usos industriales son variados como papas fritas en forma de "chips" u hojuelas, francesas o trozos delgados, congelada prefrita o enlatada. También se obtienen otros productos como almidón, alcohol y celulosa.

Brack, (1999) menciona que los tubérculos frescos contienen hasta 86% de agua, 36,8% de sólidos totales, 4,6 % de proteínas. 41% glicoalcaloides, 0,20% de grasa, 5,0% de azúcares reductoras.

La productividad en el Perú ha aumentado en 98,43%, (de 6,40 a 12,6 t/ha en el periodo 1973 – 2007, donde el rol de las nuevas variedades, la fertilización, las técnicas de producción de semilla promovidas y el manejo integrado de plagas han permitido casi duplicar la productividad de la papa en este periodo.

En el Perú cultivan papa; Huánuco, Puno, Junín, La Libertad y Cajamarca que concentran el 59,7% de la producción nacional, pero las regiones de Ica, Lima y Arequipa son las que tienen los mayores rendimientos. Ello se puede explicar por las tecnologías empleadas en la siembra del cultivo, el desarrollo de los mercados agrarios y las condiciones de la naturaleza.

Las regiones de Puno, Pasco, Huancavelica y Huánuco dedican más del 40% de su superficie sembrada a la papa, indicando la importancia de este producto en el patrón de cultivos de la región y en la estructura de

ingresos agrícolas de los productores. Las regiones paperas de la zona norte son: Piura, Lambayeque, la Libertad, Cajamarca, Amazonas y Ancash. En la zona centro: Lima, Ica, Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica y Ayacucho. En la zona sur: Apurímac, Cusco, Puno, Arequipa, Moquegua y Tacna.

Del total de áreas cultivadas el 40 % es del cultivo de papa a nivel regional, teniendo en consideración que la producción nacional de papa creció en 40,2% durante febrero 2007, respecto al nivel obtenido en similar mes del año anterior. La producción de papa fue de 3 248,416 toneladas, como consecuencia del incremento de las áreas cosechadas y mejores rendimientos del cultivo por hectárea. La Libertad fue el departamento con la mayor producción de papa (26,1%), seguido de Huánuco (18,8%), Junín (11,3%), Cajamarca (7,8%), Cusco (6,6%) y Ancash (5,0%).

La papa representa para la región Huánuco el primer orden de importancia económica para las familias, porque se incorpora la agricultura campesina al mercado nacional e internacional y como consecuencia mas fuentes de trabajo en función de los recursos existentes mejorando el estatus del agricultor.

En la provincia de marañón, los agricultores de la zona la siembra y todo el manejo de la papa lo realizan de manera artesanal, es por ello que los rendimientos son muy bajos por la falta de tecnología apropiada incluyendo una densidad adecuada de siembra. Las causas son; los escasos recurso del agricultor de Huacrachuco, y la falta de información a cerca del buen manejo del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*). La mayor parte de sus cosechas es para autoconsumo y lo poco que sobra lo comercializan en el mercado local.

Con las ganas de contribuir para encontrar una tecnología adecuada para la siembra y manejo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) para la provincia de marañón se realiza el presente trabajo de investigación, con el propósito de aportar con una densidad adecuada de siembra para que el

agricultor aumente sus rendimientos en sus cosechas y mejore su estilo de vida.

El problema planteado fue: ¿Cuál será el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de papa ***Solanum tuberosum L.*** variedad Canchán en condiciones agroecológicas de Marcopata – Huacrachuco - Marañón-2017?

El objetivo general fue: Evaluar el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de papa ***Solanum tuberosum L.*** variedad canchán en condiciones agroecológicas de Marcopata - Huacrachuco – Marañón.

Los objetivos específicos son:

1. Determinar el efecto de la densidad de siembra alta (0,90 x 0,35) en el peso, número y tamaño de tubérculos por planta y por parcela en el cultivo de la papa.
2. Medir el efecto de la densidad de siembra media (0,90 x 0,40) en el peso, número y tamaño de tubérculos por planta y por parcela en el cultivo de la papa.
3. Identificar el efecto de la densidad de siembra baja (0,90 x 0,45) en el peso, número y tamaño de tubérculos por planta y por parcela en el cultivo de la papa.

## II. MARCO TEORICO.

### 2.1. EL CULTIVO DE LA PAPA.

#### 2.1. 1. Origen de la papa.

García (1994) menciona que los orígenes de la papa se localizan en la Región Andina, su domesticación se inició hace aproximadamente 10 000 años y su cultivo hace 7 000 años donde aún es posible encontrar parientes silvestres de la papa. El cultivo en épocas precolombinas cubrió amplia área geográfica que se extiende desde Venezuela hasta Chile. La Región Andina alberga alrededor de 4 400 cultivares de papas nativas de las cuales 182 son especies domesticadas.

Cárdenas (1997) reporta que la producción y consumo de papas va ligada ha ancestrales prácticas sociales como el aïto y la minga; a significativas creencias mágicas; a milenarios cultos al sol y a la piedra y se inserta en la mitología a través del Coñipoñi y el Lluhay. Más de 200 han sido las variedades cultivadas en el archipiélago y una cultura levantada a través de esta forma de alimentación.

Roca (1998) comenta que, el origen de las papas cultivadas se remonta a las variedades nativas desarrolladas por los agricultores precolombinos a partir de especies que crecían en estado silvestre. La evidencia arqueológica sitúa los primeros indicios del cultivo alrededor del lago Titicaca hace unos 7000 años, centrado en un grupo de aproximadamente 20 especies silvestres morfológicamente similares relacionadas con el complejo *Solanum brevicaule*, que están distribuidas desde el centro del Perú hasta el norte de Argentina. Las papas nativas cultivadas o variedades locales están ampliamente distribuidas en los Andes, aunque las chilenas se derivan de una hibridación secundaria mucho más cercana a las especies silvestres bolivianas y/o argentinas. Todas las

hipótesis previas proponían que la papa cultivada se había desarrollado en puntos diferentes de una variedad de especies silvestres.

Espinar (1998) manifiesta que el origen de las papas nativas está establecido en las partes altas de la cordillera de los Andes en América del Sur (Perú, Bolivia, Ecuador, Chile, Colombia y Argentina), de acuerdo con las evidencias históricas, arqueológicas y botánicas el origen de la papa cultivada se localiza en la cuenca del lago Titicaca en Perú.

Huamán (1983) menciona que antes del advenimiento de la agricultura, el hombre subsistió mediante la colección de plantas silvestres complementado por la caza y pesca para proveerse de vitaminas en su dieta. Los orígenes de la agricultura y la domesticación de las principales plantas cultivadas se iniciaron hace unos 10,000 años. Sin embargo, de los cientos de miles de especies de plantas existentes en el mundo, solamente unos cuantos grupos de plantas fueron domesticados. Se estima que el hombre ha usado cerca de 3 000 especies de plantas para su alimentación, como medicina, combustible o fuente de materia prima para elaborar su vestimenta, de estas, sólo 150 han sido cultivadas en mayor o menor extensión. En la segunda y tercera década del siglo pasado, el famoso genetista y biogeógrafo Ruso Nicolás Vavilov y sus colaboradores, identificaron y exploraron regiones del mundo donde se habían desarrollado grandes culturas que practicaban una agricultura tradicional mantenida por ciento de años, donde se esperaba poder conseguir variedades muy antiguas de plantas cultivadas. Sobre la base de los resultados obtenidos se definieron áreas geográficas con una fabulosa riqueza de formas, variedades y especies cultivadas y que, por lo tanto, constituían los CENTROS DE DIVERSIDAD de plantas cultivadas del mundo y son los siguientes: China, India, Indo Malasia, Asia Central, Cercano Oriente, Mediterráneo, Etiopía, región Andina, Chiloé y Brasil – Paraguay.

La discusión histórica científica acerca del origen exacto de las papas, es posible que nunca se vaya a definir, lo que si no tiene ninguna duda es que Chiloé es un centro de gran importancia mundial con relación a

este cultivo. Una posibilidad es que en tiempos muy remotos haya podido hacer contacto entre los pueblos del altiplano (Lago Titicaca) y los de Chiloé y la papa (*Solanum tuberosum* L.) haya sido transportada en alguno de los dos sentidos.

### 2.1.2 Distribución y taxonomía.

Centro Internacional de la Papa –CIP- (1998) menciona que la papa se cultiva en 148 países del mundo, y en América se puede encontrar en 21 naciones desde el Sur de Estados Unidos hasta Argentina. Según el volumen de producción la papa ocupa el cuarto lugar en el mundo después del trigo, la cebada y el maíz, y de acuerdo al área cultivada ocupa el segundo lugar después del maíz.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación –FAO- (1996) en página web reporta la siguiente clasificación taxonómica de la papa:

<b>Reino</b>	: Vegetal
<b>División</b>	: Fanerógama
<b>Subdivisión</b>	: Angiospermas
<b>Clase</b>	: Dicotiledóneas
<b>Familia</b>	: Solanaceae
<b>Género</b>	: <i>Solanum</i>
<b>Especie</b>	: <i>tuberosum</i> .

### 2.1.3. Importancia del cultivo de papa.

Gentry (1991) la importancia es por sus bondades alimenticias: Planta alimenticia más utilizada en el mundo se siembra prácticamente en todas las latitudes, su valor nutritivo se debe a la riqueza en almidón que tiene la doble cualidad de ser energético y muy nutritivo.

En la industria de la Fécula para uso en repostería, Charcutería y en la industria de la salsa, de los platos preparados y de los productos dietéticos.

Para producción de alcohol carburante (bioetanol).

Para bebidas alcohólicas: en Alemania se fabrica schnaps y en Rusia ciertas variedades de vodka.

En preparados Alimenticios: purés, papas fritas en diferente presentación y con diversos sabores.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2003) la papa es uno de los productos alimenticios más consumidos y apreciados por su valor nutricional, y representa una de las contribuciones más importantes de la región andina al mundo entero. El Perú es el país con mayor variedad de papas en el mundo al contar con ocho especies nativas domesticadas y 2,301 de las más de 4,000 variedades que existen en Latinoamérica.

Calai (2001) menciona que la papa tiene una gran importancia en la medicina natural teniéndose como usos para las quemaduras, se aplica la papa cruda rayada en la zona afectada en forma de un emplasto. Es un antiinflamatorio cuando se realiza un cataplasma de la papa cruda para aliviar magulladuras o torceduras de cualquier tipo. También es considerado como un diurético natural, rayando la papa con la cascara y luego se cola y se bebe en ayunas.

Huamán (1983) el cultivo de la papa es el mejor ejemplo de la llamada "globalización", que se realizó varios siglos antes de que ese término se acuñara. Hay platos "típicos" preparados con papa en Italia, España, India, Rusia, Irlanda, Alemania o Finlandia (donde se le conoce como *Perú*). El licor destilado "nacional" de Rusia y otros países del Este Europeo, el vodka, se prepara con papa.

En los Estados Unidos de América, a las papas fritas las conocen como *French fries* (fritos franceses) debido a Thomas Jefferson, "descubrió" las papas en Francia, cuando fue embajador ante la corte de Luis XVI, regresando con semillas de la *pomme de terre* a su país. El cultivo de la papa andina salvó de la hambruna a varios países del viejo continente. Es una lástima, que mientras en Polonia el consumo de papas por habitante es uno de los más altos del mundo, en los Andes peruanos es uno de los más bajos. Los descendientes de los inventores de la producción de este prodigioso alimento consumen magras raciones de fideos y harinas importadas, la mayor parte donadas por países que son grandes consumidores del buen tubérculo andino. Las variedades de papa que se cultivan y consumen en ultramar son las mismas que los agricultores andinos cultivaban antes de que los europeos llegasen al Cusco o Puno.

#### **2.1.4. Densidad de siembra de la papa.**

Weirsema (1987) afirma que la siembra de tubérculos de mayor tamaño incrementa el tamaño de los tubérculos producidos, debido a que de esta manera se está incrementando el número de tallos y como consecuencia el número de tallos permite establecer la verdadera unidad de densidad de plantas para cultivos de papa.

Christiansen (1967) menciona que la densidad de siembra depende de la variedad a sembrarse, así por ejemplo, si se siembra una variedad que tiene un desarrollo foliar exuberante se debe dar más distancia entre surcos. Lo mismo sucede si la variedad tiene estolones largos, se debe sembrar a mayor distanciamiento entre surcos, para que tenga tierra para aporque.

Instituto Nacional de Investigación Agraria –INIA- (1995) la distancia de siembra depende de la variedad de papa, las condiciones de crecimiento y el tamaño deseado del tubérculo. Si la fertilidad y humedad del suelo son bajas, el suelo puede mantener menos plantas. A mayor densidad del cultivo, menos será el tamaño de los tubérculos cosechados. Generalmente,

para la producción de tubérculos – semilla se recomienda una mayor densidad de tallos que para la producción de papa consumo.

Cáceres (1980) reporta que el distanciamiento entre surcos varía de 60 a 120 cm y el espacio entre planta y planta de 15 a 30 cm de acuerdo con la variedad, fertilidad del suelo y condiciones locales. Cuando se tienen suelos que cuentan con riego y buena fertilidad las papas pueden sembrarse juntas que en suelos con pocos nutrientes o donde suele haber escasez de agua.

Cahuana en página web afirma que la cantidad de plantas existentes en un área determinada depende mucho de qué tan cerca éstas hayan sido sembradas. Mientras más cerca es la distancia de siembra entre planta y planta, así como entre surcos, la población se hace más densa que dificulta la libre circulación de aire y penetración de luz y sol. Estos ejercen un control indirecto del establecimiento y desarrollo de la enfermedad. Por eso es aconsejable distanciar las plantas al momento de la siembra.

El distanciamiento de siembra entre plantas y surcos depende mucho de la variedad de papa a sembrar por su forma de crecimiento, así como del tipo de suelo. Por lo general se ha visto que estos distanciamientos no deben ser menores de 0,90 m. entre surcos y de 0,25 m. entre plantas.

Cristian (2003) menciona que la siembra de la papa puede ser a mano enterrándolos a una profundidad de 10 – 15 cm. Es bueno incorporar fertilizantes pre siembra, abrir los surcos a una distancia de 80 – 90 cm y colocar la semilla a una distancia de 25 – 30 cm entre si.

Pereyra (2003) afirma que la dosis adecuada de semilla utilizada en la plantación varía entre los 2 500 kg. por hectárea. Cada papa de semilla debe tener un mínimo de dos yemas. Se trata de conseguir una densidad de plantas de 55 000 a 65 000 plantas por ha. Se puede poner dos tipos de marcos para esta densidad de plantación 75 cm x 24 cm ó 80 cm x 20 cm.

Egúsqüiza (2009) indica que la densidad de tallos es una característica de efectos importantes en la elección del distanciamiento apropiado. Cada tubérculo semilla puede originar diferente número de tallos y, en consecuencia, alterar el efecto de los distanciamientos de siembra porque producirá plantas con diferente desarrollo aéreo del follaje.

La densidad de tallos se expresa como número de tallos por metro cuadrado. Las consideraciones sobre densidad de tallos son mucho más importantes en las decisiones sobre distanciamientos para los campos dedicados a la producción de semilla.

En el campo semillero debe haber mayor densidad de tallos por las siguientes razones:

Produce mayor número de tubérculos por unidad de área.

Produce tubérculos de menor tamaño (apropiados para semilla económica)

(Christiansen: 1990) La densidad de siembra depende de la variedad a sembrarse, así por ejemplo si se siembra una variedad que tiene un desarrollo foliar exuberante se debe dar más distancia entre surcos. Lo mismo sucede si la variedad tiene estolones largos, se debe sembrar a mayor distancia entre surcos, para que tenga tierra para aporque.

(INIA: 1995) La distancia de siembra depende también de las condiciones de crecimiento y el tamaño deseado del tubérculo. Si la fertilidad y humedad del suelo son bajas, el suelo puede mantener menos plantas. A mayor densidad del cultivo, menos será el tamaño de los tubérculos cosechados. Generalmente para la producción de tubérculos semilla se recomienda una mayor densidad de tallos que para la producción de papa de consumo

Las densidades recomendadas en cultivos para consumo son de 10 tallos/m<sup>2</sup> los que se obtienen con semillas bien brotadas con unos 4 – 5 trozos de semilla /m<sup>2</sup>

Las densidades de plantación más utilizadas son: 70 a 80 cm, entre filas y 20 a 30 cm entre plantas.

Las densidades se ajustan de acuerdo a los siguientes criterios u objetivos de los cultivos:

#### **DENSIDADES ALTAS:**

- Cultivos para semilla
- Semilla en dominancia apical (1 brotes por tubérculo semilla)
- Variedades que producen pocos tubérculos por tallo o por planta.
- Cuando se quieren obtener altos rendimientos por hectárea.

#### **DENSIDADES BAJAS:**

- Cultivos para consumo, especialmente tempranos.
- Semilla en brotación múltiple (3 – 4 brotes por tubérculo semilla).
- Variedades que producen muchos tubérculos por tallo o por planta.
- Cuando se quiere tener una alta tasa de multiplicación.

El distanciamiento entre surcos varia de 60 a 120 cm y el espacio entre plantas y plantas varía de 15 a 30 cm de acuerdo con la variedad, fertilidad del suelo y condiciones locales. Cuando se tienen suelos que cuentan con riegos y buena fertilidad las papas pueden sembrarse juntas que en suelos con pocos nutrientes donde suele haber escasez de agua (Cáceres: 1980 y Ministerio de Agricultura: 1994).

Otro aspecto importante en la densidad de siembra es la pendiente del terreno donde se sembrará. En pendientes altas el distanciamiento entre hileras tiene que ser mayor. Pero como regla general el distanciamiento

óptimo es de 0,9 a 1,0 metros entre hileras y de 25 a 20 centímetros entre plantas. Respectivamente, esto arroja una densidad entre 44,444 y 50,000 plantas/ha. Para una hectárea una cantidad entre 2,500 y 2,900 kilogramos de semilla puede ser usada.

Cortbaoui (1988) cuando siembre en surcos, las dos dimensiones de la densidad de siembra entre surcos y dentro de los surcos están determinadas por las siguientes consideraciones.

Distancia entre surcos. La distancia depende de la costumbre local, de los implementos disponibles y del hábito de crecimiento de la variedad.

La distancia amplia entre los surcos: provee más tierra para el aporque, previene el daño a las plantas, raíces y tubérculos durante el cultivo y facilita el descarte.

La distancia angosta entre los surcos: asegura que el agua de riego alcance a todas las raíces y aumenta la eficiencia del empleo del terreno, luz, agua y nutrimentos.

La distancia dentro de los surcos. Debido a que la distancia entre los surcos esta determinada por los factores de manejo del cultivo, la densidad deseada del cultivo puede ser regulada mediante los espacios de las plantas dentro de los surcos. Para una densidad de cultivo dada, la distancia amplia entre los surcos puede ser compensada con una distancia corta de plantas dentro de los surcos.

#### **2.1.4.1. Tamaño de tubérculos (semilla).**

Cortbaoui (1988) Durante las primeras etapas de su vida la planta utiliza los nutrientes que le suministran el tubérculo semilla hasta la presencia de raíces. Por ello, el tubérculo semilla debe tener el tamaño suficiente para atender las demandas nutricionales durante el desarrollo inicial. Esto es especialmente importante cuando no existen las condiciones para una buena emergencia de las plantas debido a daños de insectos, falta de humedad en el suelo y enfermedades

(Ministerio de Agricultura 1967) El peso ideal para semilla es de 60 – 80 g, no obstante, se pueden usar semilla de menor peso, siempre y cuando esta provenga de campos que hayan mostrado un estado sanitario óptimo. Usando semillas muy pequeñas y de sanidad desconocida u origen dudoso, se corre el riesgo de obtener menor rendimiento y aumentar la propagación de enfermedades virosas, bacterianas y fungosas (Ministerio de Agricultura 1967), sin embargo, Christiansen (1967) afirma que el tamaño ideal de semilla es de 40 a 60 g, además agrega que cuando se tiene un material de fundación se puede usar todos los tamaños como semilla, teniendo características diferentes, cada una de ellas.

Manual de producción de papa (2008) indica que la producción en papa es determinada por la cantidad de tallos por metro cuadrado. Donde hay una mayor cantidad de tallos, hay menor tamaño de tubérculos, pero mayor rendimiento por área. Una baja cantidad de tallos resulta en mayor tamaño de tubérculos, pero menor rendimiento por área. Por lo tanto, la densidad de siembra vendría determinada por el mercado ya que hay mercados que solicitan papa “súper” que pesa mas de una libra la unidad y otros que piden entre 0,25 a 1 libras por unidad.

#### **2.1.4.2. Densidad de tallos de papa.**

Wiersema (1987) la densidad de tallos consiste en dos componentes: la densidad de plantas y el número de tallos por planta. La densidad de tallos combina dos componentes y describe mejor la densidad de un cultivo de papa que la densidad de plantas. La densidad de tallos afecta el número de tubérculos, el tamaño de tubérculos y la tasa de multiplicación, y está determinada por el número de tallos que emergen y sobreviven. La densidad recomendada de tallos depende del ambiente, propósito del cultivo y de la variedad de papa.

Un tallo principal crece directamente del tubérculo madre. Los tallos laterales que se ramifican de los tallos principales son generalmente poco productivos y no se consideran cuando se determina la densidad de tallos. Sin embargo, cuando los tallos laterales se ramifican debajo de la superficie del suelo, cerca del tubérculo semilla, pueden llegar a formar raíces, estolones y tubérculos, como lo hacen los tallos principales, y alcanzar a ser tan productivos como ellos.

El conjunto de los tallos principales y de los tallos laterales que se ramifican debajo de la superficie del suelo se denomina tallos sobre el suelo. El término tallos principales por metro cuadrado puede ser reemplazado por: tallos sobre el suelo por metro cuadrado.

De ahí que el número y tamaño de los tubérculos determinan el rendimiento y la densidad de tallos influye en: a). número de tubérculos, b). tamaño de tubérculos, c). tasa de multiplicación.

a). El número de tubérculos producidos depende de la competencia entre los tallos por los factores de crecimiento, como nutrientes, agua, y luz. La competencia es menor cuando la densidad de tallos es baja, lo cual conduce a un número grande de tubérculos por tallo, también a un número menor de tubérculos por unidad de área. De otro lado, cuando aumenta la densidad de

tallos, disminuye el número de tubérculos por tallo, pero aumenta, generalmente, el número de tubérculos por unidad de área.

b). Tamaño de los tubérculos. Los factores de crecimiento también afectan el tamaño de los tubérculos que está limitado cuando la competencia entre los tallos es alta. Los tubérculos producidos con densidad alta de tallos serán más pequeños que los producidos con densidad baja de tallos.

c). La tasa de multiplicación que es el número de tubérculos producidos de un tubérculo semilla. Cuando se incrementa la densidad de tallos se disminuye la cantidad de tubérculos producidos y se reduce la tasa de multiplicación.

El número de tallos principales depende de:

a). Lecho de tubérculos semilla, para una buena emergencia, el suelo debe estar húmedo y sin terrones. Un lecho seco y con terrones reduce la densidad de tallos.

b). Método de siembra, un daño leve a los brotes durante la siembra reduce el número de tallos. Un daño grave puede causar el crecimiento de brotes nuevos y adicionales, especialmente cuando el tubérculo semilla es vigoroso. Esto a menudo conduce a una emergencia desuniforme.

c). Número de brotes sembrados (con un tubérculo semilla correspondiente).

El número de brotes por tubérculo depende de:

Tamaño de tubérculo, los tubérculos grandes tienen más brotes

Variedad de papa; algunas variedades desarrollan más brotes que otras.

d). Tratamiento del tubérculo. Esto incluye el almacenamiento, el desbrotado, el corte o fraccionamiento, y el pre brotamiento. Las condiciones de almacenamiento que favorecen la dominancia apical limitan el número de

brotos. El desbrotado y el corte de tubérculos semillas vigorosos a menudo incremental el número de brotes. El pre brotamiento en luz difusa les permite a los brotes desarrollarse vigorosa y firmemente, lo cual reduce el daño de brotes durante la siembra.

e). Edad fisiológica, los tubérculos fisiológicamente avanzados desarrollan mas brotes que los tubérculos fisiológicamente jóvenes. Si los tubérculos están muy viejos, los brotes resultan demasiado débiles y no emergen.

La densidad recomendada de tallos depende de: a). Ambiente, b). Propósito del cultivo y c). Variedad de papa.

a). Ambiente. Malas condiciones de producción causadas por baja intensidad de luz, baja fertilidad, poca humedad y mala estructura del suelo, no pueden sostener tantos tallos como buenas condiciones de producción. Para obtener tubérculos de tamaño aceptable, la densidad de tallos debe ser mas baja que cuando existen buenas condiciones de producción. La densidad alta de tallos en malas condiciones de producción hace reducir el tamaño de los tubérculos más bien que aumentar el rendimiento.

b). Propósito del cultivo. En comparación a la producción de papa para consumo, en la producción de papa para semilla se busca una reducción del tamaño del tubérculo. Por ejemplo, en Holanda se recomienda como mínimo 30 tallos principales por metro cuadrado cuando se trata de producción de tubérculos semilla (semilla certificada) y 20 a 25 tallos principales por metro cuadrado cuando se trata de papa para consumo.

Las variedades que producen mucho follaje (como algunas andinas y las variedades tardías) requieren una densidad mas baja de tallos que las variedades que producen menos follaje.

La semilla al momento de transportar para la siembra debe estar pre germinada. También la semilla debe ser protegida en canastas, pues

generalmente el tubérculo maltratado no germina o nace muy tarde bajando la producción hasta un 50%. La siembra se hace en el lomo de la cama por una razón lógica, la papa si encuentra suelo suelto tiene mayor facilidad de desarrollare sus raíces y por ende sus frutos.

Otro aspecto a tomar en cuenta durante la siembra es la profundidad a la cual se debe poner el tubérculo semilla. Generalmente la profundidad es 2 veces el diámetro de la semilla y varía entre 10 y 15 centímetros. Aunque ha sido probado que la profundidad de siembra no tiene una incidencia directa sobre el rendimiento, si es importante cuando interactúa con otros elementos.

Cortbaoui (1988) indica que la siembra correcta asegura la emergencia rápida y la uniformidad del cultivo. Estos dos factores son afectados por las condiciones del tubérculo semilla y del suelo.

Las condiciones del tubérculo semilla están determinadas por el estado fisiológico de los tubérculos, su tamaño y sus condiciones físicas.

Las condiciones del suelo están determinadas por su estructura, humedad y temperatura.

Por medio del ajuste de la profundidad de siembra, el cultivo de papa puede ser adaptado a las condiciones existentes de humedad y temperatura. La distancia y el procedimiento de siembra dependen de factores agronómicos y de la experiencia local.

La distancia de siembra depende de la variedad de papa, las condiciones de crecimiento y el tamaño deseado del tubérculo. Si la fertilidad y humedad del suelo son bajas, el suelo puede mantener menos plantas. A mayor densidad del cultivo, menor será el tamaño de los tubérculos cosechados. Generalmente, para la producción de tubérculos semillas se

recomienda una mayor densidad de tallos que para la producción de papa de consumo.

### **2.1.5. Condiciones agroecológicas de la papa.**

Red Escolar (2005) reporta que las papas pueden cultivarse con éxito en una diversidad de tipos de suelo, pero prosperan mejor en migajones arenosos, limosos, turbas y suelos orgánicos. El suelo debe ser suelto, fiable, profundo, bien drenado y provisto de materia orgánica. La papa es uno de los cultivos que requiere de un suelo apropiado para su buen cultivo y produce bien en suelo franco, arenoso, que deben ser bien drenados y con un pH de 5,5 a 8,0. La papa se adapta diferentes climas fríos y cálidos necesitando una temperatura media máxima diurna 20 – 25 °C mínima o nocturnas de 8 – 13 °C media: 20 °C son óptimos para un buen crecimiento y desarrollo de la papa, requiere de una luminosidad de máxima asimilación que ocurre a 60 000 luz.

#### **2.1.5.1. Clima**

Barreda (1978) reporta que el clima es un factor determinante, para el cultivo de papa y según el comportamiento de éste, se asegura la producción y el rendimiento, reporta que la formación de tubérculos, requieren arriba de 15 °C, temperaturas elevadas originan el desarrollo vegetativo y las bajas, producen un raquitismo en la planta y no hay tuberización.

Sostiene además que la papa, para su buen desarrollo, requiere una humedad relativa comprendida entre 70 a 85% de la humedad del medio ambiente. El mismo autor sostiene, que la humedad, en el cultivo de la papa, es muy importante sea con riego o en seco.

El cultivo de la papa, se adapta, hasta los 4 000 metros de altitud. Días cortos, lluviosos y con temperatura de 14 a 18 °C, favorecen en el crecimiento de los tubérculos, 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.

Álvarez (2002) menciona que la papa es una hortaliza adaptado a diferentes condiciones climáticas, ya que se ve favorecida por la presencia de temperaturas mínima ligeramente por debajo de sus normales y máximas ligeramente superiores en el periodo de tuberización temperaturas mínimas de 8 – 13 °C y temperaturas máximas de 20 – 25 °C.

Menciona además que las plantas de papa requieren una luminosidad abundante, ya que ello influye en la producción de carbohidratos, desde el momento en que es uno de los elementos que intervienen en la fotosíntesis.

Centro Internacional de la Papa (1998) indica que 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 como consecuencias de ello se produce la combustión de hidratos de carbono almacenado en los tubérculos. En el Perú es sembrado en altitudes que van desde 3 000 msnm hasta 3 700 msnm, dependiendo básicamente de las temperaturas que se registran en cada zona y se mantengan en los rangos óptimos para su producción.

Bonierbale (2001) menciona que la papa en etapa de germinación y fases tempranas de crecimiento las temperaturas altas, favorecen el crecimiento vegetativo. La influencia de la luz en la papa no sólo se circunscribe a la producción de fotosíntesis, sino a la distribución de carbohidratos, siendo su concentración mayor en los tubérculos cuando es alta.

Bakula (1966) indica el cultivo de papa, es propio de regiones frías o templadas de altitudes aproximadas de 2 000 metros o más en los trópicos.

Este cultivo requiere de noches frías y suelos bien drenados con humedad adecuada. A bajas altitudes en ambientes cálidos no producen bien. También dice que ciertos tipos de papas sudamericanas, muestran tolerancia a temperaturas extremas fuertes calor, como también hay que tolerar algunos grados por debajo del punto de congelación.

Indica además que, reduciendo la intensidad de la radiación luminosa, reducía el peso total de la planta, como también de los tubérculos; es decir el desarrollo de la planta de la papa, está influenciada por la intensidad de la luz; con una luminosidad intensa la formación de tubérculos comienza pronto.

Álva (1970) sostiene que las precipitaciones pluviales, son de mayor importancia en la región de la sierra, que en la costa. La necesidad de humedad de un cultivar de papa, está considerada con un riego de 4,500 m<sup>3</sup>/ha, bajo riego y en secano con más precipitación por debajo de 700 mm.

Los rendimientos aumentaron de 12,214 a 12,575 t/ha entre 2003 y 2007 respectivamente. Este nivel alcanzado es bajo comparado con los rendimientos de papa en Colombia (17,3 t/ha), Brasil (23,7 t/ha), Chile (15,2 t/ha) y México (27,1 t/ha) al año 2007. Existen problemas tecnológicos, especialmente ligados a la calidad de la semilla y la sanidad, que explican este bajo desempeño.

#### **2.1.5.2. 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.

Hardy (1970) sostiene que suelos excesivamente pesados y compactos, no son aptos para el cultivo de papa porque impiden el desarrollo de los tubérculos, no obstante, se adapta a diferentes tipos de

suelos, pero hay mayor adaptación en los suelos franco limoso, suelto, bien drenado con abundante cantidad de materia orgánica. En cuanto al pH, debe ser de ligeramente ácido a ligeramente alcalino de 5,6 a 8,0.

Álvarez (2002) sostiene que las plantas de papa tienen un sistema radicular fuerte para la cual recomienda suelos franco arenoso, profundos, bien drenados y con un pH de 5,5 a 8,0.

Centro Internacional de la Papa (1998) indica que la papa prospera en suelos que sean fértiles, profundos en materia orgánica y que tengan drenaje.

INCAGRO (2002) menciona que la papa es oriunda de regiones Andinas, ya que en algunos lugares la topografía es plana y algunas con pendientes y que en ello contengan abundante materia orgánica.

Mayer (2001) indica que la papa prefiere suelos que sean ricos en materia orgánica con pH de 5,5 a 8,0 siendo estos los requerimientos mínimos que deben ser cumplidos naturalmente por el suelo.

## **2.1.6. Producción.**

### **2.1.6.1. Producción mundial**

En página web (Wikipedia), la producción mundial de papa ha crecido en los últimos 5 años. En el año 2007 fue de 320 millones de toneladas reflejando tendencias diferentes de la producción y utilización de la papa en los países desarrollados y en desarrollo. La producción de papa está creciendo muy poco en los primeros, especialmente en Europa, mientras que en los países en desarrollo está aumentando y representa el 35% de la producción mundial.

**Cuadro 1. PRODUCCIÓN DE PAPA EN EL MUNDO. AÑO 2015**

País	Producción (mill. De Tm.)	Rendimiento (Tm. /ha.)	Participación (%)
<b>MUNDO</b>	<b>320,67</b>	<b>16,64</b>	<b>100,0</b>
China	73,036	14,80	21,5
Federación Rusa	36,400	11,58	11,8
India	25,000	17,32	7,5
Ucrania	19,480	11,46	6,0
EE. UU.	19,111	41,15	6,7
Alemania	11,157	34,60	3,2
Polonia	11,009	17,93	4,4
Países Bajos	6.836	40,72	2,1
Francia	6.347	39,97	2,0
Reino Unido	5,918	40,81	1,9
Turquía	5,300	26,50	1,7
Canadá	5,324	29,50	1,7
Rumania	3,947	14,00	1,3
Argentina	2,150	25,29	0,7
Irán	3,550	19,72	1,1
Perú	3,290	12,458	1,1
España	2,790	26,93	0,9
Otros	76,309	--	24,6

Fuente: FAO/ESS

Estados Unidos produce el 6,7% del volumen total de papa de los países en desarrollo, China, representa el 21,5 % de la producción mundial.

El procesamiento es el sector de la economía de la papa a nivel mundial que esta experimentando el crecimiento mas acelerado. Mas de la mitad de la cosecha de EEUU se procesa y esta creciendo rápidamente en muchos países en vías de desarrollo como Argentina, Colombia, China, y Egipto.

La rápida urbanización en países en desarrollo, unida a la creciente importancia en procesamiento, podría expandir el comercio mundial de papa estimulado por el crecimiento de la demanda de comida rápida (papas fritas), bocadillos y aperitivos (papas crocantes) en especial en Asia, África y América Latina por el cambio en los hábitos alimenticios.

En página web (Wikipedia) en el mundo, la producción de papa se destina principalmente al mercado interno, exportándose anualmente sólo 2,5% del total producido. A pesar del reducido porcentaje de la producción que se destina al mercado internacional, se registra una tendencia creciente del volumen exportado, pasando de 4 millones de toneladas en 1970 a 8 millones de toneladas comercializadas el año 2004.

Los principales países exportadores son: los Países Bajos, Alemania, Bélgica, Francia y Canadá, que concentran el 62,3% de las exportaciones (promedio 1990 - 2002), debido a la estacionalidad de la oferta, estos mismos países se constituyen en los principales importadores, concentrando el 42,8% del volumen importado anualmente.

El 2003 en América, las exportaciones de papa alcanzaron las 723 mil toneladas, valorizadas en US\$ 188 millones, registrándose importaciones de 862 mil toneladas (US\$ 226 millones). El principal país exportador es Canadá, con 45% del volumen exportado, seguido por Estados Unidos (37%), Guatemala (9%), Colombia (4%) y Argentina (2%). La estacionalidad de la oferta explica que Estados Unidos y Canadá sean los principales importadores de papa (35 y 28% del total importado respectivamente). Los restantes principales importadores: El Salvador (7% del total importado en América), Cuba (5%) y Venezuela (4%), se caracterizan por ser sus importaciones superiores al 10% de la producción nacional de papa, llegando en el caso de El Salvador a representar 354% de la producción doméstica. Estos países con un alto nivel de importación se constituyen en potenciales mercados para la exportación de papa.

#### 2.1.6.2. **Producción nacional**

INCAGRO (2002) sostiene que la papa se cultiva en 19 de las 24 regiones del Perú, existiendo condiciones climáticas favorables para la producción de variedades denominadas comercialmente (consumo fresco y procesamiento) durante todo el año. Mas del 90% de las siembras de papa

se instalan en la sierra, concentrándose en las regiones quechua, suni y jalca, que van desde los 2 300 a 4 100 msnm, las principales zonas de producción en la sierra son Huánuco (principal productor de papa), Junín, Puno (posee la mayor extensión dedicado al cultivo), La Libertad (principal abastecedor del norte del país), Apurímac, Cusco y Cajamarca En la costa, destacan la producción de los departamentos de Arequipa, Lima e Ica con un promedio de 8 a 12,4 TM/ha.

En página web (Infoagro) la producción de papa en el Perú, en el año 2007 representó el 1,1% de la producción mundial. En los últimos 5 años 2003 – 2007, la producción nacional de papa ha tenido un crecimiento sustancial pasando de 3'151,167 toneladas a 3'388,147 toneladas. El aumento de la producción es explicado por el incremento del área cosechada, que paso de 257,997 has en 2003 a 269,441 has, en al año 2007 (cuadro 2).

**Cuadro 2 PERÚ: PRINCIPALES INDICADORES PRODUCTIVO**

<b>Indicadores</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Producción (tm.)	3'151,167	3005,770	3289,699	3248,416	3388,147
Superf. Cosechada (ha)	257,997	246,728	264,055	260,847	269,441
Rendimiento (t/ha.)	12,214	12,183	12,458	12,453	12,575

**Fuente: Minag-OIA. Elaboración: AgroData-CEPES.**

**Cuadro 3. Indicadores de producción de la papa**

Región	Superficie cosechada (has.) ene-nov.			Producción (tm.) ene-nov.		
	2010	2011	Var %	2010	2011	Var %
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>254,762</b>	<b>265,177</b>	<b>4.1%</b>	<b>3,182,210</b>	<b>3,388,907</b>	<b>6.5%</b>
Piura	1,184	1,156	-2,3%	13,707	12,186	-11,1%
Lambayeque	950	655	-31,1%	7	3,502	-50,0%
La Libertad	21,747	20,772	-4,5%	310,057	304,521	-1,8%
Cajamarca	24,089	23,729	-1,5%	264,902	269,266	1,6%
Amazonas	4,812	5,046	4,9%	70,792	72,869	2,9%
Ancash	10,225	9,897	-3,2%	106,458	101,914	-4,3%
Lima	6,397	6,788	6,1%	147,552	151,162	2,4%
Ica	2,278	2,045	-10,2%	72,011	69,834	-3,0%
Huánuco	30,082	28,227	-6,2%	401,267	376,927	-6,1%
Pasco	7,955	10,507	32,1%	80,896	132,167	63,4%
Junín	19,791	21,658	9,4%	278,167	347,81	25,0%
Huancavelica	7,723	17,441	125,8%	71,445	177,845	148,9%
Arequipa	7,533	7,218	-4,2%	215,593	211,671	-1,8%
Moquegua	569	528	-7,2%	7,405	7,882	6,4%
Tacna	744	633	-14,9%	13,192	9,877	-25,1%
Ayacucho	12,534	16,47	31,4%	166,745	245,498	47,2%
Apurímac	19,107	16,671	-12,8%	199,56	182,954	-8,3%
Andahuaylas	13,269	12,456	-6,1%	145,258	145,857	0,4%
Cusco	29,492	28,928	-1,9%	286,284	263,172	-8,1%
Puno	47,55	46,809	-1,6%	469,176	447,849	-4,5%

Fuente: Minag-Dgja.

Elaboración: AgroData-CEPES.

Según el III CENAGRO, 74% de las unidades agropecuarias con cultivos de papa tienen una extensión menor a las cinco hectáreas, aportando 49% de la superficie instalada del cultivo. La venta individual de reducidos niveles de producción, ocasiona que los productores minifundistas no tengan capacidad de decisión en el canal comercial.

Del total de superficie dedicada al cultivo de papa, sólo el 30% cuenta con riego, localizándose principalmente en la costa y valles interandinos. Entre las formas de riego existentes predomina el riego por gravedad, siendo la principal fuente abastecimiento el agua de río.

Los costos varían de acuerdo a la tecnología de producción. Los insumos representan más del 30% de los costos totales donde la semilla es el rubro de mayor costo cuando la semilla es de calidad.

**Cuadro 4. Costos de Producción de Papa año 2000 (% del total)**

RUBROS	Departamentos					
	Huánuco	Ica	Junín	La Libertad	Lima	Puno
Mano de obra	16	4	14	8	21	10
Insumos	32	53	44	42	29	45
Maquinaria		4	4	9	5	5
Yunta	6		1	1		
Cosecha	8	6	10	7	7	8
Transporte y gastos varios	14	10	3	10	14	7
Otros*	7	8	8	8	8	8
<b>Costos Directos (US\$)</b>	1680	4473	1696	2194	2773	2034
<b>Costos Indirectos (US\$)**</b>	336	895	339	443	555	407
<b>Costo Total (US\$)</b>	2017	5368	2036	2637	3328	2441

Fuente: MINAG

### 2.1.6.3. Rendimiento nacional

Los rendimientos aumentaron de 12,214 a 12,575 t/ha entre 2003 y 2007 respectivamente. Este nivel alcanzado es bajo comparado con los rendimientos de papa en Colombia (17,3 t/ha), Brasil (23,7 t/ha), Chile (15,2 t/ha y México (27,1 t/ha) al año 2007. Existen problemas tecnológicos, especialmente ligados a la calidad de la semilla, que explican este bajo desempeño.

En página web<sup>3</sup> reporta el III CENAGRO que en el ámbito nacional, existen condiciones de producción muy heterogéneas, lo cual se va a reflejar tanto en los resultados productivos como de rentabilidad del cultivo por zonas productoras. En la sierra del país se concentra el 96% de la superficie

cultivada de papa obteniéndose niveles de rendimiento por hectárea inferiores con respecto a las zonas productoras de costa.

Los rendimientos dependen del nivel de tecnología usada, principalmente por el empleo de semilla certificada, variedades mejoradas, fertilizantes, nivel de mecanización, adecuadas practicas agronómicas, riego tecnificado, ocurrencia de factores abióticos y el control efectivo de plagas y enfermedades.

En los departamentos de la costa central (Lima e Ica) se obtienen los mayores rendimientos, seguidos por los departamentos de sierra central (Junín, Huánuco, Ayacucho, Pasco y Huancavelica) y luego los departamentos de la sierra norte y sur. En promedio los departamentos de costa (5) obtienen un promedio de 17,08 Tm/Ha y los departamentos de sierra (14) obtienen un promedio de 11,96 Tm/Ha.

León (1988) indica que los mejores rendimientos de papa se obtuvieron con la formula 120 – 70 – 140, haciendo uso de los fertilizantes urea, súper fosfato triple de calcio, y sulfato de potasio, logrando un rendimiento experimental de 30,455 toneladas por hectárea.

#### **2.1.7. Antecedentes de trabajos realizados.**

Moya (1987) afirma que el peso del tubérculo - semilla también influye en el costo de producción del cultivo, aunque en menor grado que la distancia de siembra. Notándose su influencia en el rendimiento de tubérculos tipo primera y cuarta, se indica que el mayor rendimiento de tubérculos de papa tipo comercial se obtuvo cuando se utilizaron tubérculos - semilla de un peso de 45 g, existiendo cierta tendencia a disminuir los rendimientos, si se utiliza tubérculo - semilla por encima o por debajo de lo antes citado.

Vásquez (1988) en trabajo realizado en la UNALM, evaluó seis distanciamientos entre plantas (15, 20, 25, 30, 35 y 40 cm) en la variedad “Tomasa Tito Condemayta” concluyendo que el rendimiento y número total de tubérculos, no mostraron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, se observó que existen diferencias en el promedio de los rendimientos totales que son mayores a alta población de plantas. Por lo tanto, se recomienda sembrar a la distancia de 0,25 y 0,40 m por ser más rentables económicamente.

Vidal (1994) en experimento sobre siembra de tres tamaños de semilla de papa con diferente densidad de brotes en el Valle del Mantaro no encontró diferencias significativas.

Vega (2010) en tesis “Efecto del manejo fisionutricional en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) Variedad Canchán INIA en condiciones agroecológicas de Huacrachuco, marañón Huánuco”, con la densidad de siembra 0,90 entre surcos y 0,40 metros entre golpes concluye que el mejor rendimiento de tubérculos de primera por hectárea fue de 27,603.4 kg/ha, de segunda 10,069.2 y de tercera 9,652.5; el mayor tamaño de tubérculos de primera fue de 13,05 cm, tubérculos de segunda 6,68 cm y de tercera con 4,88 cm., y respecto a número de tubérculos de primera fue de 8, segunda 8,25 y de tercera 14 tubérculos. Respecto al peso de tubérculos por golpe de tubérculos primera fue de 0,99 de segunda 0,36 y de tercera 0,35 kg/golpe.

López (2010) en tesis “Efecto de la fertilización en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad Canchán INIAA en condiciones agroecológicas de Huacrachuco, Marañón” con la densidad de siembra de 0,90 entre surcos y 0,40 metros entre golpes concluye que el mejor rendimiento por hectárea de tubérculos de primera fue de 28,645.07, de segunda 9,687.23 y de tercera 9,374.74 kg/ha, respecto al tamaño de tubérculos de 7,75; 5,95 y 4,425 cm de primera, segunda y tercera y respecto al número reportó 7,75; 9,75 y 10,25 tubérculos de primera,

segunda y tercera respectivamente. Respecto al peso de tubérculos por golpe obtuvo 1,031; 0,349 y 0,338 tubérculos de primera segunda y tercera respectivamente.

## **2.2. HIPÓTESIS Y VARIABLES.**

### **Hipótesis General.**

Si aplicamos la densidad de siembra adecuada entonces tendremos efecto significativo en el rendimiento del cultivo de papa ***Solanum tuberosum L.*** Var. Canchán en condiciones agroecológicas de Marcopata–Huacrachuco - Marañón.

### **Variables.**

Variable independiente: Densidad de Siembra.

Variable dependiente: Rendimiento.

Variable interviniente: Condiciones agroecológicas

### III. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

##### **Tipo de Investigación**

Es aplicada por que se generó conocimientos tecnológicos expresados en La densidad de siembra adecuada, destinada a la solución del problema de bajos rendimientos de los agricultores que cultivan papa en Huacrachuco.

##### **Nivel de Investigación**

Experimental porque se manipuló la variable independiente en diferentes densidades de siembra y se midió sus efectos sobre la variable dependiente rendimiento y se comparó con el testigo (densidad de siembra que utiliza el agricultor de Huacrachuco).

#### 3.2 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el lugar denominado Marcopata de Huacrachuco, cuya posición geográfica y ubicación política es la siguiente:

- **Posición geográfica:**

Latitud Sur : 09°37'19"  
Longitud Oeste : 78°05'48"  
Altitud : 2942 msnm.

- **Ubicación política:**

Región : Huánuco  
Provincia : Marañón  
Distrito : Huacrachuco  
Lugar : Marcopata  
Distancia : 1 Km. De Huacrachuco.

### Antecedentes del terreno.

El campo donde se realizó el experimento estuvo sembrado por los cultivos siguientes durante los años 2004 - 2008.

**Cuadro 05.** Antecedentes del terreno.

AÑO	CULTIVO
2011	Frijol
2012	Maíz - Numia
2013	Arveja
2014	Papa
2015	Maíz - Numia
2016	No se sembró

### 3.2.1. Características Agroecológicas de la Zona.

#### Clima.

Según el mapa ecológico del Perú actualizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (**ONERN**), **Huacrachuco** se encuentra en la zona de vida bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT).

Según **Javier Pulgar Vidal Marcopata** – Huacrachuco se encuentra en la zona agroecológica quechua sobre los 2,903 msnm, con un clima frío, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada. La media anual de temperatura máxima y mínima es 17,5 °C y 6,0 °C.

La Estación Meteorológica de la Agencia Agraria Marañón reporta en los meses en que se desarrollará la investigación los siguientes datos:

**Cuadro 06.** Datos Meteorológicos.

AÑO	MESES	TEMPERATURA MEDIA	PRECIPITACIÓN
2016	Noviembre	17,01	45,00
2016	Diciembre	15,22	130,64
2017	Enero	14,36	140,66
2017	Febrero	13,03	174,49
2017	Marzo	13,91	121,14

Fuente: Agencia Agraria Marañón

### **Suelo.**

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.

Con la finalidad de determinar las características físicas y químicas del suelo, se tomó una muestra representativa de suelo, las cuales fueron analizados en el laboratorio de Análisis de Suelos de La Universidad Nacional Agraria la Molina – Facultad de Agronomía – Departamento de Suelos – Lima.

Las características del suelo se indican en el anexo indicando que es un suelo de clase textural Franco Arenoso, con pH neutro (6,84), bajo contenido de materia orgánica (1,94%) y fósforo (16,5), pobre en potasio (111) y no tiene problemas de salinidad. (Anexo 16. Resultados del análisis de caracterización)

### 3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS.

#### **Población.**

La población estuvo constituida por 608 plantas de papa, por experimento y por tratamiento siendo lo siguiente ( $T_1 = 192$  plantas;  $T_2 = 160$  plantas;  $T_3 = 144$  plantas;  $T_0 = 112$  plantas),

#### **Muestra.**

La muestra estuvo constituida por 128 plantas de papa, de las áreas netas experimentales y 8 plantas por área neta experimental de la parcela.

#### **Tipo de muestreo.**

Probabilístico en su forma de Muestra Aleatorio Simple (MAS) porque cualquiera de las semillas al momento de la siembra tuvieron la misma probabilidad de ser integrantes del área neta experimental.

### 3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

**Cuadro 07.** Tratamiento

<b>Claves</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Distanciamiento</b>	<b>Densidad Plantas/ha</b>
T1	(Densidad alta)	0,90 m X 0,35 m	31,746
T2	(Densidad media )	0,90 m X 0,40 m	27,777
T3	(Densidad baja )	0,90 m X 0,45 m	24,691
T0 = testigo	( Densidad tradicional)	0,90 m X 0,58 m	19,157

### 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 repeticiones, 4 tratamientos con 16 unidades experimentales.

El análisis se ajustará al siguiente modelo aditivo lineal.

Donde:

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

**Y<sub>ij</sub>** = Observación o variable de respuesta

**U** = Media general.

**T<sub>i</sub>** = Efecto del i-esimo tratamiento.

**B<sub>j</sub>** = Efecto del i-esimo bloque.

**E<sub>ij</sub>** = Error experimental.

La técnica estadística fue el ANDEVA (Análisis de Varianza) para medir la significación entre tratamiento y repeticiones al margen de error de 0,05 y 0,01. Para la comparación de los promedios en los tratamientos se utilizó la Prueba de DUNCAN al 0,05 y 0,01 del margen de error.

#### Esquema de Análisis de Varianza para el diseño (DBCA)

Fuente de Varianza (F.V)		Grados de libertad (GL)
Bloques o repeticiones	(r-1)	3
Tratamientos	(t-1)	3
Error experimental	(r-1)(t-1)	9
Total	(tr-1)	15

## Descripción del campo experimental.

### Características del campo

- Longitud del campo experimental : 21,35 m
- Ancho del campo experimental : 16,40 m
- Área total de caminos (350.14 – 240.864) : 109,276m<sup>2</sup>
- Área Total del campo experimental (21.35 x 16.4) : 350,14 m<sup>2</sup>

### Características de bloques:

- Numero de bloques : 4
- Tratamientos por bloque : 4
- Largo de bloque : 16,40 m
- Ancho de bloque : 4,07 m
- Área total de bloque : 66,748 m<sup>2</sup>

### Características de parcelas

- Largo de parcela : 4,05; 4,0; 4,05 y 4,06 m
- Ancho de parcela : 3,60 m
- Área total de parcela : 15,12; 14,4; 14,58 y 14,616 m<sup>2</sup>
- Área neta de parcela : 4,58; 3,52; 2,98 y 2,65 m<sup>2</sup>

### Características de surcos

- Longitud de surcos por parcela : 4,2; 4,0; 4,05 y 4,06 m
- Numero de surcos por parcela : 4
- Número de plantas por surco : 12, 10, 9 y 7
- Distancia entre surcos : 0,90 m
- Distancia entre plantas : (0,58, 0,35, 0,40, 0,45 m)
- Número de semilla por golpe : 1

### Croquis del campo experimental.

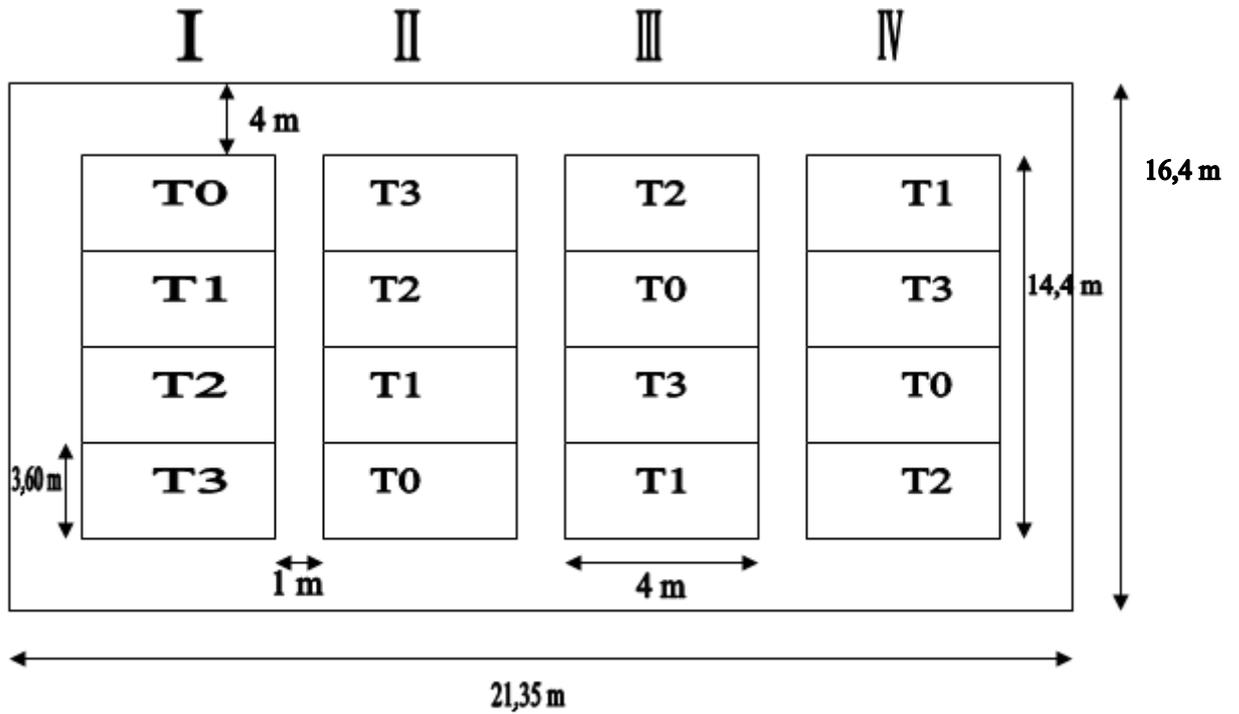


Fig. 01. Croquis del campo experimental

### Croquis de las parcelas experimentales

#### Densidad de siembra (0,90 x 0,35)

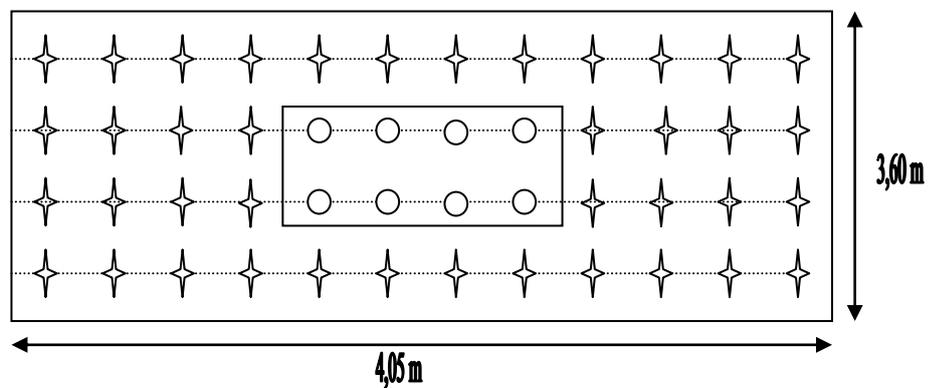


Fig. 02. Croquis de parcela experimental con la densidad de siembra alta

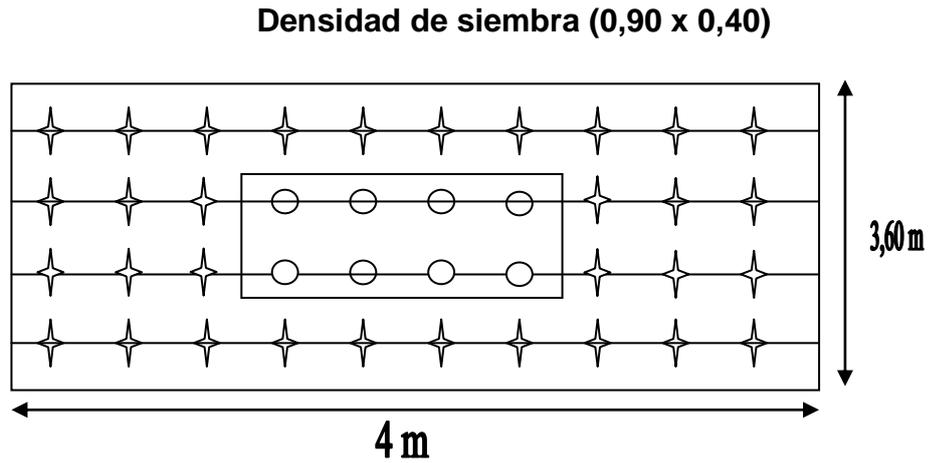


Fig. 03. Croquis de parcela experimental con la densidad de siembra media

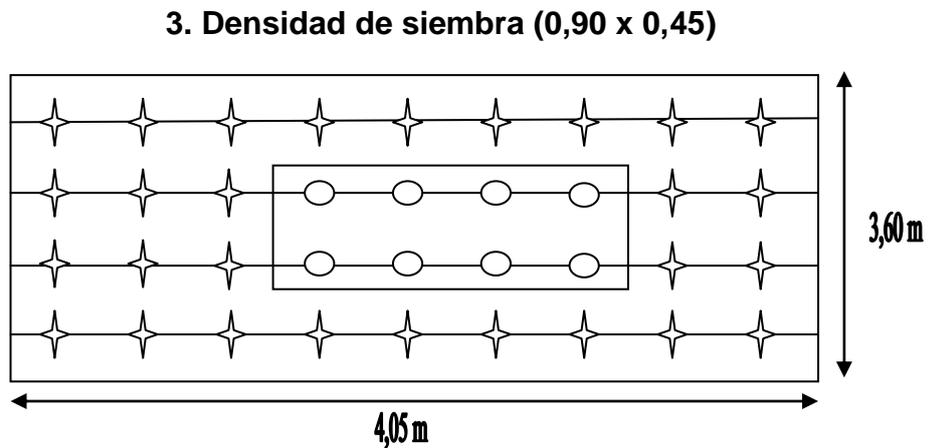


Fig. 04. Croquis de parcela experimental con la densidad de siembra baja

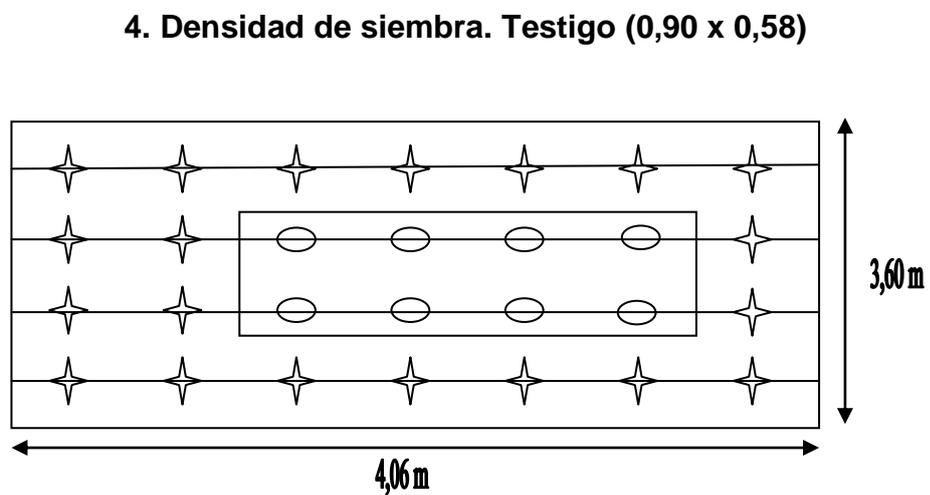


Fig. 05. Croquis de parcela experimental con la densidad de siembra local

## **3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.6.1. Técnicas.**

#### **Técnicas bibliográficas.**

Las técnicas utilizadas para la recolección de información fueron las siguientes:

#### **Fichaje.**

Nos permitió registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y que ordenadas sistemáticamente me sirvió de valiosa fuente para elaborar el marco teórico.

#### **Análisis de contenido.**

Esta técnica sirvió para hacer inferencias validas y confiables con respecto a los documentos leídos.

#### **Técnicas de campo**

#### **Observación.**

Para recolectar información sobre las observaciones a registrar en el campo, de las fases del cultivo y de las variables en estudio.

### **3.6.2. Instrumentos.**

#### **Instrumentos bibliográficos.**

#### **Fichas.**

Para registrar la información producto del análisis del documento en estudio. Estas fichas fueron de Registro o localización.

- Bibliográficas.
- Hemerográficas.

Fichas de investigación:

- Resumen
- Textual

**Instrumentos de Campo.****Libreta de campo.**

Se registró la información de las observaciones realizadas como peso, tamaño y número de tubérculos, así como el rendimiento por parcela y hectárea.

**Escala de clasificación de los tubérculos**

Para la clasificación se tomó como parámetro el peso siguiente: tubérculo de tercera de 35 – 50 g, tubérculo de segunda de 55 – 70 g, y tubérculo de primera de 75 a más gramos. La presente labor se realizó al momento de la cosecha haciendo uso de instrumento de precisión (balanza gramera).

**3.7. DATOS REGISTRADOS.****Número de tubérculos por planta.**

Se clasificaron los tubérculos de papa en primera, segunda y tercera y se contaron los tubérculos por cada planta del área neta experimental y se obtuvo el promedio por planta.

**Tamaño de tubérculo.**

De los tubérculos seleccionados en primera, segunda, tercera y pesados del área neta experimental se determinó su tamaño con la ayuda de un vernier y el promedio se expreso en cm. Para cada clasificación.

**Peso de tubérculos por planta.**

Se clasificó los tubérculos de papa en primera, segunda y tercera y se pesaron todos los tubérculos del área neta experimental al momento de la cosecha y se expresó el promedio en kilogramos por planta.

### **Rendimiento por área neta experimental**

Se tomó los datos de los tubérculos clasificados en primera, segunda y tercera para determinar la producción de toda el área neta experimental.

### **Rendimiento por hectárea**

El peso de los tubérculos obtenidos por área neta experimental se transformó a rendimiento por hectárea (10 000 m<sup>2</sup>), y los resultados se expresó en kilogramos.

## **3.8. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.**

### **3.8.1. Labores agronómicas**

#### **Elección del terreno y toma de muestras.**

El terreno utilizado es plano con buen drenaje para evitar el empozamiento de agua y permitió una buena aireación. Posteriormente se tomó la muestra del suelo para el análisis de fertilidad, siendo el método de muestreo en zig zag, obteniendo una muestra representativa de toda el área de la parcela experimental.

El procedimiento para tal fin consistió en limpiar la superficie de cada punto escogido de 20 X 20 cm., con la ayuda de una pala recta se abrió un hoyo en forma cuadrada a una profundidad 20 cm. y con una lampa recta se extrajo una tajada de 5 cm. de espesor, luego se introdujo en un balde limpio y se mezcló las sub muestras, obteniendo de ella una muestra representativa de 1Kg. Esta muestra se llevó al laboratorio de suelos y fertilizantes para los análisis físicos y químicos respectivos.

#### **Preparación del terreno.**

Primeramente se realizó el riego de machaco, una vez que el suelo consiguiera la capacidad de campo se procedió a la roturación del terreno

usando una yunta de bueyes, (Se realizó el 10 de octubre del 2017), el objetivo fue de preparar el terreno para el cultivo de papa ya que este cultivo necesita suelos sueltos, también darle mayor aireación al suelo, eliminar las malezas y romper los ciclos de vida de insectos hongos y nematodos que se encuentran en el suelo.

Luego se realizo una segunda cruza 4 días antes de la siembra utilizando una yunta de bueyes, y se procedió a realizar el mullido.

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

El trazado de bloques y tratamientos se efectuó según el diseño establecido, utilizando para ello estacas, wincha, cordel y yeso; (Se realizó el 12, 13 y 14 de octubre del 2017). El surcado se realizó considerando el distanciamiento de 0,90 metros entre surcos con la ayuda de un azadón.

### **3.8.2. Labores culturales**

#### **Semilla.**

Las semillas de papa fueron de la variedad Canchán INIA certificada que han pasado por el control de calidad. La semilla utilizada tuvo un peso promedio de 40 a 60 gramos aproximadamente, para la instalación del campo experimental se utilizó aproximadamente 40 kilogramos, para un área de 350,14 m<sup>2</sup>.

#### **Siembra.**

La siembra se realizó depositando al fondo del surco a una profundidad de 5 cm, un tubérculo según los distanciamientos mencionados a (0,35 m; 0,40 m y 0,45 m y 0,58 m) entre golpes (Se realizó el 15 de octubre de 2017.)

**Fertilización.**

Se procedió a colocar los fertilizantes entre tubérculos en forma de puñados, evitándose que entren en contacto con la semilla para proteger a los brotes de posibles quemaduras. Utilizando la dosis de fertilización de 100 – 100 – 120 De N P K.

La primera fertilización se realizó a la siembra en caso del nitrógeno se empleó solo el 50% a la siembra y el 50% restante al primer aporque; mientras que el fosforo y potasio se aplicaron en su totalidad (100%) al momento de la siembra. La segunda fertilización se realizó a los 50 días después de la siembra es decir en el primer aporque empleando el 50% restante de abono nitrogenado.

**Riegos.**

Los riegos se realizaron según las necesidades de la planta, siendo indispensable los riegos a la floración con la finalidad asegurar una formación abundante de los tubérculos.

Se efectuaron cada 7 días iniciando el 25 de octubre de 2017 teniendo en cuenta las necesidades de la planta, el tiempo (insolación-temperatura) textura del suelo.

**Aporque.**

Se realizó con la finalidad de darle más soporte a las plantas, favorecer la tuberización, aumentar la porosidad, y conservar la humedad del suelo en la zona de las raíces. El primer aporque se realizó a los 50 días de la siembra, a una altura de 30 cm de la planta; el segundo aporque se efectuó a los 80 días posteriores a la siembra.

**Control fitosanitario.**

Para enfermedades se aplicó en forma preventiva para la ranca o Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), el fungicida Ridomil y Mancozeb a una dosis de 45gr/20 Lt. De agua.

Para plagas se realizó en forma preventiva cuando se notó la presencia de plagas (Epitrix y pulgón), aplicando Furandan 4F aplicando a una dosis 10 cc/20 Lt. De agua.

**Cosecha.**

La cosecha se realizó a los 125 días (20-02-18), después de la siembra; antes de efectuar esta labor se realizó el corte del follaje 15 días, antes (05-02-18), se determinó la madurez fisiológica de los tubérculos; restregando el tubérculo entre los dedos de la mano, para constatar la adherencia de la cáscara y al haberse comprobado su firmeza se procedió a la cosecha.

## IV. RESULTADOS

Los resultados expresados en promedios se presentan en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con las técnicas estadísticas del Análisis de Varianza (ANDEVA) 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 se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de significación de 95 y 99% de probabilidades de éxito.

#### 4.1. NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA.

Los resultados se indican en los anexos 1 al 3 donde se presentan los promedios obtenidos de tubérculos de primera, segunda y tercera y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

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

**Cuadro 08.** Análisis de Varianza para número de tubérculos de primera.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	2,003	0,668	1,32 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Tratamiento	3	19,815	6,605	13,03 <sup>**</sup>	3,86	6,99
Error	9	4,563	0,507			
Total	15	26,382				

C.V. = 10,79%

Sx: = 0,36

Los resultados respecto al número de tubérculos de primera por planta indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 10,79% y la desviación estándar (Sx) 0,36.

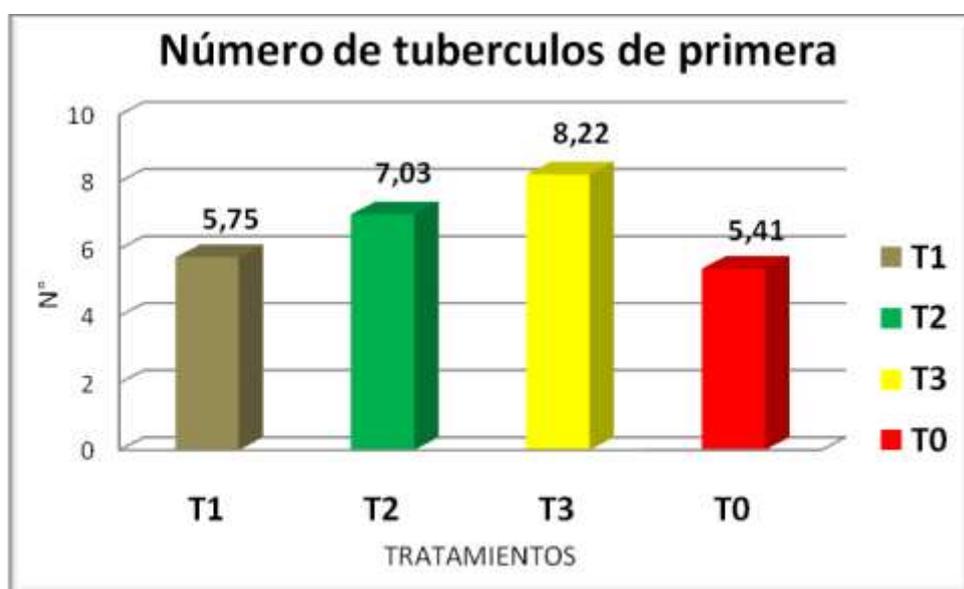
**Cuadro 09** Prueba de significación de Duncan para número de tubérculos de primera.

OM	TRAT	PROMEDIO N°	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1°	T3	8,22	a	a
2°	T2	7,03	a	a b
3°	T1	5,75	b	b
4°	T0	5,41	b	b

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 0,05 de margen de error, los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub> estadísticamente son iguales quienes superan a los tratamientos del orden de mérito 3 y 4.

Al nivel del 0,01 de margen de error, los tratamientos  $T_3$  y  $T_2$  estadísticamente son iguales donde el primero supera a los tratamientos del orden de mérito 3 y 4.

El mayor número de tubérculos por plantas se obtuvo con los tratamientos  $T_3$  con 8,22 y  $T_2$  con 7,03 tubérculos superando al tratamiento testigo ( $T_0$ ) quien ocupó el último lugar con 5,41 tubérculos.



**Fig. 06.** Número de tubérculos de papa de primera /planta.

#### 4.1.2. Numero de tubérculos de segunda por planta.

**Cuadro 10.** Análisis de Varianza para número de tubérculos de segunda.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	0,315	0,105	0,16 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Tratamiento	3	19,019	6,340	9,37**	3,86	6,99
Error	9	6,087	0,676			
Total	15	25,421				

C.V. = 11,36%

Sx: = 0,41

Los resultados respecto al número de tubérculos de segunda por planta indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 11,36% y la desviación estándar (Sx) 0,41.

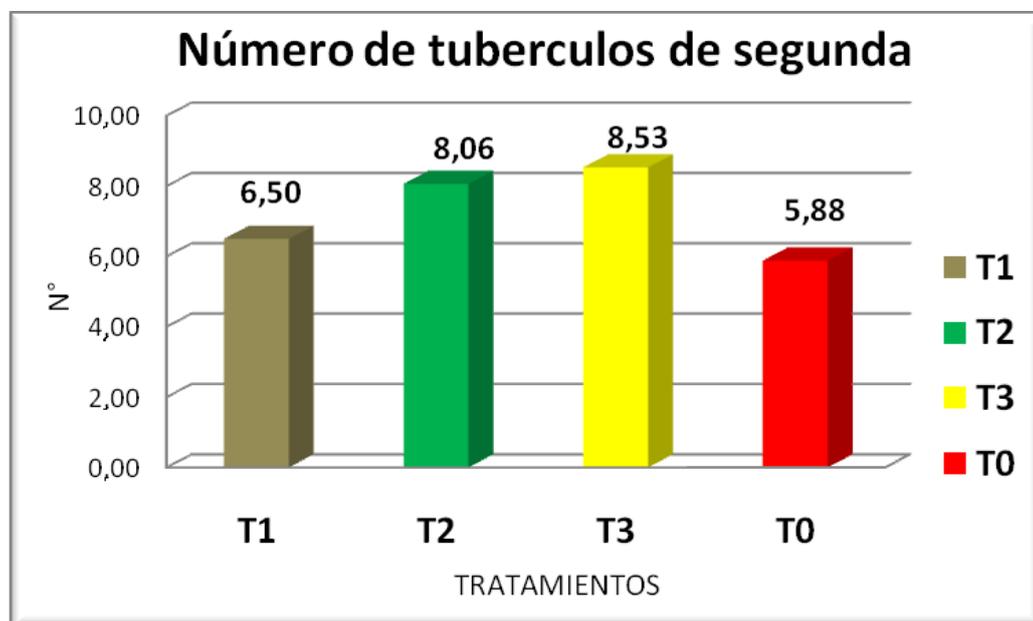
**Cuadro 11.** Prueba de significación de Duncan para número de tubérculos de segunda.

OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO N°	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1°	T3	8,53	a	a
2°	T2	8,06	a	a
3°	T1	6,50	b	a b
4°	T0	5,88	b	b

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 0,05 los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub> estadísticamente son iguales y superan a los demás tratamientos.

Al nivel del 0,01 los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>1</sub> estadísticamente son iguales, sin embargo, los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub> superan al tratamiento T<sub>0</sub> (testigo)

El mayor número de tubérculos lo obtuvieron los tratamientos T<sub>3</sub> con 8,53 y T<sub>2</sub> con 8,06 tubérculos por planta superando al testigo T<sub>0</sub> quien ocupó el último lugar con 5,88 tubérculos por planta.



**Fig. 07.** Número de tubérculos de segunda /planta.

#### 4.1.3. Numero de tubérculos de tercera por planta.

**Cuadro 12.** Análisis de Varianza para número de tubérculos de tercera.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	3,414	1,138	2,19 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Tratamiento	3	29,039	9,680	18,59**	3,86	6,99
Error	9	4,688	0,521			
Total	15	37,141				

C.V. = 5,97%

Sx: = 0,36

Los resultados respecto al número de tubérculos de tercera indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones

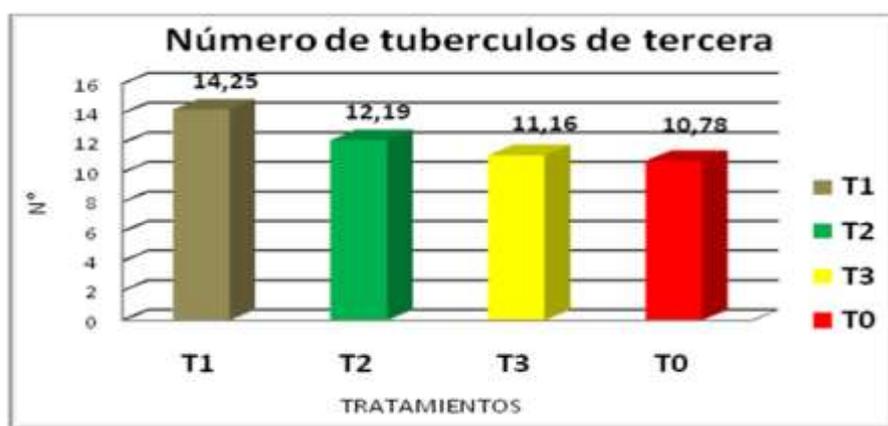
y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 5,97% y la desviación estándar (Sx) 0,36.

**Cuadro 13.** Prueba de significación de Duncan para número de tubérculos de tercera.

OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO N°	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1°	T1	14,25	a	a
2°	T2	12,19	b	b
3°	T3	11,16	b c	b
4°	T0	10,78	c	b

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde el tratamiento T<sub>1</sub> supera estadísticamente a los demás tratamientos en ambos niveles de significación.

El mayor número de tubérculos lo obtuvo el tratamiento T<sub>1</sub> con 14,25 tubérculos por planta superando al testigo T<sub>0</sub> quien ocupó el último lugar con 10,78 tubérculos por planta.



**Fig. 08.** Número de tubérculos de tercera /planta.

## 4.2. TAMAÑO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA.

Los resultados se indican en los anexos 4 al 6 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

### 4.2.1. Tamaño de tubérculos de primera por planta.

**Cuadro 14.** Análisis de Varianza para tamaño de tubérculos de primera.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	0,217	0,072	0,81 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Tratamiento	3	1,007	0,336	3,77 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Error	9	0,801	0,089			
Total	15	2,024				

C.V. = 4,02%

Sx = 0,15

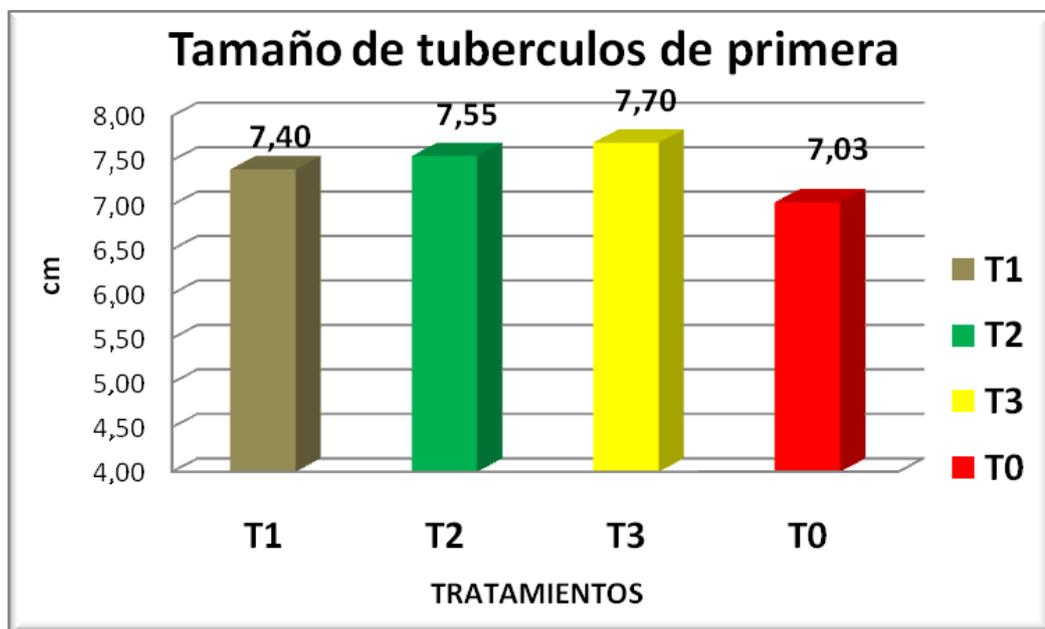
Los resultados respecto al tamaño de tubérculos de primera indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 4,02% y la desviación estándar (Sx) 0,15.

**Cuadro 15.** Prueba de significación de Duncan para tamaño de tubérculos de primera.

OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO cm.	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1°	T3	7,70	a	a
2°	T2	7,55	a	a
3°	T1	7,40	a	a
4°	T0	7,03	a	a

Los resultados respecto al tamaño de tubérculos de primera indican que no existe significación estadística en ambos niveles de significación.

El mayor tamaño lo alcanzó el tratamiento T<sub>3</sub> con 7,70 cm superando al testigo T<sub>0</sub> quien ocupó el último lugar con 7,03.



**Fig. 09.** Tamaño de tubérculos de primera.

#### 4.2.2. Tamaño de tubérculos de segunda por planta.

**Cuadro 16.** Análisis de Varianza para tamaño de tubérculos de segunda.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	0,522	0,174	0,524 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Tratamiento	3	1,022	0,341	1,025 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Error	9	2,993	0,333			
Total	15	4,537				

C.V. =10,05%

Sx: = 0,29

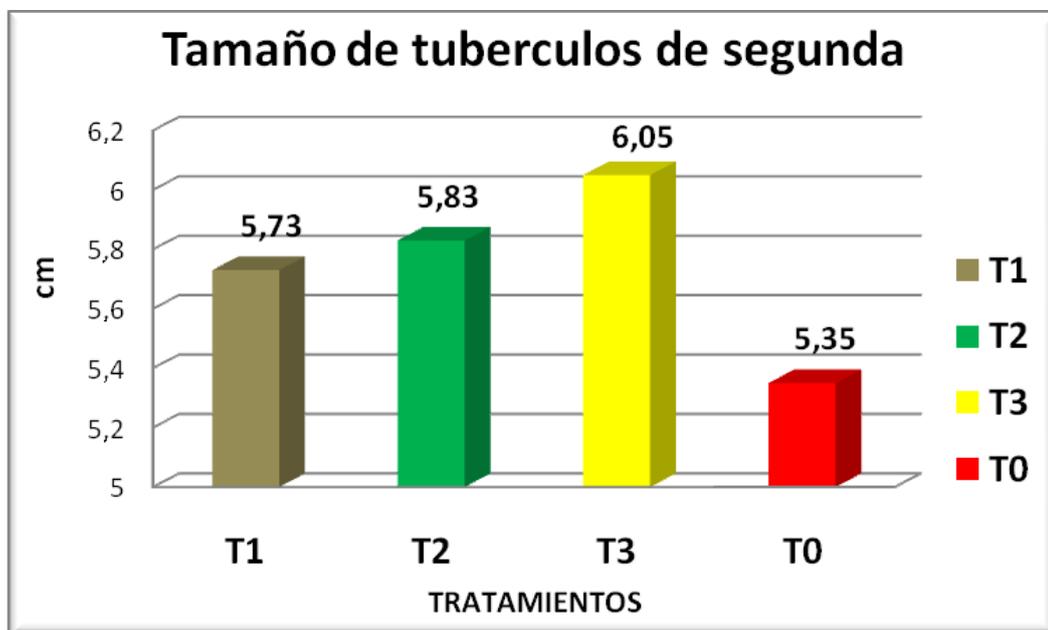
Los resultados respecto al tamaño de tubérculos de segunda indican que no existe significación estadística para las fuentes de variabilidad repeticiones y tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 10,05% y la desviación estándar (Sx) 0,29.

**Cuadro17.** Prueba de significación de Duncan para tamaño de tubérculos de segunda.

OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO cm.	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1°	T3	6,05	a	a
2°	T2	5,83	a	a
3°	T1	5,73	a	a
4°	T0	5,35	a	a

Los resultados respecto al tamaño de tubérculos de segunda indican que no existe significación estadística entre tratamientos en ambos niveles de significación.

El mayor tamaño lo alcanzó el tratamiento T<sub>3</sub> con 6,05 cm superando al testigo quien ocupó el último lugar con 5,35 cm.



**Fig. 10.** Tamaño de tubérculos de segunda.

### 4.2.3. Tamaño de tubérculos de tercera por planta.

**Cuadro 18.** Análisis de Varianza para tamaño de tubérculos de tercera.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	0,157	0,052	0,31 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Tratamiento	3	0,982	0,327	1,93 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Error	9	1,526	0,170			
Total	15	2,664				

C.V. =10,78%

Sx: = 0,21

Los resultados respecto al tamaño de tubérculos de tercera indican que no existe significación estadística para las fuentes de variabilidad repeticiones y tratamientos.

El coeficiente de variabilidad (CV) es 10,78% y la desviación estándar (Sx) 0,21.

**Cuadro 19.** Prueba de significación de Duncan para tamaño de tubérculos de tercera.

OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO cm.	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1°	T3	4,2	a	a
2°	T2	3,88	a	a
3°	T1	3,63	a	a
4°	T0	3,58	a	a

Los resultados respecto al tamaño de tubérculos de tercera indican que no existe significación estadística entre tratamientos en ambos niveles de significación.

El mayor promedio lo reportó el tratamiento T<sub>3</sub> con 4,2 cm superando al testigo quien ocupó el último lugar con 3,58.

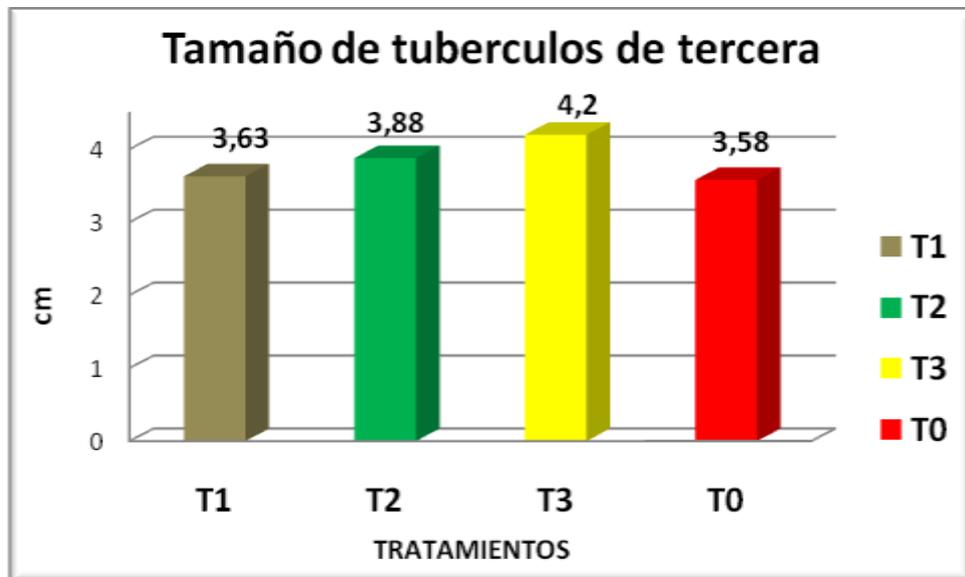


Fig. 11. Tamaño de tubérculos de tercera.

### 4.3. PESO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA.

Los resultados se indican en los anexos 7 al 9 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

#### 4.3.1. Peso de tubérculos de primera por planta.

**Cuadro 20.** Análisis de Varianza para peso de tubérculos de primera.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	0,023	0,008	1,23 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Tratamiento	3	0,753	0,251	39,38**	3,86	6,99
Error	9	0,057	0,006			
Total	15	0,834				

C.V. = 10,88%

Sx = 0,04

Los resultados respecto al peso de tubérculos por planta reportan que no existe significación para la fuente de variabilidad repeticiones y altamente significativo para tratamientos.

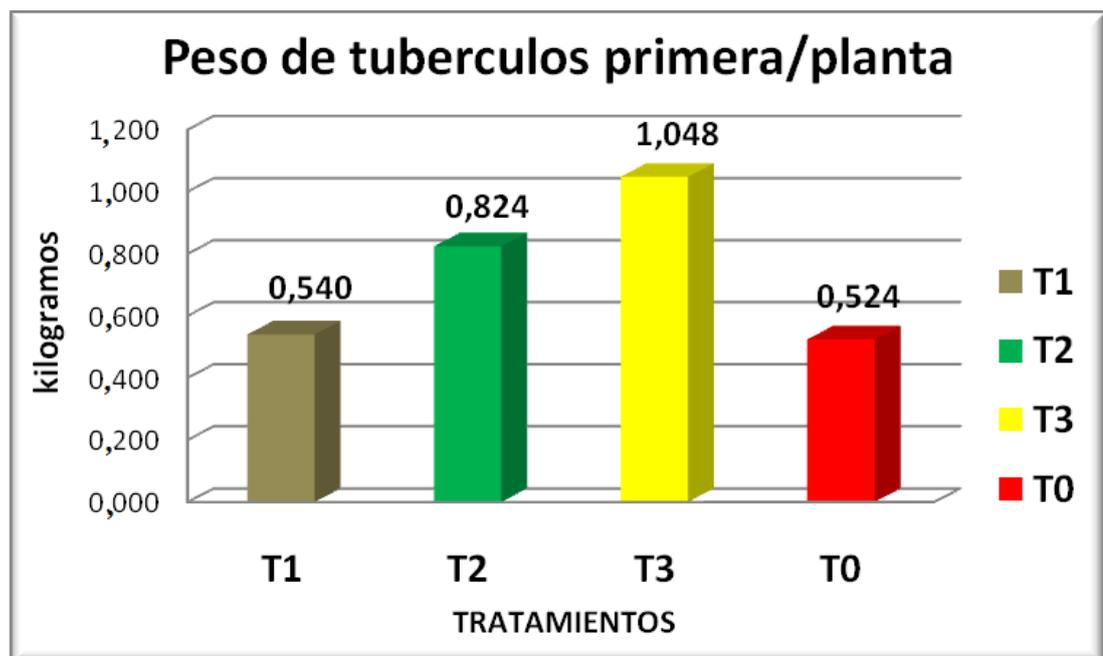
El coeficiente de variabilidad (CV) es 10,88% y la desviación estándar (Sx) 0,04.

**Cuadro 21.** Prueba de significación de Duncan para peso de tubérculos de primera.

OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO Kg.	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1°	T3	1,048	a	a
2°	T2	0,824	b	b
3°	T1	0,540	c	c
4°	T0	0,524	c	c

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde el tratamiento T<sub>3</sub> estadísticamente supera a los demás tratamientos en ambos niveles de significación.

El tratamiento T<sub>3</sub> ocupó el primer lugar con 1, 048 Kg, superando al testigo T<sub>0</sub> quien ocupó el último lugar con 0,524 Kg.



**Fig. 12.** Peso de tubérculos de primera /planta.

### 4.3.2. Peso de tubérculos de segunda por planta.

**Cuadro 22** Análisis de Varianza para peso de tubérculos de segunda.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	0,005	0,002	1,60 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Tratamiento	3	0,033	0,011	11,57**	3,86	6,99
Error	9	0,009	0,001			
Total	15	0,047				

C.V. = 7,27%

Sx: = 0,02

Los resultados respecto al peso de tubérculos de segunda indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y alta significación para tratamientos.

El coeficiente de variabilidad (CV) es 7,27% y la desviación estándar (Sx) 0,02.

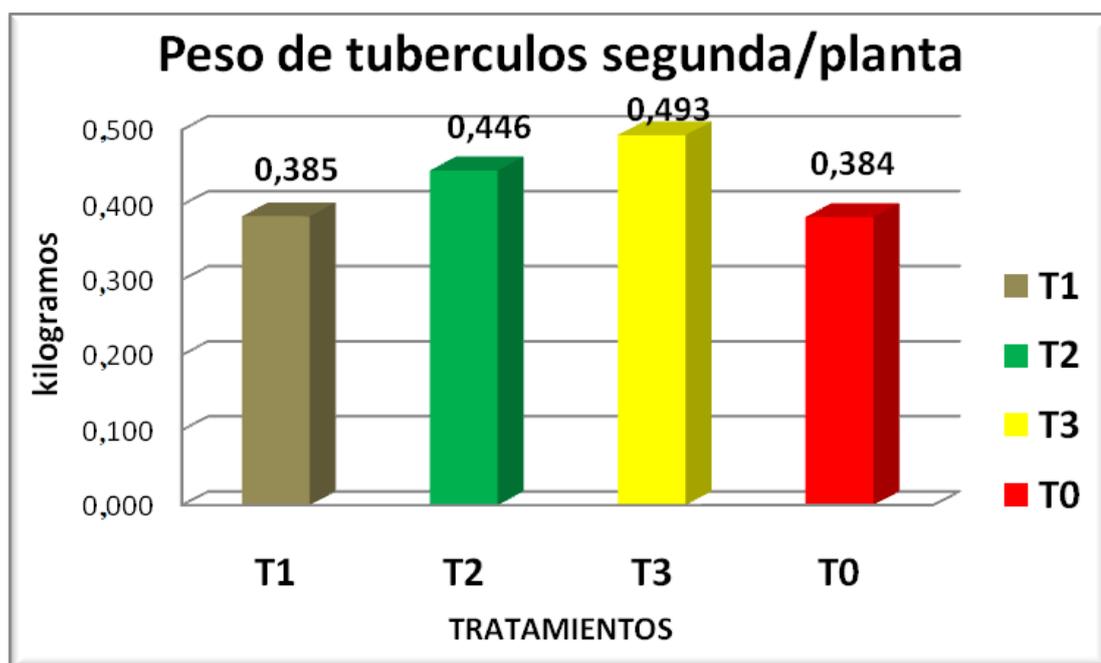
**Cuadro 23.** Prueba de significación de Duncan para peso de tubérculos de segunda.

OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO Kg.	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1°	T3	0,493	a	a
2°	T2	0,446	a	a b
3°	T1	0,385	b	b
4°	T0	0,384	b	b

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 0,05 de margen de error los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub> estadísticamente son iguales y superan a los demás tratamientos, al nivel del 0,01 de margen de error los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub>

estadísticamente son iguales sin embargo el tratamiento T<sub>3</sub> supera a los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>0</sub>.

El tratamiento T<sub>3</sub> ocupó el primer lugar con 0,493 Kg, superando al testigo T<sub>0</sub> quien ocupó el último lugar con 0,384 Kg.



**Fig. 13.** Peso de tubérculos de segunda /planta.

### 4.3.3. Peso de tubérculos de tercera por planta.

**Cuadro 24.** Análisis de Varianza para peso de tubérculos de tercera.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	0,011	0,004	2,20 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Tratamiento	3	0,074	0,025	14,30**	3,86	6,99
Error	9	0,015	0,002			
Total	15	0,101				

C.V. 8,54%

Sx 0,02

Los resultados respecto al peso de tubérculos de tercera indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y altamente significativo para tratamientos.

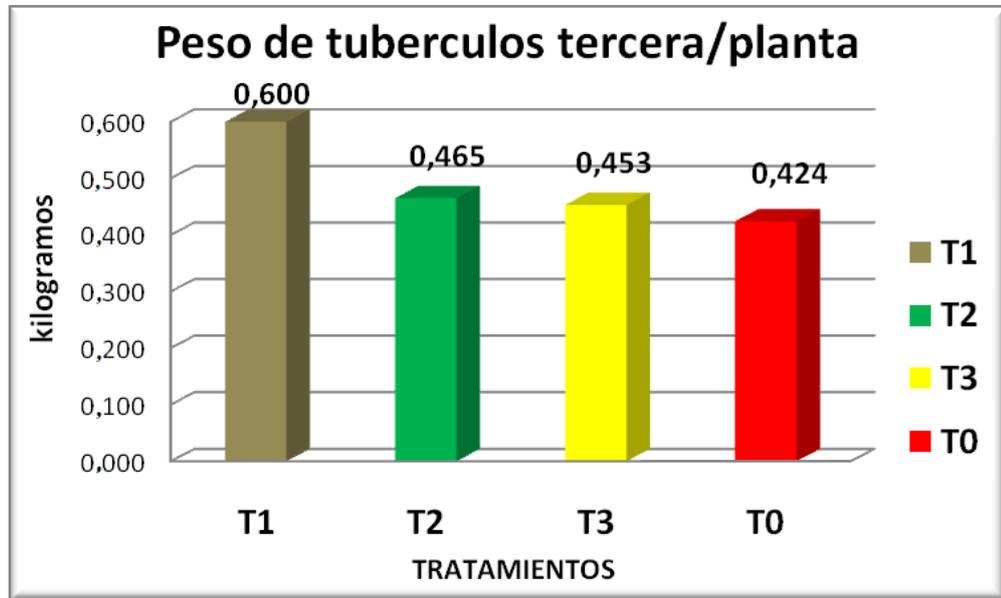
El coeficiente de variabilidad (CV) es 8,54% y la desviación estándar (Sx) 0,02.

**Cuadro 25.** Prueba de significación de Duncan para peso de tubérculos de tercera.

OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO Kg.	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1°	T1	0,600	a	a
2°	T2	0,465	b	b
3°	T3	0,453	b	b
4°	T0	0,424	b	b

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde el tratamiento T<sub>1</sub> estadísticamente supera a los demás tratamientos en ambos niveles de significación.

El tratamiento T<sub>1</sub> ocupó el primer lugar en orden de mérito con 0,600Kg, superando al testigo T<sub>0</sub> quien ocupó el último lugar con 0,424Kg.



**Fig. 14.** Peso de tubérculos de tercera /planta.

#### 4.4. RENDIMIENTO POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL.

Los resultados se indican en los anexos 10 al 12 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

##### 4.4.1. Rendimiento papa de primera por área neta experimental.

**Cuadro 26.** Análisis de Varianza para rendimiento de tubérculos de primera por área neta experimental.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	1,502	0,501	1,23 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Tratamiento	3	48,174	16,058	39,38**	3,86	6,99
Error	9	3,670	0,408			
Total	15	53,346				

C.V. = 10,88%

Sx: = 0,32

Los resultados respecto al peso de tubérculos de primera indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y alta significación para tratamientos.

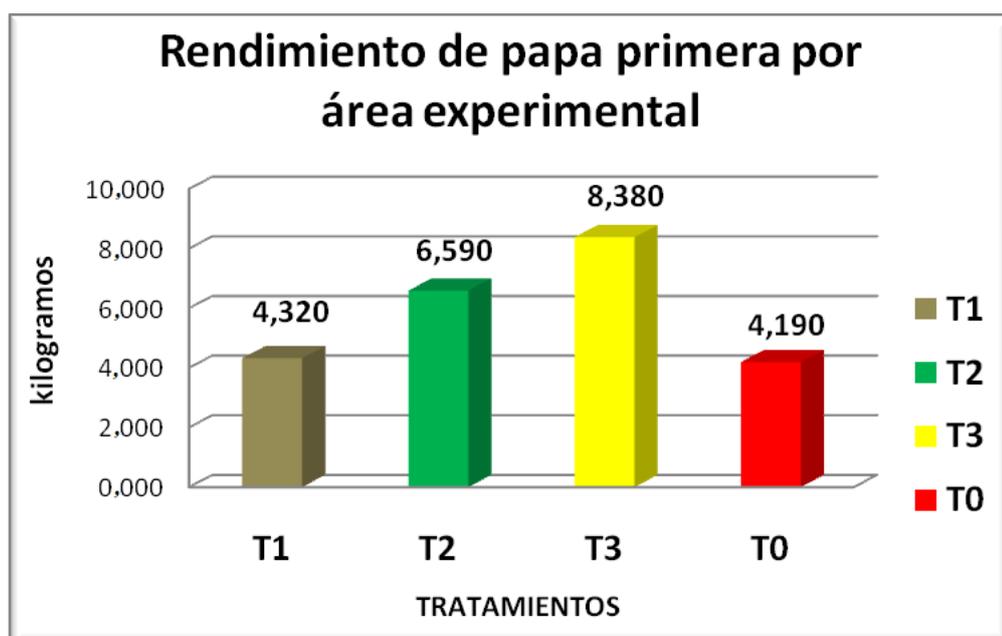
El coeficiente de variabilidad (CV) es 10,88% y la desviación estándar (Sx) 0,32.

**Cuadro 27** Prueba de significación de Duncan para rendimiento de tubérculos de primera por área neta experimental.

OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO Kg.	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1°	T3	8,380	a	a
2°	T2	6,590	b	b
3°	T1	4,320	c	c
4°	T0	4,190	c	c

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde el tratamiento T<sub>3</sub> supera estadísticamente de los demás tratamientos en ambos niveles de significación.

El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento T<sub>3</sub> con 8,380 kilos superando al testigo T<sub>0</sub> quien ocupó el último lugar con 4,190 Kg.



**Fig. 15.** Rendimiento de papa de primera por área neta experimental.

#### 4.4.2. Rendimiento papa de segunda por área neta experimental.

**Cuadro 28.** Análisis de Varianza para rendimiento de tubérculos de segunda por área neta experimental.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	0,295	0,098	1,60 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Tratamiento	3	2,140	0,713	11,57**	3,86	6,99
Error	9	0,555	0,062			
Total	15	2,991				

C.V. = 7,27%

Sx: = 0,12

Los resultados respecto al rendimiento de tubérculos de segunda por área neta experimental indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y alta significación para tratamientos.

El coeficiente de variabilidad (CV) es 7,27% y la desviación estándar (Sx) 0,12.

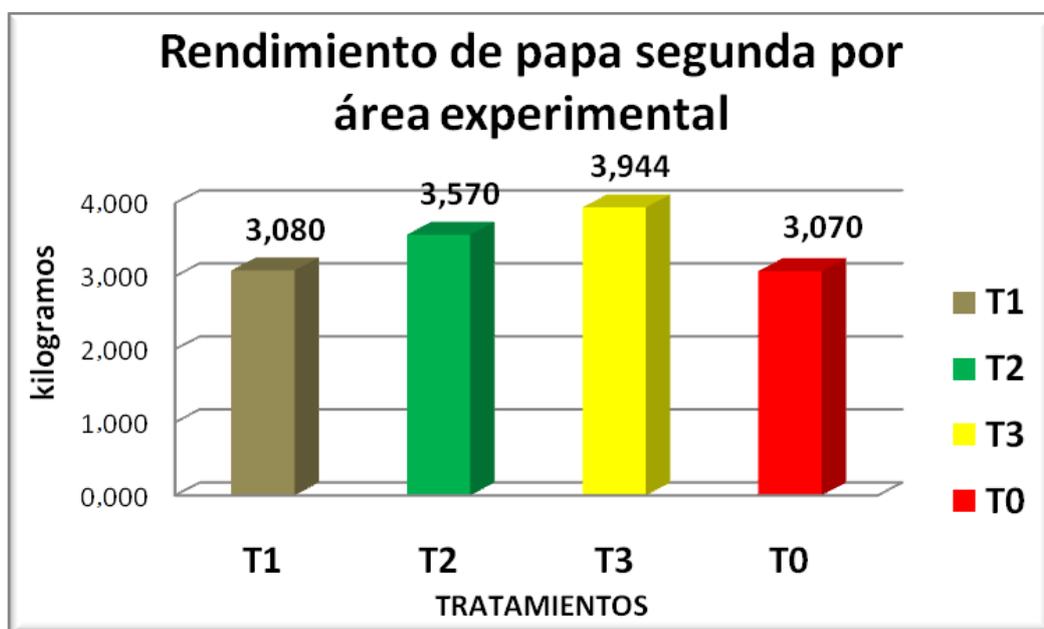
**Cuadro 29.** Prueba de significación de Duncan para rendimiento de tubérculos de segunda por área neta experimental.

OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO Kg.	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1°	T3	3,944	a	a
2°	T2	3,570	a	a b
3°	T1	3,080	b	b
4°	T0	3,070	b	b

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 0,05 de margen de error los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub> estadísticamente son iguales y superan a los demás tratamientos.

Al nivel del 0,01 de margen de error los tratamientos  $T_3$  y  $T_2$  estadísticamente son iguales, donde el tratamiento  $T_3$  supera a los tratamientos  $T_1$  y  $T_0$ .

El mayor promedio en rendimiento lo obtuvo el tratamiento  $T_3$  con 3,944 Kg. por área neta experimental superando al testigo  $T_0$  quien ocupó el último lugar con 3,070 Kg.



**Fig. 16.** Rendimiento de papa de segunda por área neta experimental.

#### 4.4.3. Rendimiento papa de tercera por área neta experimental.

**Cuadro 30.** Análisis de Varianza para rendimiento de tubérculos de tercera por área neta experimental.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	0,725	0,242	2,20 <sup>ns.</sup>	3,86	6,99
Tratamiento	3	4,719	1,573	14,30**	3,86	6,99
Error	9	0,990	0,110			
Total	15	6,433				

C.V. =8,54%

Sx: = 0,17

Los resultados respecto al rendimiento de tubérculos de tercera por área neta experimental indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y alta significación para tratamientos.

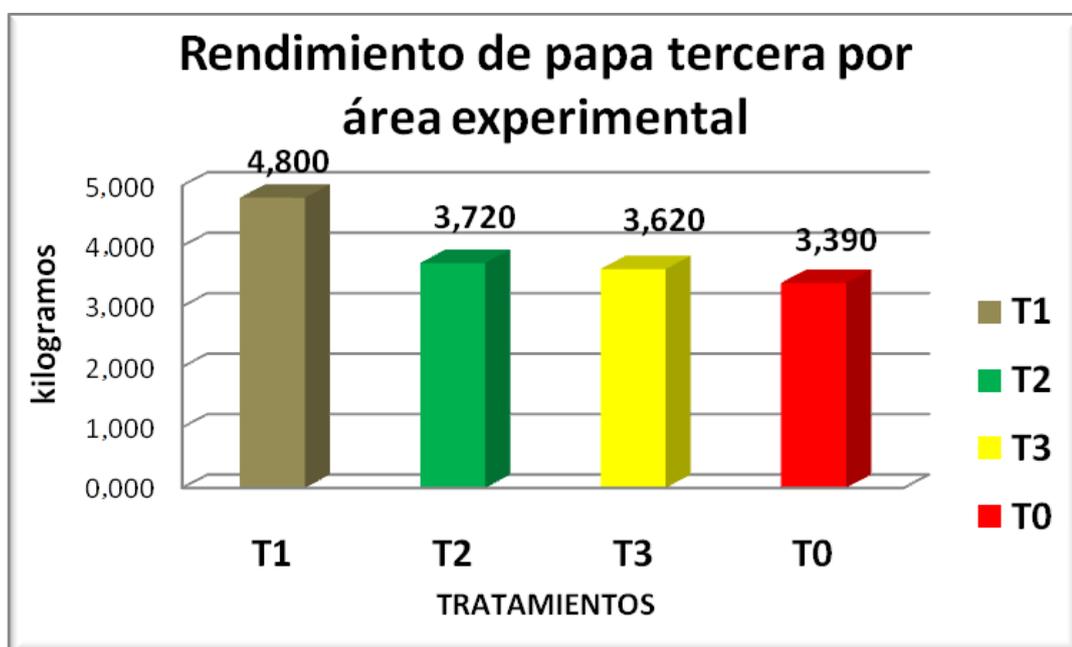
El coeficiente de variabilidad (CV) es 8,54% y la desviación estándar (Sx) 0,17.

**Cuadro 31.** Prueba de significación de Duncan para rendimiento de tubérculos de tercera por área neta experimental.

OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO Kg.	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1°	T1	4,800	a	a
2°	T2	3,720	b	b
3°	T3	3,620	b	b
4°	T0	3,390	b	b

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde el tratamiento T<sub>1</sub> estadísticamente supera a los demás tratamientos en ambos niveles de significación.

El mayor promedio en el rendimiento lo obtuvo el tratamiento T<sub>1</sub> con 4,800 Kg., por área neta experimental superando al testigo quien ocupó el último lugar con 3,390 Kg.



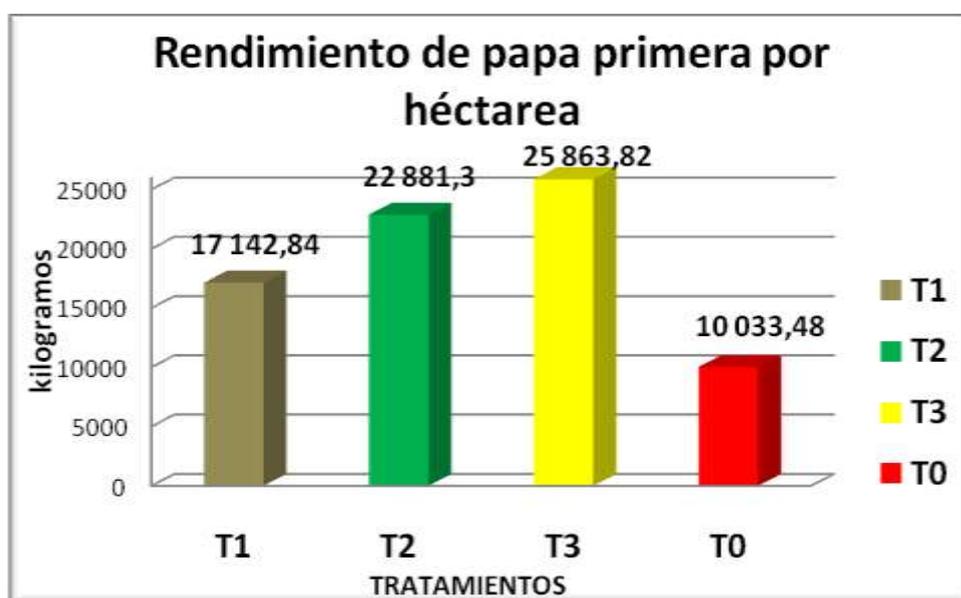
**Fig.17.** Rendimiento de papa de tercera por área neta experimental.

#### 4.5. RENDIMIENTO POR HECTÁREA.

Los resultados se indican en los anexos 13 al 15 donde se presentan los promedios obtenidos.

**Cuadro 32. Rendimiento papa de primera por hectárea.**

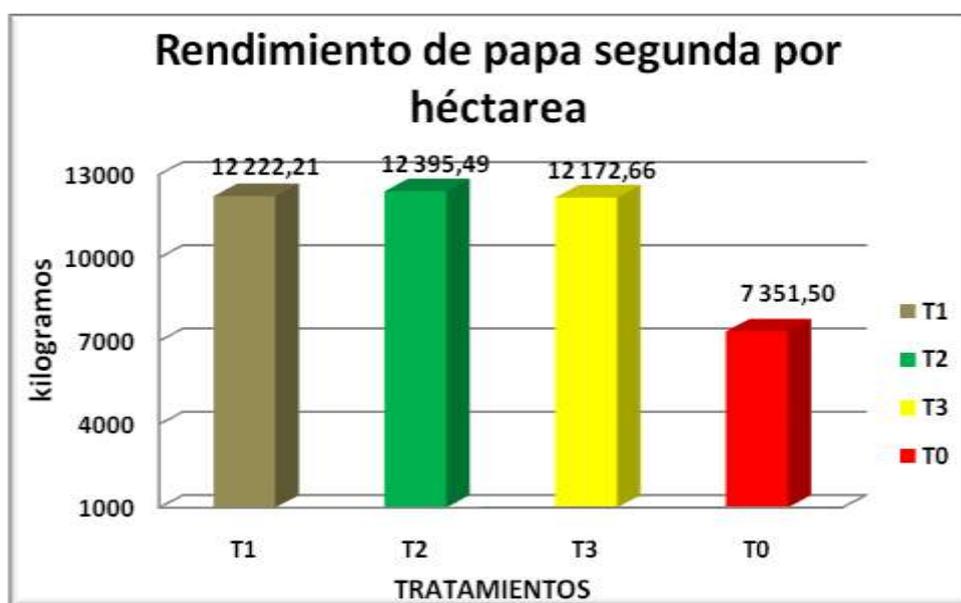
OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO Kg/ha
1°	T3	25 863,82
2°	T2	22 881,30
3°	T1	17 142,84
4°	T0	10 033,48



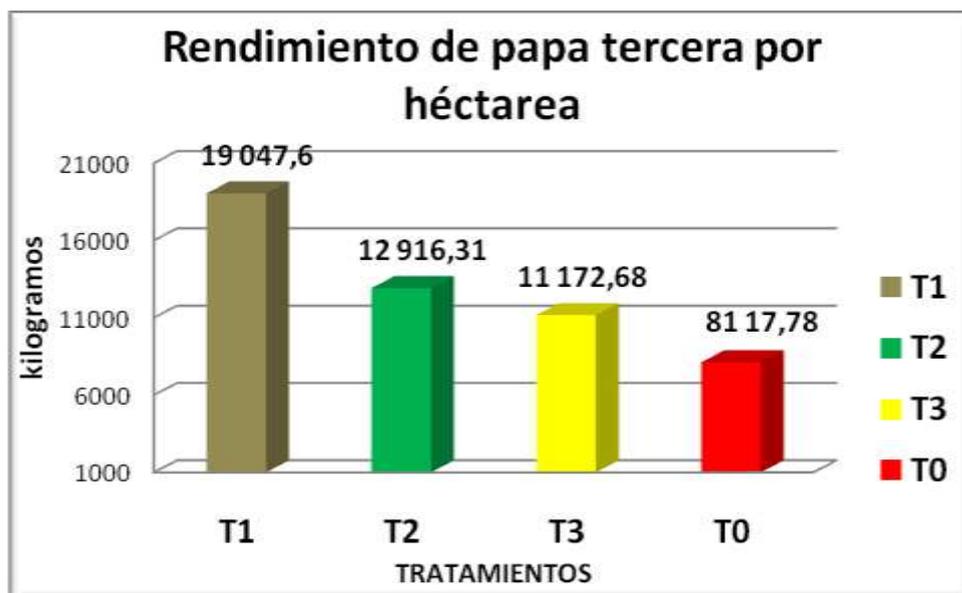
**Fig.18.** Rendimiento de papa de primera por hectárea.

**Cuadro 33. Rendimiento papa de segunda por hectárea.**

OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO Kg/ha
1°	T2	12 395,49
2°	T1	12 222,21
3°	T3	12 172,66
4°	T0	7 351,50

**Fig.19.** Rendimiento de papa de segunda por hectárea.**Cuadro 34. Rendimiento papa de tercera por hectárea.**

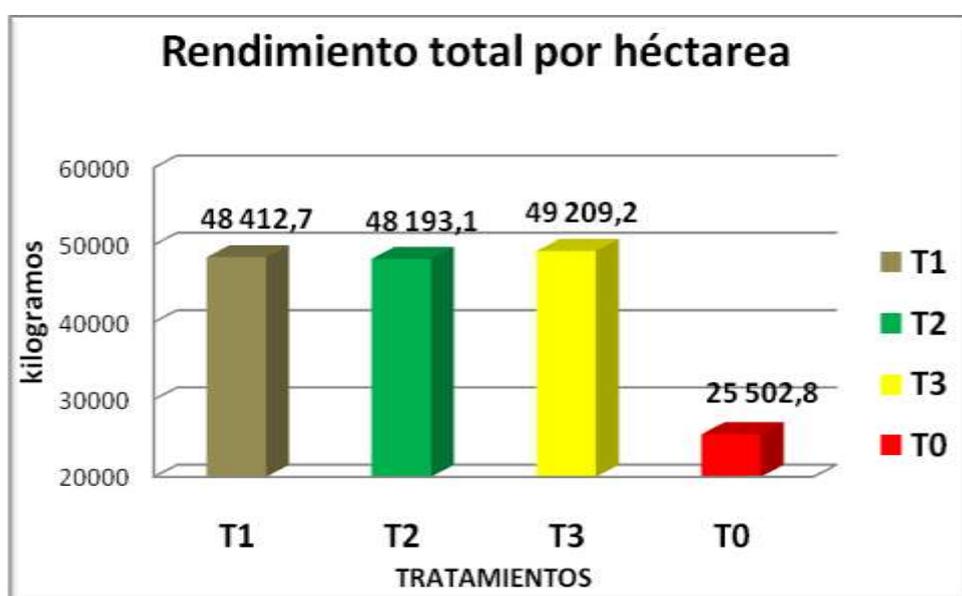
OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO Kg/ha
1°	T1	19 047,60
2°	T2	12 916,31
3°	T3	11 172,68
4°	T0	8 117,78



**Fig.20.** Rendimiento de papa de tercera por hectárea.

**Cuadro 35.** Rendimiento total por hectárea.

OM	TRATAMIENTO	PROMEDIO Kg/ha
1°	T1	48 412,7
2°	T2	48 193,1
3°	T3	49 209,2
4°	T0	25 502,8



**Fig.21.** Rendimiento total por hectárea.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA.

Los resultados indican que existen diferencias estadísticas significativas en tubérculos de primera, segunda y tercera. Donde el tratamiento T<sub>3</sub> (Distanciamientos de 0,90 x 0,45) reportó 8,22 tubérculos de primera y 8,53 tubérculos de segunda superando a los demás tratamientos. El tratamiento T<sub>1</sub> (Distanciamientos 0,90 x 0,35) reportó 14,25 tubérculos de tercera superando a los demás tratamientos.

Resultados que superan a lo reportado por Vega (2010) con la densidad de siembra 0,90 x 0,40 metros entre surcos y golpes el mejor rendimiento fue de 8 tubérculos de primera, 8,25 tubérculos de segunda y 14 tubérculos de tercera.

De igual forma supera a lo reportado por López (2010) quien obtuvo con la densidad de siembra 0,90 x 0,40 metros 7,75 tubérculos de primera y de tercera con 9,75, pero fueron superados en tubérculos de segunda con 10,25.

## **5.2. TAMAÑO DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA.**

Los resultados indican que el tratamiento T<sub>3</sub> (distanciamientos 0,90 x 0,45) los mejores resultados promedios fueron de 7,70 cm, 6,05 cm y 4,2 cm. de tubérculos de primera, segunda y tercera respectivamente.

Resultados que fueron superados por Vega (2010) quien reporta 13,05 cm, 6,68 y 4,88 cm, de primera, segunda y tercera respectivamente, sin embargo, similares a lo reportado por López (2010) quien obtuvo 7,75, 5,95 y 4,425 cm de tubérculos de primera, segunda y tercera respectivamente.

Ello indica el efecto de la Densidad de siembra que menciona **Instituto Nacional de Investigación Agraria –INIA- (1995)** que la distancia de siembra depende de la variedad de papa, las condiciones de crecimiento y el tamaño deseado del tubérculo. A mayor densidad del cultivo, menos será el tamaño de los tubérculos cosechados. Generalmente, para la producción de tubérculos – semilla se recomienda una mayor densidad de tallos que para la producción de papa consumo.

## **5.3. PESO DE TUBÉRCULOS.**

Los resultados indican que el tratamiento T<sub>3</sub> (Distanciamientos 0,90 x 0,45) reportó 1,048 kg/planta de tubérculos de primera; y 0,493 Kg./planta de tubérculos de segunda y el tratamiento T<sub>1</sub> (distanciamientos 0,90 x 0,35) reportó 0,600 kg/planta de tubérculos de tercera por planta.

Resultados que al ser transformados a hectárea tenemos T<sub>3</sub> con 25 863,82 kg/ha de tubérculos de primera, T<sub>2</sub> quien reportó 12 395,49 Kg/ha de tubérculos de segunda y el tratamiento T<sub>1</sub> con 19 047,60 Kg/ha de tubérculos de tercera.

Resultados que es superado por León (1988) en trabajo de fertilización quien obtuvo 30,455 Tm/ha de primera, y ligeramente inferior a lo reportado por Vega (2010) para tubérculos de primera quien obtuvo 27 603,4 kg/ha, pero superior en tubérculos de segunda y tercera quien obtuvo 10 069,2 y 9 652,7 kg/ha.

De igual forma fueron superados por López (2010) con la densidad de siembra 0,90 x 0,40 con 28 645,67 kg/ha, de tubérculos de primera y tercera quien obtuvo 9 374,74 kg/ha; pero superan en el rendimiento de tubérculos de segunda quien obtuvo 9 687,23.

## CONCLUSIONES

1. El tamaño y peso de tubérculos de primera y segunda los mejores resultados fueron obtenidos con el tratamiento T<sub>3</sub> (Distanciamientos de 0,90 x 0,45) y para peso de tubérculos de tercera los mejores resultados obtenidos es con el tratamiento T<sub>1</sub> (Distanciamientos de 0,90 x 0,35).
2. El mayor número y peso de tubérculos de tercera se obtuvieron con el tratamiento T<sub>1</sub> (Distanciamientos de 0,90 x 0,35) densidad de siembra 31 746 plantas/ha.
3. El mejor rendimiento por hectárea de tubérculos de primera fue obtenido con el tratamiento T<sub>3</sub> (Distanciamientos de 0,90 x 0,45 m. densidad baja) con 25 863.82 kg/ha, en papa de segunda el mejor rendimiento lo obtuvo el tratamiento T<sub>2</sub> (Distanciamientos de 0,90 x 0,40 m. densidad media) con 12 395.49 kg/ha, y en papa de tercera el mejor rendimiento con el tratamiento T<sub>3</sub> (densidad alta 0,90 x 0,35 m.) con rendimiento de 19 047.6 kg/ha.

## RECOMENDACIONES

1. Los estudiantes de la EAP. De Agronomía sección Huacrachuco realicen ensayos con abonamiento y diferentes épocas de siembra, con la densidad de siembra de 24 691 plantas/ha (distanciamientos de 0,90m x 0,45 m) para determinar el efecto en el rendimiento del cultivo de la papa variedad Canchán, en condiciones agroecológicas diferentes.
2. A los agricultores de la provincia de Marañón utilizar la densidad de siembra de 24 691 plantas/ha (distanciamientos de 0,90 m x 0,45 m) para la obtención de mejores rendimientos.
3. Estimar el costo económico y su efecto en la rentabilidad económica del cultivo de la papa.

## LITERATURA CITADA

1. Alva, C. H. 1970. Efecto de la cantidad de agua de riego, sobre el rendimiento de papa. Tesis para optar título Ing. Agr. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco. 59 p.
2. Álvarez, M. M. 2002. Oportunidades para el desarrollo de productos de papas nativas en el Perú.
3. Bákula, M. 1966. "Estudio de rendimiento y ritmo de tuberización de Híbridos y variedades de papa en la sierra y costa. Tesis para optar título Ing. Agr. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco. 115p.
4. 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.
5. Bonierbale W. 2001. Perspectivas de papa para la industrialización en la sierra del Perú. INIPA. Lima - Perú. 45 p.
6. Brack, A. 1999. Brack A. 1999. Diccionario Enciclopédico de plantas útiles del Perú. Cusco - Perú. 507 p.ç
7. Caceres, E. 1980. Producción de hortalizas. San José, Costa Rica. IICA. 300 p.
8. Cahuana Q. Densidad de siembra de la papa. (en línea) (consulta diciembre del 2007). Disponible en: [http://www.inia.gob.pe/boletin/bcit/boletin0004/cultivo\\_nac\\_illpa\\_papa.htm](http://www.inia.gob.pe/boletin/bcit/boletin0004/cultivo_nac_illpa_papa.htm)

9. Calai R. 2001. Manejo Agronómico de la Papa, experiencia Chilena. Primer festival y Conferencia Internacional de la Papa. Santiago – Chile. 180 p.
10. Cardenas Á. R. 1997. La Producción y Consumo de Papa. Ed., Mc Graw Will. 356 p.
11. Centro Internacional de la Papa –CIP- 1998. La papa en cifras.
12. Cortbaoui. R. 1988. Centro Internacional de la papa. 1988. Siembra de papa. Boletín de Información Técnica No. 11. 2da ed. Lima Perú. 17 p.
13. Christian S. R. 2003 Cultivo y comercialización de la papa. Perú. Edit. SERVILIBROS. 135 p.
14. Christiansen, E. J. 1967. El cultivo de la Papa en el Perú. Ed. Jurídica. Lima. 351 p.
15. Domínguez, A. 1984. Tratado de fertilización. Madrid, España, Mundi Prensa. 585 p.
16. Espinar 1998. Espinar De La Torre O. 1998. El origen de la Papa Tomado de Mitos del Antiguo Perú. Editorial San Marcos. Lima – Perú.
17. Egusquiza. R. (2010). Curso técnico de producción de papa. Manejo agronómico del cultivo. Universidad nacional Agraria la Molina.

Gestiones Rurales. [Http://barrioperu.com.pe/guía\\_agrariageru@terra.com.pe](http://barrioperu.com.pe/guía_agrariageru@terra.com.pe). Terra.

18. García 1994. García, J. A. 1994. "Estrategias campesinas en el manejo de la biodiversidad de papas nativas en comunidades de Perú.
19. Gentry B. 1991. Enciclopedia de Plantas Silvestres Oriundas de México. UNAMEX. CHIAPAS. 73 p.
20. Huaman Z. 1983. Agricultura Andina y los Cultivos Silvestres. La Paz – Bolivia. 286 p.
21. INIA 1995. Papa. Serie de Compendio de Información Técnica. R.I. N 1-95. 237 p.
22. Incagro. 2002. Modernización de la Agricultura peruana: La visión Regional en Debate. Áreas agrícolas. Vol. I. Lima-Perú. 35 p.
23. León, J. 1988. "Respuesta a diferentes dosis de fertilización completa en papa: Variedad Yungay en Yanahuanca Pasco". Tesis para optar título Ing. Agr. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco. 92 p.
24. López. 2010. Efecto de la fertilización en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad canchán INIAA en condiciones agroecológicas de Huacrachuco Marañón. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco Perú.

25. Mayer, M. 2001. Variabilidad Genética de la papa. Revista informativa del INIA. Vol. 2. Estación experimental Puno-Perú. 40 p.
26. Moya M., J. F. 1987. Efecto de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno en el proceso de tuberación en la papa (*Solanumtuberosum* L.) en un suelo de sabana del estado Monagas. Trabajo de Grado para Ingeniero Agrónomo. Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. 70 p.
27. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2003. Productos Alimenticios más consumidos en el Mundo.
28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 1996. "Código Internacional de conducta para la recolección y transferencia de germoplasma vegetal". Organismo de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Italia. 84 p.
29. Pereyra C. J 2003. Cultivo y comercialización de hortalizas. Perú. Edit. RIPALME E.I.R.L. 165 p.
30. RED ESCOLAR - CONCITEC, 2005. La alimentación a base de papa y sus derivados. Lima – Perú. 40p.

31. Roca W, 1998. El Origen de las Papas Cultivadas. Revista del Banco Genético del CIP. 120 p.
32. Vasquez. A, V. 1988. Mejoramiento Genético de la Papa. CONCYTEC. 1° Ed. 208 p.
33. Vega. 2010. Efecto del manejo fisionutricional en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad canchán INIAA en condiciones agroecológicas de Huacrachuco Marañón. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco Perú.
34. Vidal, S.A. Siembra de Tres Tamaños de Semilla de Papa con Diferente Densidad de Brotes en una Localidad del Valle del Mantaro. Tesis para optar el Título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 1994. 60 p.
35. Weirsema, S. G. Efecto de la densidad de tallos sobre la producción de papa. Boletín de información técnica CIP, Lima. No. 11 - 6. 1987. WYSE, R. p. 50.

**PAGINAS WEB.**

1. En Internet. Cultivo de papa [en línea]. [Consulta noviembre 2009].  
Disponible en : <http://www.agroancash.com/public/index.htm>
2. En Internet. Cultivo de papa [en línea]. [Consulta diciembre 2009].  
Disponible en: <http://www.slhfarm.com/papaguia.html>.
3. En Internet. Cultivo de papa [en línea]. [Consulta diciembre 2009].  
Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/propapa/actpap/16/.htm>

ANEXO

**Anexo 1 NÚMERO DE TUBERCULOS DE PRIMERA**

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM trat x
	I	II	III	IV		
T1	5,5	6,375	6	5,125	23	5,750
T2	6	7	7,125	8	28,125	7,031
T3	8,25	9,125	7	8,5	32,875	8,219
T0	5,125	5,125	5	6,375	21,625	5,406
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>	24,875	27,625	25,125	28	105,625	
PROMEDIO BLOQUES	6,219	6,906	6,281	7,000		<b>6,602</b>

**Anexo 2 NÚMERO DE TUBERCULOS DE SEGUNDA**

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM. trat x
	I	II	III	IV		
T1	6,125	6,375	6,5	7	26	6,5
T2	8,375	7,5	9	7,375	32,25	8,0625
T3	8,5	10	8,125	7,5	34,125	8,531
T0	5,5	5,375	6,125	6,5	23,5	5,875
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>	28,5	29,25	29,75	28,375	115,875	
PROMEDIO BLOQUES	7,125	7,313	7,438	7,094		<b>7,242</b>

**Anexo 3 NÚMERO DE TUBERCULOS DE TERCERA**

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM trat x
	I	II	III	IV		
T1	14,125	13,375	15,125	14,375	57	14,25
T2	11,125	12,5	12,13	13	48,75	12,19
T3	11	10,125	12,375	11,125	44,625	11,16
T0	11,5	10	11,5	10,125	43,125	10,78
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>	47,75	46	51,125	48,625	193,5	
PROMEDIO BLOQUES	11,938	11,5	12,781	12,156		<b>12,094</b>

#### Anexo 4 TAMAÑO DE TUBERCULOS DE PRIMERA

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM trat X
	I	II	III	IV		
T1	7,5	7,6	6,9	7,6	29,6	7,4
T2	7,6	7,6	7,9	7,1	30,2	7,55
T3	7,8	7,7	7,4	7,9	30,8	7,700
T0	7,4	6,9	6,8	7,0	28,1	7,025
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>	30,3	29,8	29	29,6	118,7	
PROMEDIO BLOQUES	7,575	7,45	7,25	7,4		<b>7,419</b>

#### Anexo 5 TAMAÑO DE TUBERCULOS DE SEGUNDA

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM. trat X
	I	II	III	IV		
T1	5,5	6,1	5,9	5,4	22,9	5,725
T2	5,9	5,3	5,7	6,4	23,3	5,825
T3	6,5	6,3	5,9	5,5	24,2	6,050
T0	5,5	4,5	6,4	5,0	21,4	5,35
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>	23,4	22,2	23,9	22,3	91,8	
PROMEDIO BLOQUES	5,85	5,55	5,975	5,575		<b>5,738</b>

#### Anexo 6 TAMAÑO DE TUBERCULOS DE TERCERA

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM. trat X
	I	II	III	IV		
T1	4,0	3,8	3,1	3,6	14,5	3,625
T2	3,9	4,0	3,5	4,1	15,5	3,875
T3	4,5	4,3	4,5	3,5	16,8	4,200
T0	3,1	3,7	3,9	3,6	14,3	3,575
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>	15,5	15,8	15	14,8	61,1	
PROMEDIO BLOQUES	3,875	3,95	3,75	3,7		<b>3,819</b>

**Anexo 7 PESO DE TUBERCULOS DE PRIMERA**

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM trat X
	I	II	III	IV		
T1	0,510	0,565	0,635	0,450	2,16	0,540
T2	0,650	0,855	0,895	0,895	3,295	0,824
T3	1,025	1,100	1,015	1,050	4,19	1,048
T0	0,485	0,490	0,485	0,635	2,095	0,524
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>	2,670	3,010	3,030	3,030	11,740	
PROMEDIO BLOQUES	0,668	0,753	0,758	0,758		<b>0,734</b>

**Anexo 8 PESO DE TUBERCULOS DE SEGUNDA**

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM trat X
	I	II	III	IV		
T1	0,420	0,355	0,415	0,350	1,540	0,385
T2	0,485	0,435	0,440	0,425	1,785	0,446
T3	0,450	0,515	0,512	0,495	1,972	0,493
T0	0,380	0,395	0,425	0,335	1,535	0,384
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>	1,735	1,700	1,792	1,605	6,832	
PROMEDIO BLOQUES	0,4338	0,425	0,448	0,4013		<b>0,427</b>

**Anexo 9 PESO DE TUBERCULOS DE TERCERA**

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM trat X
	I	II	III	IV		
T1	0,600	0,500	0,715	0,585	2,400	0,600
T2	0,450	0,450	0,465	0,495	1,860	0,465
T3	0,445	0,425	0,475	0,465	1,810	0,453
T0	0,435	0,415	0,435	0,410	1,695	0,424
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>	1,930	1,790	2,090	1,955	7,765	
PROMEDIO BLOQUES	0,4825	0,448	0,5225	0,4888		<b>0,485</b>

**Anexo 10 RENDIMIENTO PAPA PRIMERA POR ÁREA EXPERIMENTAL**

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM trat X
	I	II	III	IV		
T1	4,080	4,520	5,080	3,600	17,280	4,320
T2	5,200	6,840	7,160	7,160	26,360	6,590
T3	8,200	8,800	8,120	8,400	33,520	8,380
T0	3,880	3,920	3,880	5,080	16,760	4,190
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>	21,360	24,080	24,240	24,240	93,920	
PROMEDIO BLOQUES	5,340	6,020	6,060	6,060		<b>5,870</b>

**Anexo 11 RENDIMIENTO PAPA SEGUNDA POR ÁREA EXPERIMENTAL**

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM trat X
	I	II	III	IV		
T1	3,360	2,840	3,320	2,800	12,320	3,080
T2	3,880	3,480	3,520	3,400	14,280	3,570
T3	3,600	4,120	4,096	3,960	15,776	3,944
T0	3,040	3,160	3,400	2,680	12,280	3,070
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>	13,880	13,600	14,336	12,840	54,656	
PROMEDIO BLOQUES	3,470	3,400	3,584	3,210		<b>3,416</b>

**Anexo 12 RENDIMIENTO PAPA TERCERA POR ÁREA EXPERIMENTAL**

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM trat X
	I	II	III	IV		
T1	4,800	4,000	5,720	4,680	19,200	4,800
T2	3,600	3,600	3,720	3,960	14,880	3,720
T3	3,560	3,400	3,800	3,720	14,480	3,620
T0	3,480	3,320	3,480	3,280	13,560	3,390
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>	15,440	14,320	16,720	15,640	62,120	
PROMEDIO BLOQUES	3,860	3,580	4,180	3,910		<b>3,883</b>

**Anexo 13 RENDIMIENTO/ HECTÁREA PAPA DE PRIMERA**

TRAT.	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM Trat. X
	I	II	III	IV		
T1	16190,5	17936,5	20158,7	14285,7	68571,4	17142,8
T2	18055,1	23749,3	24860,4	24860,4	91525,2	22881,3
T3	25308,3	27160,1	25061,4	25925,6	103455,3	25863,8
T0	9291,1	9386,9	9291,1	12164,7	40133,9	10033,5
<b>(E X j)</b>	68844,9	78232,9	79371,6	77236,4	303685,8	
X BLOQUES	17211,2	19558,2	19842,9	19309,1		<b>18980,4</b>

**Anexo 14 RENDIMIENTO/ HECTÁREA PAPA DE SEGUNDA**

TRAT.	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM Trat. X
	I	II	III	IV		
T1	13333,3	11269,8	13174,6	11111,1	48888,8	12222,2
T2	13471,8	12083,0	12221,9	11805,2	49581,9	12395,5
T3	11111,0	12715,9	12641,8	12222,0	48690,7	12172,7
T0	7279,7	7567,0	8141,7	6417,6	29406,0	7351,5
<b>(E X j)</b>	45195,8	43635,7	46180,0	41556,0	176567,4	
X BLOQUES	11298,9	10908,9	11545,0	10389,0		<b>11035,5</b>

**Anexo 15 RENDIMIENTO/ HECTÁREA PAPA DE TERCERA**

TRAT.	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM Trat. X
	I	II	III	IV		
T1	19047,6	15873,0	22698,4	18571,4	76190,4	19047,6
T2	12499,7	12499,7	12916,3	13749,6	51665,2	12916,3
T3	10987,5	10493,7	11728,2	11481,3	44690,7	11172,7
T0	8333,3	7950,2	8333,3	7854,4	32471,1	8117,8
<b>(E X j)</b>	50868,0	46816,5	55676,2	51656,7	205017,4	
X BLOQUES	12717,0	11704,1	13919,1	12914,2		<b>12813,6</b>

## Anexo 16. Resultados del análisis de caracterización



**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 : JHON HERRERA VERAMENDI

Departamento : HUANUCO  
 Distrito : HUACRACHUCO  
 Referencia : H.R. 47339-0108C-14

Bolt: 11533

Provincia : MARAÑON  
 Predio : MARCO PATA  
 Fecha : 7/09/2017

Número de Muestra		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
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
17984		6.84	0.23	0.00	1.94	16.5	111	53	32	15	Fr.A.	11.68	7.45	2.97	0.34	0.22	0.00	10.97	10.97	94

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



Dr. Sady Garcia Bendezu  
 Jefe del Laboratorio

