



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ
GALLO**



**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**“EFECTO DE 12 NIVELES DE FERTILIZACIÓN N-P-K
EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA,
VARIEDAD INIA 302 AMARILIS (*Solanum tuberosum*
L.), EN EL SECTOR SAN JUAN, DISTRITO DE
CUTERVO 2017”**

TESIS

**Para optar el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado por:
Bach. OSCAR DÍAZ CHILCON**

**LAMBAYEQUE – PERÚ
2018**

TESIS

**“EFECTO DE 12 NIVELES DE FERTILIZACIÓN N-P-K EN EL RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE PAPA, VARIEDAD INIA 302 AMARILIS (*Solanum
tuberosum* L.), EN EL SECTOR SAN JUAN, DISTRITO DE CUTERVO 2017”**

Para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

OSCAR DÍAZ CHILCON
AUTOR

Ing. Mg. ADOLFO PADILLA PÉREZ
ASESOR

APROBADO POR:

Ing. M. Sc. ROBERTO TIRADO LARA
PRESIDENTE DEL JURADO

Dr. WILFREDO NIETO DELGADO
SECRETARIO DEL JURADO

Ing. ROSO PROSPERO PASACHE CHAPOÑAN
VOCAL DEL JURADO

Noviembre, 2018

DEDICATORIA

A **Dios**, el amigo fiel que nunca falla, el amigo incondicional que ilumina mi camino y me acompaña día a día. A él por permitirme concluir este proyecto de manera satisfactoria.

A **mis padres** por su permanente amor y apoyo, ejemplo de superación en base al trabajo y esfuerzo.

A **mis s hermanos**, por su amor fraternal, paciencia, permanente apoyo y por permitirme compartir a su lado alegrías desbordantes y momentos de felicidad.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sincero agradecimiento al **Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez** docente de la Universidad Nacional “Pedro Ruíz Gallo”, por brindarme el asesoramiento correspondiente para concluir con éxito la redacción del presente trabajo de investigación a nivel de tesis.

Mi agradecimiento a los miembros del jurado: **(Presidente: Ing. M. Sc. Roberto Tirado Lara, Secretario: Dr. Wilfredo Nieto Delgado, Vocal: Ing. Roso Prospero Pasache Chapoñan)**, docentes de la Universidad Nacional “Pedro Ruíz Gallo”, por sus aportes y recomendaciones en la redacción del informe final.

Un agradecimiento especial para el **Ing. M. Sc. José Avercio Neciosup Gallardo**, docente de la Universidad Nacional “Pedro Ruíz Gallo” por su valiosa colaboración en la culminación de la presente tesis.

Agradezco infinitamente a los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en especial a quienes dictaron los cursos afines al presente trabajo, por brindarnos sus enseñanzas y compartir sus experiencias vividas.

INDICE

	Página
RESUMEN	12
I. INTRODUCCIÓN	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. Aspectos generales del cultivo de papa	15
2.2. Taxonomía del cultivo de papa	16
2.3. Cultivo de papa en el Perú	17
2.3.1. La papa variedad INIA 302 Amarilis	21
2.3.1.1. Origen	21
2.3.1.2. Características	22
2.4. Morfología de la papa	24
2.5. Fases fisiológicas del cultivo de la papa	25
2.6. Requerimientos ambientales del cultivo de papa	26
2.7. Fertilidad del suelo	27
2.8. Necesidad de los principales nutrientes en el cultivo de papa	28
2.8.1. Rol de los macronutrientes: Elementos primarios	29
2.8.2. Rol de los macronutrientes: Elementos secundarios	33
2.8.3. Rol de los micronutrientes	36
2.9. Fertilizantes	38
2.9.1. Fertilizantes en estudio	39
2.9.1.1. Urea	39
2.9.1.2. Superfosfato triple de calcio	40
2.9.1.3. Cloruro de potasio	41
2.9.2. Momentos y formas de aplicación de los fertilizantes	41
2.10. Variables	42
2.10.1. Variables independientes	42
2.10.2. Variables dependientes	42
III. MATERIALES Y MÉTODOS	43
3.1. Área experimental	43
3.1.1. Localización y ubicación geográfica	43
3.1.2. Características climatológicas de la zona en estudio	43
3.1.3. Características edáficas de la zona en estudio	44

3.2. Disposición experimental	46
3.2.1. Tratamiento en estudio	46
3.2.2. Diseño experimental	47
3.2.3. Características del campo experimental	48
3.3. Material experimental	49
3.3.1. Características de la variedad de papa en estudio	49
3.3.2. Equipos, insumos, herramientas y materiales	50
3.3.2.1. Equipos	50
3.3.2.2. Insumos	50
3.3.2.3. Herramientas	50
3.3.2.4. Materiales	50
3.4. Conducción experimental	51
3.4.1. Preparación del terreno	51
3.4.2. Semilla	51
3.4.3. Siembra	51
3.4.4. Labores culturales	51
3.4.5. Fertilización	52
3.4.6. Control fitosanitario	53
3.4.7. Cosecha	53
3.5. Características evaluadas	54
3.6. Análisis estadísticos	55
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	56
4.1. Análisis de variancia de las características evaluadas	56
4.2. Análisis de las características evaluadas	57
4.2.1. Altura de planta	57
4.2.2. Diámetro polar de los tubérculos comerciales	58
4.2.3. Diámetro ecuatorial de tubérculos comerciales por planta	60
4.2.4. Numero de tubérculos por planta	61
4.2.5. Rendimiento de tubérculo por planta	63
4.2.6. Numero de tubérculos no comerciales por planta	65
4.2.7. Numero de tubérculos comerciales por planta	66
4.2.8. Rendimiento de tubérculo por hectárea Vs número de tubérculos por planta	68
4.2.9. Rendimiento de tubérculo por hectárea Vs número de	

tubérculos no comerciales por planta	69
4.2.10. Rendimiento de tubérculo por hectárea Vs número de tubérculos comerciales por planta	70
4.2.11. Correlación y regresión simple lineal entre rendimiento y sus componentes	71
4.2.12. Características físicas de los tubérculos	72
V. CONCLUSIONES	73
VI. RECOMENDACIONES	74
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
VIII. ANEXOS	78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Especies cultivadas de papa.	16
Cuadro N° 02: Producción y rendimiento de papa en el Perú. Año 2017	17
Cuadro N° 03: Producción y rendimiento de papa en el departamento de Cajamarca. Año 2017	18
Cuadro N° 04: Extracción de nutrientes para producir 30 toneladas de papa por hectárea.	29
Cuadro N° 05: Forma de asimilación de nutrientes.	29
Cuadro N° 06: Ley de los principales abonos y fertilizantes que se usan en la producción de papa en la sierra norte del Perú	39
Cuadro N° 07: Datos climatológicos estación meteorológica de SENAMHI – Cutervo. Año 2017.	44
Cuadro N° 08: Resultados análisis de suelos. EEA: Vista Florida - Chiclayo – INIA. Año 2016.	45
Cuadro N° 09. Dosis de fertilización NPK	46
Cuadro N° 10. Tratamientos en estudio	47
Cuadro N° 11: Forma general del análisis de varianza	55
Cuadro N° 12: Cuadrados de medios del análisis de variancia de las características evaluadas, “Efecto de 12 niveles de fertilización N–P-K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.). Sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.	56
Cuadro N° 13: Altura de planta (cm). “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”	57
Cuadro N° 14: Diámetro polar de los tubérculos comerciales. “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito Cutervo 2017”	59
Cuadro N° 15: Diámetro ecuatorial de tubérculos comerciales por planta (cm) “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302	

Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017"	60
Cuadro N° 16: Número de tubérculos por planta "Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito Cutervo 2017"	62
Cuadro N° 17: Rendimiento de tubérculos por hectárea "Efecto de 12 niveles de fertilización N–P-K de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017"	64
Cuadro N° 18: Número de tubérculos no comerciales por planta "Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito Cutervo 2017"	65
Cuadro N° 19: Número de tubérculos comerciales por planta. "Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito Cutervo 2017"	67
Cuadro N° 20: Correlaciones: Rendimiento corregido, N° de tubérculos totales, N° de tubérculos no comerciales, N° de tubércu- culos comerciales, diámetro polar, diámetro ecuatorial.	71
Cuadro N° 21: Correlación y regresión lineal simple entre el rendimiento de tubérculos (kg/ha) y sus componentes.	71
Cuadro N° 22: Características físicas de los tubérculos "Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito Cutervo 2017"	72

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N° 1: Superficie sembrada (has) en la provincia de Cutervo Campaña agrícola 2014 -2017	18
Gráfica N° 2: Producción de papa en la provincia de Cutervo en toneladas en los cuatro (04) últimos años.	19
Gráfica N° 3: Áreas de siembra de papa en el departamento de Cajamarca (%)	20
Gráfica N° 4: Producción de papa en el departamento de Cajamarca	20
Gráfica N° 5: Altura de planta (cm). “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), en el sector San Juan, distrito de Cuterv o 2017”.	58
Gráfica N° 6: Diámetro polar de los tubérculos comerciales. “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito Cutervo 2017”.	59
Gráfica N° 7: Diámetro ecuatorial de tubérculos comerciales por planta (cm). “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.	61
Gráfica N° 8: Número de tubérculos por planta. “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito Cutervo 2017”.	62
Gráfica N° 9: Rendimiento de tubérculos por hectárea “Efecto de 12 niveles de fertilización N–P-K de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito Cutervo 2017”.	64
Gráfica N° 10: Número de tubérculos no comerciales por planta. “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito Cutervo 2017”.	66

Gráfica N° 11: Número de tubérculos comerciales por planta. “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (<i>Solanum tuberosum</i> L.), sector San Juan, distrito Cutervo 2017”.	67
Gráfica N° 12: Rendimiento de tubérculo Vs. Numero de tubérculos por planta.	68
Gráfica N° 13: Rendimiento de tubérculo Vs. Numero de tubérculos no comerciales por planta.	69
Gráfica N° 14: Rendimiento de tubérculo Vs. Numero de tubérculos comerciales por planta.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Papa variedad INIA 302 Amarilis	23
Figura N° 2: Nutrientes que aporta el suelo	28
Figura N° 3: Formas de aplicación de fertilizantes	43

ANEXOS

ANEXO N° 1: Análisis de varianza (ANAVA)	78
ANAVA 1: Germinación	78
ANAVA 2: Altura de planta	79
ANAVA 3: Diámetro polar de tubérculo	79
ANAVA 4: Diámetro ecuatorial de tubérculo	80
ANAVA 5: Numero de tubérculos por planta	81
ANAVA 6: Rendimiento	81
ANAVA 7: Rendimiento corregido	82
ANAVA 8: Numero tubérculos no comerciales por planta	83
ANAVA 9: Numero de tubérculos comerciales por planta	83
ANEXO N° 2: Resultado de análisis de suelos: Estación Experimental Agraria Vista Florida – INIA (2016).	85
ANEXO N° 3: Ficha técnica cultivo papa Variedad INIA 302 Amarilis	86
ANEXO N° 3: Lista de láminas fotográficas	88
Foto N° 1: Mapa de la provincia de Cutervo.	88
Foto N° 2: Fotos del cultivo del papa .	89

RESUMEN

Se realizó un trabajo de investigación a nivel de tesis de pre grado, con el objetivo de determinar el efecto de doce (12) niveles de fertilización N-P-K en el rendimiento del cultivo de papa cultivar INIA 302 Amarilis. El trabajo se ejecutó en el sector San Juan, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, de enero a junio del año 2017, geográficamente se encuentra dentro de las coordenadas 6° 22' 46.7" de latitud sur y 78° 18' 44" de longitud oeste, altura de 2,668 m.s.n.m. La temperatura promedio durante los meses de conducción experimental fue de 17.87, 9.91 y 13.89 °C para la temperatura máxima, mínima y media, respectivamente; y la precipitación de 103.83 mm.

El suelo donde se realizó el estudio, presentó una reacción acida (5.6), bajo contenido de sales solubles (0.66 mmhos/cm), la materia orgánica fue alta (7.52 %) y fuertes deficiencias de potasio (278 ppm), calcio (0.4 %), fósforo (6.00 ppm) y elementos menores, la textura franco arenosa es de mediana retención de humedad. El diseño empleado fue Bloques Completos al Azar con tres repeticiones y doce tratamientos. Se encontró diferencias estadísticas para rendimiento oscilando los valores entre 34,549.69 y 23,720.65 kg/ha, correspondiendo a los tratamientos con dosis alta (NA-PA-KA = 250-150-300) y al testigo (N0-P0-K0 = 0-0-0) donde no se aplicó fertilizante mostrando que la fertilización tiene gran importancia económica y social en los planes de la agricultura moderna, se recomienda una combinación de (NA-PA-KA = 250-150-300), ya que se obtuvo el mayor rendimiento con 34,680.13 kilos por hectárea; además, evaluar las dosis y las combinaciones en otros espacios, diferentes pisos ecológicos y épocas de siembra; así como, en distintas localidades del distrito de Cutervo.

.PALABRAS CLAVES: “FERTILIZACIÓN – RENDIMIENTO PAPA, CULTIVAR INIA 302 AMARILIS – DISTRITO CUTERVO – 2017.

I. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los principales cultivos de mayor importancia económica y social en el Perú y se constituye como el alimento básico de la población nacional, cuyo consumo cubre el 20% del total diario de calorías que requiere. (INIA, 2017).

La papa tiene diversos usos, en la alimentación humana el producto se consume fresco o procesado y dentro de los productos procesados se tiene papas chips (hojuelas), French (bastoncitos fritos), pre-fritos, congelados, purés, harinas de papa, papas deshidratadas, almidón y sus derivados como dextrinas, alcoholes. Es un producto que contiene en 100 gramos; 78 gr. de humedad; 18,5 gr. de almidón y es rico en Potasio (560mg) y vitamina C (20 mg). ((MINAGRI - Agencia Agraria Cutervo, 2018).

La papa se cultiva en 19 de los 24 departamentos del Perú, desde el nivel del mar hasta los 4,300 m.s.n.m. constituyéndose en la base de la alimentación del poblador; especialmente de la sierra. El rendimiento promedio nacional de papa es de 14 t/ha (MINAGRI, 2014), el cual es relativamente bajo comparado con el rendimiento de otros países.

Entre los factores que limitan la producción de papa, tales como temperatura, duración del día, intensidad de luz y condiciones físicas del suelo, están los niveles de fertilización, los cuales son responsables en gran proporción de las variaciones en los rendimientos. Es necesario un balanceado suministro de los nutrientes a la planta, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, cobre, zinc, manganeso, boro y molibdeno, ya que cumplen funciones específicas para el adecuado crecimiento de la planta. La falta de algún nutriente origina un retraso del crecimiento y disminución del rendimiento. El cultivo de papa extrae los nutrientes del suelo y por ello es necesario reemplazarlos para mantener la fertilidad del mismo. (Egúsquiza B.R., 2008).

Los productores de la sierra norte del Perú, no realizan análisis de suelos, entonces para lograr un buen rendimiento de papa se debe fertilizar adecuadamente; por lo que, es importante realizar el análisis del suelo para saber la cantidad de abonos a utilizar, generalmente la mayoría de los suelos de la sierra son pobres en nitrógeno, bajo en fósforo y medio a alto en potasio, siendo necesario la aplicación de estos elementos para obtener altos rendimientos y papa de calidad (Cabrera, 2013).

En tal sentido, con el propósito de aportar conocimientos sobre el efecto de los niveles de fertilización en el rendimiento de papa para los productores de la provincia de Cutervo, se diseñó el trabajo de investigación considerando los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de 12 niveles de fertilización N-P-K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis en el sector San Juan, distrito de Cutervo, durante la campaña agrícola 2017.
- Evaluar cómo influyen los distintos niveles de fertilización N-P-K en las características biométricas de papa variedad INIA 302 Amarilis, durante la campaña agrícola 2017.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aspectos generales del cultivo de papa

La papa se cultiva en los Andes desde hace más de 7.000 años. Según investigaciones confirmadas recientemente, el origen de la papa, especie *Solanum tuberosum*, se centra en la parte norte del lago Titicaca, sur del Perú (Spooner et al., 2005).

Actualmente, la subespecie *S. tuberosum tuberosum* es el cuarto cultivo de mayor importancia en el mundo después del arroz, el trigo y el maíz. Se cultiva en más de 130 países. En el año 2005 cubrió una superficie de 18'652,381 hectáreas a nivel mundial (FAO, 2005).

Las otras especies cultivadas: *S. goniocalyx*, *S. stenotomum*, *S. chaucha*, *S. phureja*, *S. curtilobum*, *S. juzepczukii* y *S. ajanhuiri* también son de origen andino. Representan diferentes hibridaciones con parientes silvestres o cultivados a lo largo de la evolución de la papa, en compleja relación con el hombre andino (CIP, 2006).

La mayor variabilidad genética de especies se concentra en el área de la meseta peruano-boliviana, y de las 183 especies de este género el 74,3% es diploide, el 3,8% es triploide, el 14,8% es tetraploide, el 1,6% es pentaploide y el 5,5% es exaploide (CIP, 2006).

Cuadro N° 01: Especies cultivadas de papa

ESPECIES	Nº DE CROMOSOMAS	ORIGEN
S. ajanhuiri	$2x=2n=24$	Perú y Bolivia
S. goniocalix	$2x=2n=24$	Perú
S. phureja	$2x=2n=24$	Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile
S. stenotomun	$2x=2n=24$	Perú y Bolivia
S. x Chaucha	$3x=2n=36$	Perú y Bolivia
S. x juzepczukii	$3x=2n=36$	Perú y Bolivia
S. tuberosum ssp. andígena	$4x=2n=48$	Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina, Chile
S. tuberosum ssp. tuberosum	$4x=2n=48$	Chile
S. x curtilobum	$5x=2n=60$	Perú y Bolivia

Fuente: CIP, 2006.

2.2. Taxonomía del cultivo de papa

La papa o patata es una especie de planta herbácea perteneciente al género *Solanum* de la familia de las solanáceas, originaria de la región que hoy comprendería al altiplano sur del Perú y al noroeste de Bolivia (Gálvez, 2014). Las papas cultivadas se ubican en las siguientes categorías:

Reyno : Plantae
 División : Magnoliophita
 Clase : Magnoliopsida
 Sub clase : Asteridae
 Orden : Solanales
 Familia : Solanáceas
 Género : *Solanum*
 Especie : *Tuberosum*

2.3. Cultivo de papa en Perú

El Perú es el principal productor de papa en América Latina con 4.6 millones de toneladas y a nivel mundial se posicionó en el décimo octavo lugar entre los principales productores de papa (FAO, 2014).

En el mundo se cultivan un promedio de 5000 variedades de papa y en el Perú se encuentran alrededor de 3000 y las variedades de mayor calidad se producen sobre los 3,000 m.s.n.m. es la base de la alimentación de la zona andina y es producido en más de 600 mil pequeñas unidades agrarias. (MINAGRI - Agencia Agraria Cutervo, 2018).

La papa es una planta alimenticia que procede de las culturas Pre-Incas e Incas y actualmente en el Perú es el principal cultivo en superficie sembrada y producción, representando más del 25% del PBI agropecuario. (MINAGRI - Agencia Agraria Cutervo, 2018).

Entre los principales departamentos productoras de papa tenemos a: Puno, Huánuco, Cusco, Junín, La Libertad, Apurímac, Ayacucho y Cajamarca. La región Cajamarca se ubica entre las cinco primeras regiones del país con una superficie de 28,201 ha y en producción en el octavo lugar con 309,724 toneladas de papa (7 % de la producción nacional). (Cuadro N° 02).

Cuadro N° 02: Producción y rendimiento de papa en el Perú año 2017.

REGION	Cosechas		Rdto. t/ha
	Ha	Toneladas	
TOTAL	312,130	4,471,787	
Tumbes	0	0	
Piura	2,123	17,662	8.319
Lambayeque	893	4,819	5.396
La Libertad	23,516	378,643	16.102
Cajamarca	28,201	309,724	10.983
Amazonas	4,402	59,116	13.429
Ancash	10,451	106,273	10.169
Lima	7,931	170,329	21.476
Ica	2,691	86,138	32.010
Huánuco	37,508	566,988	15.116
Pasco	8,464	94,226	11.133
Junín	23,392	409,402	17.502
Huancavelica	27,345	283,473	10.367
Arequipa	9,295	297,427	31.999
Moquegua	624	8,582	13.753
Tacna	508	8,809	17.341
Ayacucho	19,670	328,483	16.700
Apurímac	19,181	344,072	17.938
Cusco	34,506	430,009	12.462
Puno	51,429	567,612	11.037
San Martin	0	0	
Loreto	0	0	
Ucayali	0	0	
Madre de Dios	0	0	

Fuente: MINAGRI, 2017.

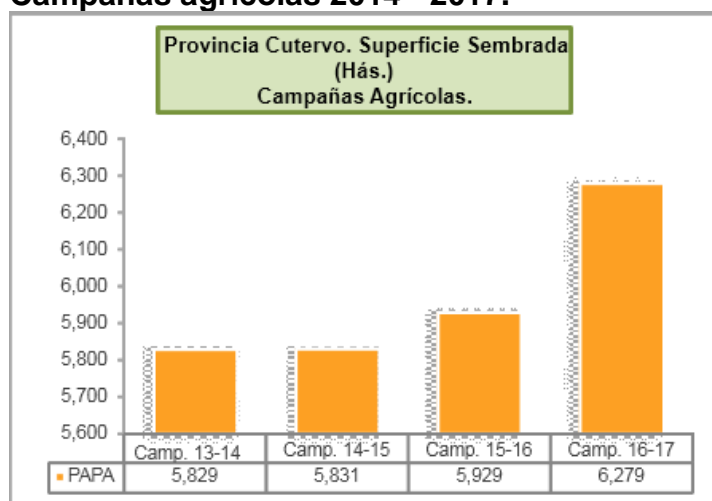
Cuadro N° 03: Producción y rendimiento de papa en el departamento de Cajamarca año 2017.

PROVINCIA	Cosechas Has	Producción TM	Rendimiento Kg. x Ha
REGIONAL	28,201	309,724	10,983
CAJABAMBA	530	5,110	9,641
CAJAMARCA	3,323	33,359	10,039
CELENDIN	5,399	47,739	8,842
CHOTA	5,365	58,643	10,931
CONTUMAZA	107	1,334	12,467
CUTERVO	6,279	100,439	15,996
HUALGAYOC	1,771	18,661	10,537
JAEN	346	2,325	6,721
SAN IGNACIO	22	135	6,150
SAN MARCOS	1,719	12,361	7,191
SAN MIGUEL	950	7,647	8,049
SAN PABLO	389	2,006	5,156
SANTA CRUZ	2,001	19,966	9,978

Fuente: MINAGRI, 2017.

En el gráfico N° 01 de series históricas de siembras durante las últimas cuatro campañas, se aprecia un incremento progresivo, siendo de 450 ha entre la campaña 2013-2014 y 2016-2017. Este pequeño incremento se debe a las buenas condiciones de clima, disponibilidad de insumos al momento de las siembras y a precios de mercado favorables.

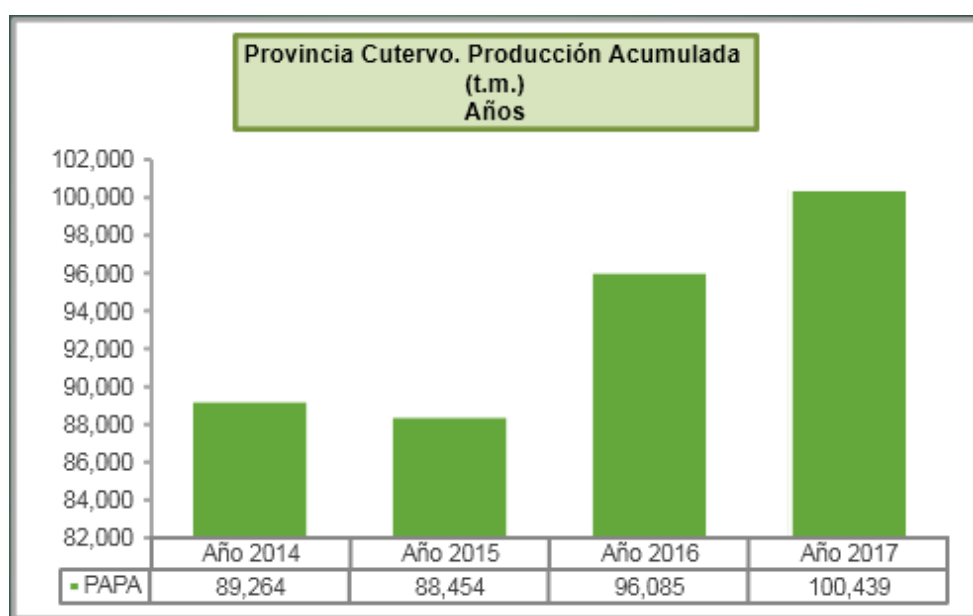
Gráfica N° 01: Superficie Sembrada (Has.) en la provincia de Cutervo - Campañas agrícolas 2014 - 2017.



Fuente: MINAGRI, 2017.

En cuanto a producción durante los últimos cuatro años han sido variables, debido a la presencia de factores negativos durante el desarrollo del cultivo tales como exceso de lluvias, heladas, sequía e inundaciones, acentuándose en los años 2014 – 2015, donde los rendimientos no fueron los más óptimos. (Gráfico N° 02).

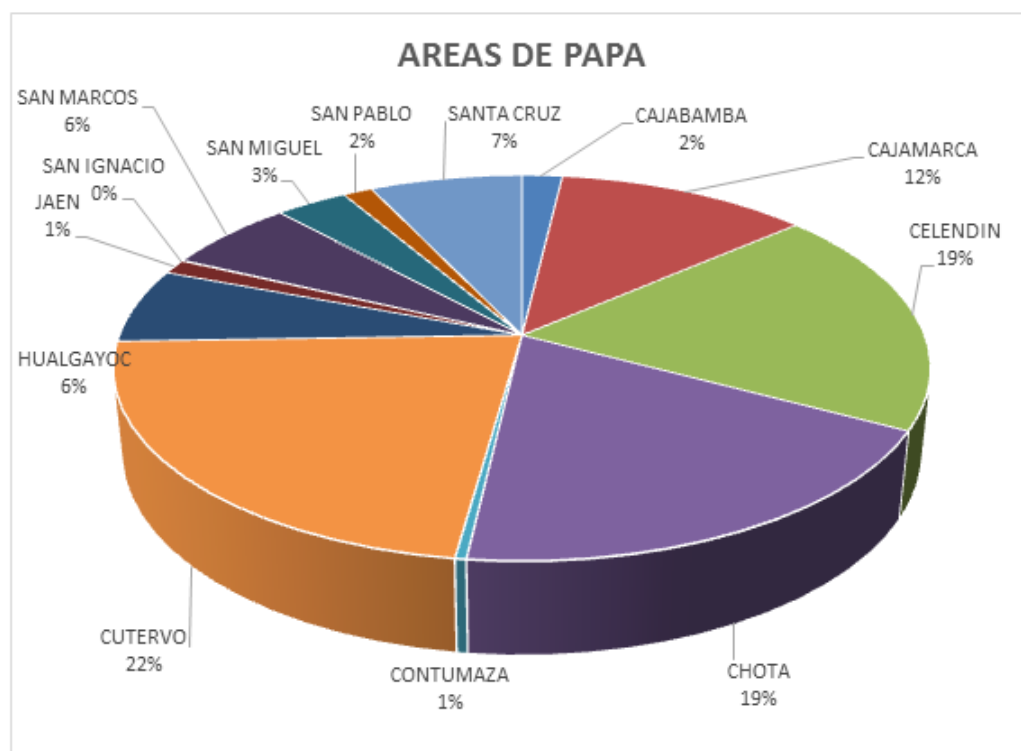
Gráfica N° 02: Producción de papa en la provincia de Cutervo en toneladas en los cuatro (04) últimos años.



Fuente: MINAGRI, 2017.

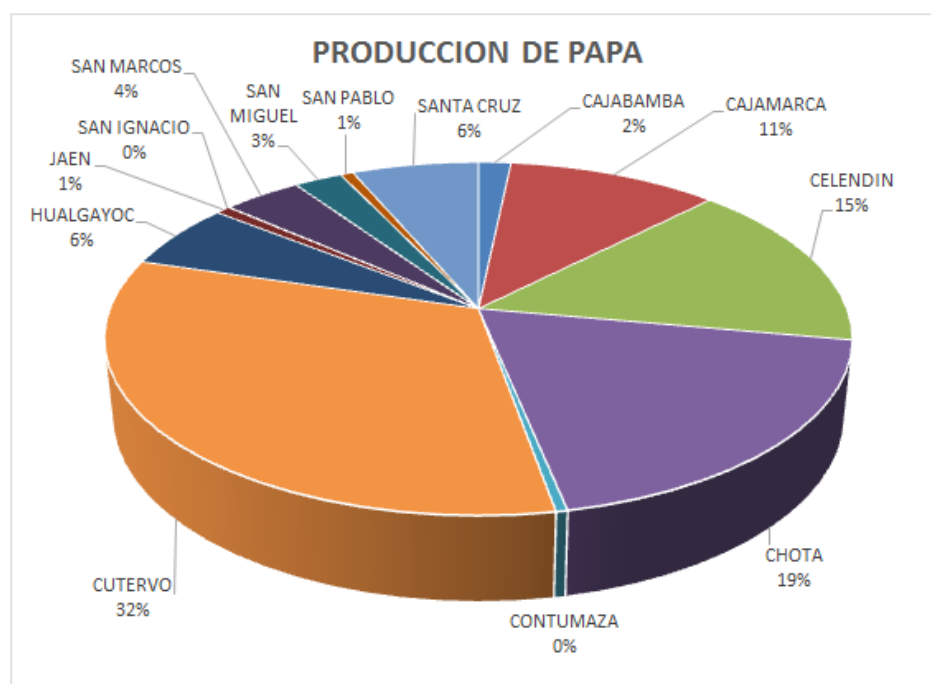
En el departamento de Cajamarca, la provincia de Cutervo se ubica en el primer lugar en superficie con 22% y en producción 32% de papa con relación a las demás provincias, concentrándose la mayor área en el distrito capital con 96%.

Gráfica N° 03: Áreas de siembra de papa en el departamento de Cajamarca (%).



Fuente: MINAGRI, 2017.

Gráfica N° 04: Producción de papa en el departamento de Cajamarca (%).



Fuente: MINAGRI, 2017.

2.3.1. La papa variedad “INIA 302 Amarilis”

“INIA 302 Amarilis” es una nueva variedad de papa que se pone a disposición de la agricultura nacional. Su nombre hace referencia a la misteriosa poetisa Huanuqueña que adoptó a este seudónimo para su obra literaria. (INIA, 2017).

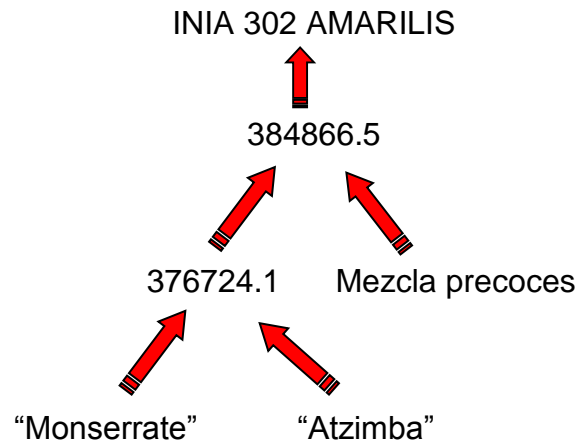
Se seleccionó en 1986 por primera vez conjuntamente con agricultores Huanuqueños y Cajamarquinos con cuyo apoyo se realiza investigación participativa. Las primeras semillas fueron proporcionadas como clon 384866.5 por el Centro Internacional de la Papa (CIP) a la Estación Experimental Agropecuaria Canchán – Huánuco. (INIA, 2017).

Además de su buena capacidad de producción, calidad culinaria, comercial y de conservación, “INIA 302 Amarilis” se caracteriza por su resistencia al hongo ***Phytophthora infestans*** causante de la rancha. Esta enfermedad causa serias pérdidas de producción de la papa. (INIA, 2017).

“INIA 302 Amarilis”, es un nuevo logro de la investigación que se realiza de la cooperación científica del CIP y de la labor de campo de varios investigadores agrarios que conforman el Sistema Nacional de Evaluación de Recursos Genéticos de Papa, ellos pertenecen a las Estaciones Experimentales de Cajamarca, Ancash, Junín, Cusco y Huánuco.

2.3.1.1. Origen

“INIA 302 Amarilis” procede de una familia de clones cuya planta madre era hija de las variedades resistentes a racha “Monserrate” y “Atzimba”. Estas procedentes de Colombia y México: El progenitor masculino fue una mezcla de polen de clones precoces. (INIA, 2017).



2.3.1.2. Características

Planta

- Follaje verde claro
- Porte mediano, hábito erguido en madurez
- Hojas verdes claras con folíolos anchos
- Abundante con floración con flores de color blanco
- Escasa formación de frutos o bayas.

Tubérculos

- Estolones cortos y tuberización compacta
- Forma oval chata
- Tamaño mediano a grande. A los 100 días tiene tamaño comercial
- Color de piel cremosa y pulpa amarillenta
- Buena capacidad de conservación.

Rendimiento.- Los ensayos desarrollados desde 1986 en Huánuco, Cajamarca, Huaraz, Huancayo, Cerro de Pasco y Cusco, muestran buenos rendimientos hasta 2 kg/planta y de 50 a 60 t/ha en condiciones experimentales y zonas

de alta incidencia de la “rancha”. En campo de agricultores se ha obtenido cosechas de hasta 30 t/ha.

Calidad.- “INIA 302 Amarilis”, tiene un 20.30 por ciento de materia seca, 0.12 por ciento de glucosa, 1.076 de gravedad específica. Posee buena aptitud para fritura y para papa de mesa.

Resistencia a enfermedades.- “INIA 302 Amarilis”, posee resistencia de campo a la rancha, con una infección foliar no mayor de 15 por ciento. Además por ensayos desarrollados por el CIP en Cajamarca, se ha encontrado tolerancia al nematodo del quiste (Patotipo PAG).

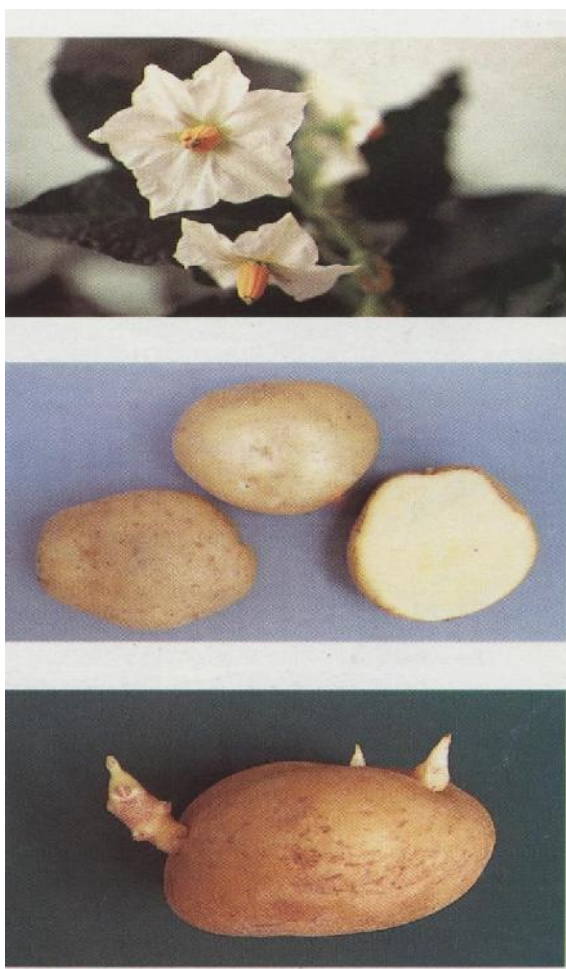


Figura N° 01: Para variedad INIA 302 Amarilis

2.4. Morfología de la papa

Tubérculo.- Son tallos subterráneos modificados provistos de yemas u ojos y en cada ojo existen normalmente tres yemas (Pardave, 2004). Los ojos del tubérculo morfológicamente corresponden a los nudos de los tallos, las cejas representan a las hojas y las yemas del ojo representan a las yemas axilares.

Brotes.- Se originan de las yemas de los tubérculos y son de color blanco o coloreados, el extremo basal del brote forma la parte subterránea del tallo, después de la siembra esta parte produce rápidamente raíces y luego estolones, el extremo apical da origen al tallo y hojas (Pardave, 2004).

Estolones.- Son tallos laterales y crecen horizontalmente a partir de las yemas, estos se alargan con varios entrenudos y terminan en una hinchazón que es el futuro tubérculo. Sin embargo, no todos llegan a formar tubérculos, un estolón no cubierto en el suelo puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal (Pardave, 2004)

Raíces.- Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo, las plantas nacidas de semilla, forman una delicada raíz principal con ramificaciones laterales. La planta originada de un tubérculo es un clon, no tiene raíz principal, forma raíces adventistas, primero en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo, ocasionalmente de los nudos de los estolones nacen grupos de 3 a 4 raíces adventistas (Pardave, 2004).

Tallos.- El sistema de tallos de la papa consta de tallos aéreos, estolones y tubérculos, la planta proveniente de semilla, tiene un solo tallo principal, mientras que las que provienen de tubérculos puede producir varios tallos principales. Las yemas que se forman en el tallo principal a la altura de las axilas de las hojas, pueden desarrollarse para llegar a formar tallos laterales secundarios, estolones e inflorescencia (Pardave, 2004).

Hojas.- Las hojas son alternas compuestas formadas por raquis, foliolos, pecíolo y peciolulo, cada raquis lleva varios pares de foliolos laterales primarios y un foliolo terminal, están provistas de pelos de diversos tipos que se encuentran también presentes en las demás partes aéreas de la planta (Pardave, 2004).

Inflorescencia-flor.- Está dividida generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdividen en otras ramas, de esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa. Las flores son hermafroditas, el cáliz consta de cinco sépalos que se unen parcialmente en la base, la corola tiene cinco pétalos fusionados en la base para formar un tubo corto, el androceo consta de cinco estambres y el gineceo tiene un solo pistilo (Pardave, 2004).

Fruto-Semilla: El fruto es una baya de forma redonda, alargada ovalada o cónica de color verde, este puede contener de ninguna a 300 o 400 semillas. Las semillas son amarillas o castaño-amarillentas, pequeñas ovaladas o uniformes (Pardave, 2004).

2.5. Fases fenológicas del cultivo de papa

Durante el desarrollo del cultivo la papa pasa por diferentes etapas como son: plántula, crecimiento vegetativo, tuberización, desarrollo de tubérculos, madurez fisiológica y de cosecha. En cada uno de estos estados los requerimientos nutricionales son diferentes. (Cabrera, 2013).

Establecimiento de plántulas:

Está orientada a producir un buen desarrollo radicular y un desarrollo aéreo inicial. Por ello durante esta etapa se requiere un alto aporte de *fósforo* y dosis iniciales de nitrógeno y potasio. (Cabrera, 2013).

Crecimiento vegetativo

Ello sucede principalmente durante los primeros 45 a 50 días. El crecimiento es rápido para establecer un buen desarrollo foliar y una total cobertura del suelo. El requerimiento de *nitrógeno* en esta etapa es alto. (Cabrera, 2013).

Tuberización y desarrollo de tubérculos:

Dependiendo de la variedad, condiciones ambientales y de manejo, la tuberización se inicia en promedio a los 35 a 50 días después de la emergencia del cultivo y se prolonga en promedio por 40 días. Esta etapa se caracteriza por una alta acumulación de los carbohidratos en los tubérculos en un corto período de tiempo. Esta fase es crítica, ya que determina el rendimiento y calidad final del producto. En esta etapa la demanda de *potasio* es alta y debe haber una alta disponibilidad de este nutriente, para asegurar la movilización de nutrientes al tubérculo. (Cabrera, 2013).

Madurez fisiológica y de cosecha

Terminado el período de mayor acumulación de materia seca en el tubérculo, la madurez se logra después de 80 a 110 días, dependiendo de las condiciones climáticas. (Cabrera, 2013).

2.6. Requerimientos ambientales del cultivo de papa

La altitud, el suelo, la radiación solar, la temperatura y la pluviosidad (lluvia) son los principales requerimientos ambientales de gran importancia en la producción de papa. (Egúsqiza, 2012).

Altitud.- Mas del 90% de las siembras de papa se instalan en la sierra, concentrándose las unidades agropecuarias dedicadas a este cultivo en las regiones Quechua y Suni, que van desde los 2,300 m.s.n.m. hasta los 4,100 m.s.n.m.

Suelo.- La papa presenta un sistema radicular muy ramificado y con innumerables raicillas que fácilmente ocupan 40 cm de profundidad, Los mejores suelos para la papa son los orgánicos, fértiles, porosos, bien drenados, profundos y con buena retención de humedad; es así, que los mejores rendimientos se logran en suelos franco arenosos y franco limosos; y con un pH de 5.5 a 8.0 (Egúsqiza, 2012).

La temperatura.- Es la medida del calor. En general, el cultivo de papa necesita temperaturas bajas (clima frío) para una buena producción aunque es deseable que en los dos primeros meses después de la siembra la temperatura sea templada para favorecer el rápido crecimiento de la planta. Existen diferencias de requerimientos términos según la variedad que se siembre, podemos generalizar, que temperaturas máximas o diurnas de 20 a 25°C y mínimas o nocturnas de 8 a 13°C son excelentes para una buena tuberización. La temperatura media óptima para la tuberización es de 20°C, si la temperatura se incrementa por encima de este valor disminuye la fotosíntesis y aumenta la respiración y por consecuencia hay combustión de hidratos de carbono almacenados en los tubérculos. (Egúsquiza, 2012).

La radiación solar.- Es la cantidad e intensidad de luz solar que recibe la planta. Es deseable que en la estación de cultivo los días sean de buena iluminación. Los días nublados no son favorables para una buena producción sobre todo en cuanto a la calidad de los tubérculos.

La pluviosidad (cantidad de lluvia).- En la gran mayoría de campos de papa en la sierra del Perú, la producción es en seco y la fuente de agua para las plantas es la lluvia. La época de siembra debe coincidir con el inicio de lluvias y el periodo vegetativo de las variedades sembradas debe ser semejantes a la duración de los meses de lluvia. Una buena producción de papa se alcanza si la cantidad total de lluvia en la estación de cultivo es entre 500 mm a 1200 mm. Las lluvias excesivas producen condiciones favorables a las enfermedades causadas por hongos (p. ejemplo Mancha) y bacterias (pudrición de tubérculos). (Egúsquiza, 2012).

2.7. Fertilidad del suelo

Es el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que influyen en el crecimiento, desarrollo y producción de raíces, estolones y tubérculos. En general, los suelos fértiles son aquellos cuyas características físicas

aseguran buena relación con el agua y aportan nutrientes en las cantidades que requieren las plantas. (Egúsquiza, 2012).

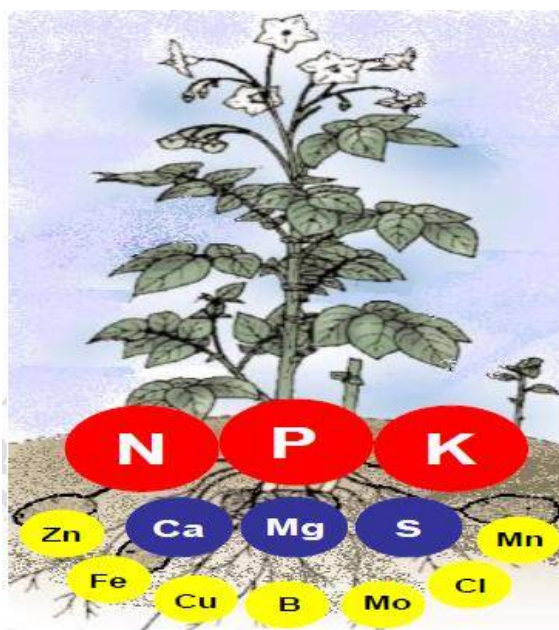


Figura N° 02: Nutrientes que aporta el suelo.

2.8. Necesidad de los principales nutrientes en el cultivo de papa

Dentro de una agricultura tecnificada, el cultivo de la papa es considerado como uno de los cultivos de más alta densidad económica. El gasto en fertilizantes representa el 20 al 30 % del costo de producción y es por ello que el agricultor requiere la información más precisa en sus interrogantes de cuánto, qué, cuándo y cómo abonar, considerando los cuatro factores de producción que son clima, suelo, cultivo y grado de tecnificación. La práctica de la fertilización consiste en aplicar al suelo los nutrientes que se encuentran insuficientes para una producción esperada. Los suelos sometidos a una agricultura intensiva si bien pueden tener una alta capacidad productiva generalmente son deficientes en nitrógeno, fósforo, potasio y algunas veces en otros macro y micro elementos que el agricultor necesita aplicarlos para obtener altos rendimientos que le aseguren una rentabilidad (Villagarcía, 2003).

Para obtener un rendimiento de 30 t/ha de tubérculo, el cultivo de papa extrae las siguientes cantidades de nutrientes del suelo. (Cuadro N° 03).

Cuadro N° 04: Extracción de nutrientes para producir 30 toneladas de papa por hectárea.

Nutrientes	Una tonelada (Kg)	Cantidad (kg/ha)
Nitrógeno (N)	5.0	150
Fosfórico (P ₂ O ₅)	2.5	75
Potasa (K ₂ O)	7.5	225
Calcio (Ca)	2.0	60
Magnesio (Mg)	1.0	30
Azufre (S)	1.3	39
Hierro (Fe)	0.167	5
Zinc (Zn)	0.92	2.8
Manganeso (Mn)	0.83	2.5
Boro (B)	0.50	1.5
Cobre (Cu)	0.006	0.2
Molibdeno (Mo)	0.008	0.2
Cloro (Cl)	0.250	7.5

Fuente: Marieta, 2002.

Cuadro N° 05: Forma de asimilación de nutrientes.

Elementos mayores	Elementos menores
Nitrógeno: NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	Manganeso: Mn ++
Fósforo: H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ⁼	Hierro: Fe ++, Fe +++
Potasio: K +	Cobre: Cu ++
Calcio: Ca ++	Zinc: Zn ++
Magnesio: Mg ++	Molibdeno: MoO ₄ ⁼
Azufre: SO ₄ ⁼	Boro: HBO ₃ ⁻ , BO ₃ ⁻
	Cloro: Cl –
	Silicio: SiO ₂ ⁼

Fuente: Marieta, 2002.

2.8.1. Rol de los macronutrientes: Elementos primarios

Rol de nitrógeno (N).- La planta toma el N mayormente como N-NO₃ y en menor proporción como N-NH₄. El N-NO₃ es almacenado en los pecíolos y luego reducido a la forma amídica (NH₂) para la síntesis de

amino-ácidos y otros productos orgánicos más complejos. El N es elemento componente de los ácidos nucleicos (DNA, RNA); de los compuestos de energía (ATP, ADP, UTP, GTP, etc.) de la clorofila de proteínas, de hormonas, etc. Es un elemento bastante móvil dentro de la planta y cuando en el suelo o sustrato se agota, el nitrógeno de los tejidos adultos (hojas maduras u hojas basales) migra en auxilio de los tejidos en crecimiento (meristemas y hojas en crecimiento de las partes superiores) razón por la cual la deficiencia de N empieza con una clorosis en las hojas basales y que luego invade toda la planta. En soluciones nutritivas se observa que la deficiencia de N provoca un mayor alargamiento radicular, porque la escasez de N provoca una disminución en la síntesis del Triptofano que es un amino-acido precursor del ácido indol acético. Esta auxina (hormona) al encontrarse en pequeñas concentraciones estimula el alargamiento radicular. La baja concentración de clorofila acompañado de una reducción del índice de área foliar (IAF) disminuye la actividad fotosintética y con ello y con ello decae la formación de estolones, tubérculos, etc. En suma, la deficiencia de N en el suelo se traduce en un desarrollo escaso y clorótico de la planta, se acorta el periodo vegetativo y la cosecha es baja. El número de tubérculos por planta es menor y de tamaño reducido. (Villagarcía, 2003).

En un agricultura tecnificada del cultivo de papa es más común el exceso que la insuficiencia del fertilizante nitrogenado provocando trastornos negativos como es conseguir plantas más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades: “El enviciamiento” que consiste en un exagerado crecimiento de la parte aérea en perjuicio de la formación de tubérculos, alargamientos del periodo vegetativo y un mayor gasto en la compra de este insumo. Se ha mencionado que el cultivo para producir una tonelada de tubérculo fresco requiere un total de 4 a 6 kg de N y los suelos aún calificados como “pobres en N”, pueden producir de 5 a 8 t/ha de tubérculo fresco sin aplicación de fertilizante nitrogenado, indicando que el suelo puede suplir al

cultivo durante su crecimiento de 25 a 40 kg/ha de N. Un cultivo de papa sembrado en un campo que fue un alfalfar bajo condiciones óptimas de clima, suelo, buena semilla y alta tecnología puede obtener rendimientos de 30 a 50 t/ha de tubérculo fresco, sin necesidad de fertilización nitrogenada; indicando que el suelo ha estado en capacidad de abastecer al cultivo 150 a 250 kg/ha de nitrógeno. (Villagarcía, 2003).

Rol del fósforo (P).- El fósforo es absorbido por la planta en la forma monocalcica (H_2PO_4) que es la forma como se encuentra en la solución suelo. Es componente de los ácidos nucleicos, de los compuestos de energía de los fosfolípidos que le permiten a la membrana su selectividad diferencial. Al igual que el N, K, y Mg es un elemento bastante móvil dentro de la planta y cuando en el substrato o suelo el P llega a un nivel deficitario, el P acumulado en los tejidos adultos migra con rapidez a los tejidos en crecimiento, razón por la cual los primeros síntomas de deficiencia comienzan en las hojas adultas y va avanzando a las hojas en desarrollo. En extrema deficiencia el desarrollo de la planta se detiene debido a que el P es esencial para la división celular y la planta aparenta un enanismo de color verde intenso. Este pronunciado color verde es debido a que la nutrición nitrogenada continúa pero al escaso crecimiento los tejidos tienen mayor concentración. En muchas variedades o clones de papa se nota igualmente manchas púrpuras acentuadas en las hojas adultas. La deficiencia de provoca una deficiencia de compuesto de energía necesario para que los carbohidratos producidos por la fotosíntesis sean metabolizados a compuestos más complejos; incrementándose la presión osmótica desviando los procesos de síntesis a la formación de antocianinas que aparecen como manchas purpúreo – rojizos que se inicia en las hojas adultas y poco a poco va cubriendo la planta aunque la intensidad de estas manchas depende de la interacción variedad ambiente. (Villagarcía, 2003).

Otra característica visual de la deficiencia de P en la planta es el escaso desarrollo radicular, menor número de estolones y tubérculos y rendimientos extremadamente bajos. El exceso de una nutrición fosfatada podría bloquear la absorción, transporte y metabolismo del Zn que podría llegar a un nivel insuficiente. Una buena nutrición fosfatada contrarresta los excesos de la fertilización nitrogenada, es decir reduce el periodo vegetativo, los tejidos se defienden mejor del ataque de plagas y enfermedades, minimiza los efectos de los nematodos, los tubérculos tiene mayor gravedad específica, en suma las cosechas se incrementan en cantidad y calidad. En los países en desarrollo la deficiencia de N y P en los suelos junto a los riesgos de sequía y/o heladas constituyen las causas de los rendimientos más bajos de papa (4 a 6 t/ha). (Villagarcía, 2003).

Se ha mencionado que para producir una tonelada de tubérculos, la planta necesita en total un promedio de 2 Kg. en términos de P_2O_5 . En suelos deficientes en P, el agricultor generalmente obtiene rendimientos de 4 a 6 t /ha de tubérculos, indicando que el suelo estaba en capacidad de abastecer el cultivo de 8 a 12 kg/ha de P_2O_5 . En suelos bien provistos en P disponible, como en el caso de la costa peruana se puede obtener rendimiento de 25 a 35 t/ha sin aplicar fertilizantes fosfatados indicando que estos suelos están en capacidad de suplir a la planta 50 a 70 kg/ha de P_2O_5 . Sin embargo en la mayoría de los países son más frecuentes los suelos deficientes que los suelos provistos en fósforo. (Villagarcía, 2003).

Rol del potasio (K).- La planta absorbe el K como ion potásico (K^+) es un elemento que no forma compuestos orgánicos y dentro la planta se desplaza con rapidez. Del K se sabe su efecto necesario y esencial en un sin número de procesos de las plantas pero difícil explicar el mecanismo de su rol. Interviene en el proceso de transpiración, en la fotosíntesis y acumulación de carbohidratos razón por la cual se dice que el K es un elemento clave para las especies que se cultivan para la producción de granos tuberculosa, raíces, azúcares, etc.

Igualmente se conoce que las plantas bien nutridas en K son más tolerables a los efectos de las heladas y la sequía. (Villagarcía, 2003).

El cultivo de papa para producir una tonelada, de tubérculo requiere 7 a 9 kg de K expresado como K_2O es decir mucho más que N y P.

La deficiencia de K por ser un elemento muy móvil aparece primero en las hojas basales (hojas adultas) con una necrosis en los bordes de las hojas que paulatinamente invade toda la planta. Las plantas mal nutridas en K son en generales muy débiles y susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, los tubérculos son pequeños y escasos. (Villagarcía, 2003).

Afortunadamente los suelos cultivados no son tan deficientes en este elemento, razón por la cual el agricultor está más preocupado por la fertilización nitro-fosfatada que la potásica. En los países desarrollados donde los rendimientos promedios de papa superan las 25 t/ha se nota que la fertilización potásica se hace en función de restituir la cantidad extraída en la cosecha. Por ejemplo si se espera un rendimiento de 30 t/ha que a razón de unos 8 kg de K_2O /t significará una extracción de 240 kg de K_2O /ha entonces el agricultor fertiliza a razón de 250 a 300 kg/ha de K_2O . En los países andinos de América del sur los suelos pueden rendir de 15 a 25 t/ha de papa sin necesidad de aplicar fertilizantes potásicos, indicando que estos suelos son de contenido medio a alto de K. Obviamente si el agricultor prevé que podría obtener rendimientos superiores a 30 t/ha y el suelo está en condiciones de suplir K para unas 15 t, necesitará aplicar fertilizantes potásicos para las 15 t restantes que a razón de 8 kg/t de K_2O y una eficiencia de fertilización de 60 a 80% deberá abonar con 150 a 200 kg de K_2O /ha. (Villagarcía, 2003).

2.8.2. Rol de los macronutrientes: Elementos secundarios

Rol del calcio (Ca).- El cultivo de papa para producir una tonelada de tubérculos necesita de 0.6 a 0.8 kg de Ca. El Ca es absorbido

como ion Ca^{++} y su movilidad es muy lenta dentro de la planta, razón por la cual los primeros síntomas de deficiencia aparecen en la parte superior de la planta en los tejidos en crecimiento. El Ca es un elemento componente de los pectatos de calcio en la membrana; interviene en el balance eléctrico, etc. (Villagarcía, 2003).

Una planta adecuadamente nutrida en Ca se manifiesta con una excelente proliferación radicular, la parte aérea hace tallos y hojas vigorosas y menos susceptibles al ataque de plagas y enfermedades. Aún en los suelos ácidos el Ca como nutriente es más que suficiente para la alimentación de la planta, por consiguiente es bastante raro ver campos de papa con síntomas de deficiencia de calcio. En suelos fuertemente ácidos (pH inferior a 4.8) se nota una baja en los rendimientos no por deficiencia de calcio sino por toxicidad de aluminio y la forma de corregirlo es mediante el encalado que también enriquece el suelo en Ca. (Villagarcía, 2003).

El Ca como nutriente casi nunca es preocupante para el agricultor; primero porque como se ha mencionado los suelos muy rara vez son deficientes en Ca y luego en el mercado existen fertilizantes como los superfosfatos (simple y triple) que no sólo aportan P sino también Ca que, en las cantidades aplicadas de estos fertilizantes cubren sobradamente las necesidades nutricionales de calcio. Por ejemplo una aplicación de 600 kg de superfosfato simple de calcio con 20% de P_2O_5 y 20% de Ca, aporta 120 kg de P_2O_5 y 120 kg de Ca y recordemos que la planta para producir una tonelada de tubérculo sólo requiere 0.6 a 0.8 kg de Ca. (Villagarcía, 2003).

Rol del azufre (S).- El S es componente de ciertos aminoácidos e interviene en la síntesis de clorofila razón por la cual su deficiencia se manifiesta con un amarillamiento clorótico muy semejante a la producida por la deficiencia del N pero que a diferencia de este empieza en las hojas superiores de la planta por ser el S un elemento de lenta movilidad.

La planta de papa para producir una tonelada de tubérculo requiere de 0.6 a 0.8 kg de S y lo absorbe de la solución suelo como ion $\text{SO}_4=$ o $\text{SO}_3=$. Una planta bien nutrida en S, P y Ca mantiene un excelente desarrollo radicular. En condiciones naturales es muy raro encontrar deficiencias de S, ya sea porque los suelos tienen suficiente S disponible, o porque se ha aplicado algún fertilizante nitro-fosfopotásico que contengan S (sulfato de amonio, superfosfato simple, sulfato de potasio, etc.), o porque para el control de alguna enfermedad fungosa se está aplicando un producto azufrado. La materia orgánica es una fuente natural de S por tanto los suelos ligeros deficientes en materia orgánica son los más susceptibles a la deficiencia de S y al cultivar papa bajo estas condiciones se debe prever haciendo aplicaciones de materia orgánica y eligiendo fertilizantes que contengan azufre. (Villagarcía, 2003).

Rol de magnesio (Mg).- El cultivo de papa para producir una tonelada de tubérculo requiere de 0.6 a 0.8 kg de Mg y es absorbido como ion Mg^{++} . Es componente de la molécula de clorofila; de los pectatos de magnesio, cumple un rol catalítico y con el balance eléctrico. Es un elemento muy móvil dentro de la planta, razón por la cual en casos de deficiencia el Mg de los tejidos adultos migra con facilidad en auxilio de los tejidos en crecimiento y esta deficiencia se expresa como una clorosis interrenal que empieza en las hojas adultas. La deficiencia de Mg podría ocurrir en suelos desarrollados y ácidos (ultisoles, oxisoles) o suelos pobres en arcillas del tipo 2:1 o en suelos con excesos de K. (Villagarcía, 2003).

La deficiencia de Mg en suelos ácidos se corrige con aplicaciones de cal dolomítica y en caso de suelos ligeros deficientes en Mg se puede controlar con una aplicación equivalente de 30 a 60 kg/ha de MgO (150 a 300 kg de Sulpomag o 150 a 300 kg de sulfato de magnesio). (Villagarcía, 2003).

2.8.3. Rol de los microelementos

Rol del hierro (Fe).- Más que un micro elemento es considerado como un elemento intermedio. La planta para producir una tonelada de tubérculo requiere 80 a 120 g de Fe. Es un elemento catalítico e interviene en el transporte de electrones, en la síntesis de la clorofila, etc.

Es absorbido de la solución suelo, en la forma reducida (Fe^{+2}) razón por la cual su disponibilidad es más abundante en suelo ácido o de mal drenaje. Es un elemento poco móvil dentro de la planta y los primeros síntomas de deficiencia aparecen en las hojas superiores como manchas cloróticas. En suelos calcáreos el pH es elevado y el Fe reducido (disponible pasa fácilmente a la forma oxidada /no disponible).la deficiencia de Fe en cultivares de papa es poco frecuente y en caso de encontrarse podría ser controlado con aplicaciones foliares de soluciones de baja concentración de sales solubles o quelatos de Fe. Por ejemplo podría usarse sulfato ferroso en una concentración de 0.5 a 1 % consiguiéndose un reverdecimiento en uno a dos días después de la aplicación. En caso de usar quelatos se recomienda Fe. E.D.T.A. para suelos ácidos, Fe-H.- E. D.T.A. para suelos neutros y Fe-E.D.D.H.A. en suelos calcáreos. Las cantidades pueden ser de 1.5 a 2.0kg/ha diluidas en 400 a 600 L de agua. (Villagarcía, 2003).

Rol del manganeso (Mg), zinc (Zn) y cobre (Cu).- Estos micros nutrientes son tomados por la planta en la forma reducida, razón por la cual el pH ácido favorece su disponibilidad. Son elementos que juegan roles catalíticos, transporte de electrones, balance eléctrico, etc. Son de lenta movilidad dentro de la planta y por este hecho las primeras deficiencias se observan en los tejidos en crecimiento. Las cantidades necesarias son decenas de gramos por hectárea y bajo condiciones normales es muy raro observar deficiencias de estos nutrientes. (Villagarcía, 2003).

Manganeso (Mn). El Mn junto con el Fe, está involucrado en la síntesis de la clorofila. Cuando la papa es cultivada en suelos muy calcáreos y pobres en materia orgánica la concentración de Mn en los tejidos disminuye espectacularmente y podría llegar a niveles de deficiencia. El control curativo de la deficiencia puede hacerse con aplicaciones de sales o quelatos de Mn. (Villagarcía, 2003).

Zinc (Zn). Las plantas con deficiencia de Zn presentan en su parte superior hojas pequeñas y cloróticas, pegadas al tallo. Estos síntomas podrían presentarse en suelos calcáreos o cuando se ha exagerado la fertilización fosfatada. El control curativo de la deficiencia de Zn se hace con aplicaciones foliares de sales solubles o quelatos de Zn. (Villagarcía, 2003).

Cobre (Cu). Es un micro elemento que la planta requiere en muy pequeñas concentraciones de sólo 5 a 10 ppm. Su deficiencia podría presentarse en suelos orgánicos presentando en la parte superior un ramillete de hojas pequeñas que se marronean rápidamente. Su control se hace con aplicaciones de sulfato de cobre. (Villagarcía, 2003).

Rol del boro (B).- Otro micro elemento absorbido como BO_3^{3-} y de lenta movilidad razón por la cual los primeros síntomas de deficiencia aparecen en los tejidos meristemáticos. Su rol bioquímica no es muy conocido y está relacionado con el transporte de carbohidratos, síntesis de proteínas, nutrición cálcica, etc. (Villagarcía, 2003).

La deficiencia de B en el cultivo de la papa es más notoria en los tubérculos que en el resto de los tejidos. El sabor y color del tubérculo está vinculada a la nutrición del B. (Villagarcía, 2003).

En la parte aérea los puntos de crecimiento mueren, y se fomenta crecimiento de brotes laterales. Los internudos son cortos. Las hojas son coriáceas y algo encarrujadas parecidas a los ataques del virus. En casos de fuertes deficiencia se presentan manchas purpúreas y congestión de carbohidratos en los tejidos. Las raíces son cortas,

gruesas y de color marrón oscuro. Las raicillas mueren. (Villagarcía, 2003).

Los suelos calcáreos y pobres en materia orgánica son las más susceptibles a la deficiencia de boro. Como control curativo se puede hacer aplicaciones foliares de bórax (borato de sodio) y como control preventivo 10 a 15 kg/ha de bórax. (Villagarcía, 2003).

Rol del molibdeno (Mo).- Este micro elemento se encuentra en concentraciones muy pequeñas de 5 a 10 ppm. Es un transportador de electrones que tiene que ver en la reducción del nitrato de amonio. La deficiencia de Mo en cultivares de papa es muy raro, sólo se consigue bajo condiciones artificiales y está muy vinculada a la nutrición nitrogenada. El Mo es más disponible a medida que aumenta el pH y su exceso puede bloquear la nutrición cúprica. (Villagarcía, 2003).

2.9. Fertilizantes

Los fertilizantes son todas aquellas sustancias que son aplicadas al suelo o a la planta, para mejorar su fertilidad con el propósito de obtener altos rendimientos agrícolas. Por su composición química todos los fertilizantes se dividen en inorgánicos (minerales) y orgánicos (abonos). Los fertilizantes son los elementos nutritivos que se suministran a las plantas para completar las necesidades nutricionales de su crecimiento y desarrollo, (Molinos & Cía, 2017).

Los abonos químicos (también llamados comerciales o inorgánicos) contiene una concentración mucho más alta de nutrientes que el estiércol o las coberturas vegetales del suelo, pero no tiene las capacidades de mejoramiento del suelo de estos. (Sánchez, 2003). El mismo autor menciona, que pocos agricultores tienen suficiente abono orgánico para cubrir más de una porción pequeña de sus terrenos y por esa razón los abonos químicos

frecuentemente son un ingrediente clave para el mejoramiento rápido de los rendimientos. A pesar de su costo constantemente en aumento, producen ganancias si se usan correctamente.

Los abonos y fertilizantes tienen diferente ley según sea su naturaleza; la ley, indica el aporte de nutrientes en 100 kg de producto; por ejemplo la ley de la urea es 46, indica que en 100 kilos de urea existe 46 kilos de nitrógeno; la ley del Guano de Isla es 10 -10-2 indica que en 100 kg de Guano de Isla hay 10 kilos de nitrógeno, 10 kilos de P_2O_5 y 2 kilos de K_2O . La siguiente tabla, muestra la ley de diferentes productos que se utilizan en la producción de papa. (Cabrera, 2013).

Cuadro N° 06: Ley de los principales abonos y fertilizantes que se usan en la producción de papa en la sierra norte del Perú.

Abono	Fertilizante	Ley		
		N	P_2O_5	K_2O
	Urea	46	0	0
	Superfosfato Triple de Calcio	0	46	0
	Superfosfato simple de Calcio	0	20	0
	Cloruro de Potasio	0	0	60
Guano de Isla		10	10	2
Gallinaza		3	1.82	1.27
	Fosfato Di amónico	18	46	0

Fuente: Velásquez, 2017.

2.9.1. Fertilizantes en estudio

2.9.1.1. Urea $(NH_2)_2CO$.

Es un fertilizante fuente de nitrógeno (N) que tiene la forma de cristal blanco y posee altas concentraciones de nitrógeno, su riqueza en nitrógeno es de 46%. Actúa rápidamente pero el agua puede arrastrarlo y no se puede guardar por mucho tiempo. El 91 % de la

urea producida se emplea como fertilizante. Se aplica al suelo y provee nitrógeno a la planta. También se utiliza la urea de bajo contenido de biuret (menor al 0.03 %) como fertilizante de uso foliar. Se disuelve en agua y se aplica a las hojas de las plantas, sobre todo frutales, cítricos (Molinos & Cía. 2017).

En el suelo, la urea al entrar en contacto con agua y en presencia de la enzima ureasa se convierte en carbonato amoníaco ($\text{CO}_3(\text{NH}_2)_2$), esta reacción eleva el pH a valores mayores de 8.0 en este ambiente alcalino el carbonato se descompone rápidamente en amoníaco (NH_3) y dióxido de Carbono (CO_2) el amoníaco es susceptible a volatilizarse pero en contacto con el agua se transforma en amonio (NH_4^+) que es fijado por los coloides del suelo para ser absorbido por la planta o pasar a un proceso de nitrificación (Villagarcía, 2003).

La urea como fertilizante, proporciona un alto contenido de nitrógeno, es esencial en el metabolismo de la planta ya que se relaciona directamente con la cantidad de tallos y hojas, quienes absorben la luz para la fotosíntesis. Además el nitrógeno está presente en las vitaminas y proteínas, y se relaciona con el contenido proteico de los cereales. Debe tenerse mucho cuidado en la correcta aplicación de la urea al suelo. Si ésta es aplicada en la superficie, o si no se incorpora al suelo, ya sea por correcta aplicación, lluvia o riego, el amoníaco se vaporiza y las pérdidas son muy importantes. La carencia de nitrógeno en la planta se manifiesta en una disminución del área foliar y una caída de la actividad fotosintética. (Molinos & Cía. 2017).

2.9.1.2. Superfosfato triple de calcio $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

El Súper Fosfato Triple (SFT), su riqueza es de 46 % de anhídrido fosfórico (P_2O_5) y 18 a 20 % de óxido de calcio (CaO), se clasifica primordialmente como una fuente de fósforo y como complemento secundario de calcio, disponible como Fosfato Cálcico es menor soluble que el DAP y el MAP; sin embargo, la absorción de este

nutriente por las plantas alcanza el 80 a 90 % del total disponible gracias a las variaciones de PH temperatura del suelo.

- **Compatibilidad:** Pueden mezclarse en cualquier circunstancia con Cloruro de Potasio y Sulfato de Potasio y con Sulfato de Amonio, Urea, Nitrato de Amonio, etc.) sólo debe efectuarse en el momento de su empleo para evitar el posible fraguado o apelmazamiento.
- **Comportamiento en el suelo:** Reacción levemente ácida en el suelo. Su pH en solución acuosa es aproximadamente de 4. Material de velocidad media de liberación del Fósforo.

Es un fertilizante de uso para aplicación directa al suelo. (Molinos & Cía. 2017).

2.9.1.3. Cloruro de potasio

El cloruro de potasio (KCl), su riqueza es de 60 % de potasa (K_2O) y se encuentra en los minerales en forma de catión monovalente (K^+), es utilizado como una fuente de K para la nutrición vegetal. Sin embargo, hay regiones donde las plantas responden favorablemente a la aplicación de Cl^- . El KCl es generalmente el material preferido para satisfacer estas necesidades. No hay un impacto significativo en el agua o aire asociado con dosis normales de aplicación de KCl, (Molinos & Cía, 2017).

2.9.2. Momento y formas de aplicación de los fertilizantes

Oportunidad de abonamiento o fertilización: Al momento de la siembra se aplica el 100% de fosforo, el 100% de potasio y sólo el 50% del nitrógeno. Al momento del primer aporque o ashal, se utiliza la urea; de esta manera, se aplica el 50% de nitrógeno que faltaba. (Velásquez, 2017).

Formas de realizar el abonamiento:

A chorro continuo: Los abonos o fertilizantes se aplican en el fondo del surco; luego, se tapa con una capa superficial de tierra para evitar el quemado de los brotes de la semilla. Esta forma de abonamiento se practica en siembras de áreas grandes. (Cabrera, 2013).

En golpes: Se coloca un puñado de abono o fertilizante entre semilla y semilla, esta forma de abonamiento se practica en siembra de áreas pequeñas. (Cabrera, 2013).



Figura N° 3: Formas de aplicación del fertilizante.

2.10. Variables

Las variables en estudio fueron:

2.10.1. Variables independientes

Niveles de fertilización N-P-K.- Doce niveles de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio.

2.10.2. Variables dependientes

Rendimiento.- Producto o utilidad que produce un cultivo.

Características biométricas.- La biometría, es un término que proviene del griego bio (vida) y metrón (medida), se dedica a desarrollar técnicas que permitan medir y analizar los parámetros físicos de planta y tubérculo en el cultivo de papa.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área experimental

3.1.1. Localización y ubicación geográfica

El trabajo de investigación se ejecutó en el sector San Juan, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, durante el periodo del enero a junio del 2017, ubicada geográficamente dentro de las coordenadas 6° 22' 46.7" de latitud sur y 78° 48' 18.44" de longitud oeste, altura de 2,668 m.s.n.m..

3.1.2. Características climatológicas de la zona de estudio

La provincia de Cutervo presenta un clima templado, moderadamente lluvioso. Bajo las condiciones en que se instaló el trabajo de investigación, el periodo de ejecución y la forma de conducción del trabajo, se tomó registros de temperatura y precipitación (Ver cuadro N° 07).

Temperatura

Las temperaturas promedio durante los meses de conducción experimental fueron de 17.87, 9.91 y 13.89 °C para la temperatura máxima, mínima y media, respectivamente (Cuadro N° 07).

En general, el cultivo de papa necesita temperaturas bajas (clima frío) para una buena producción aunque es deseable que en los dos primeros meses después de la siembra la temperatura sea templada para favorecer el rápido crecimiento de la planta. Existen diferencias de requerimientos términos según la variedad que se siembre, podemos generalizar, que temperaturas máximas o diurnas de 20 a 25°C y mínimas o nocturnas de 8 a 13°C son excelentes para una buena tuberización. (Egúsqiza, 2012). Durante la ejecución del trabajo, la temperatura media fue de 13.89, valor que se encuentra

cerca a lo requerido por el cultivo, influye en rendimiento y calidad del tubérculo.

Precipitación

Durante la conducción del experimento, se observó que la máxima precipitación fue en el mes de marzo con 135.6 mm, en cambio la menor correspondió al mes de junio con 55.7 mm y un promedio de 103.83 mm; valores necesarios para el abastecimiento y disponibilidad de agua para el cultivo (Cuadro N° 07).

Cuadro N° 07: Datos climatológicos estación meteorológica de SENAMHI – Cutervo. Año 2017.

Meses	Temperatura (°C)			PP
	Max	Min	Med	mm
Enero	17.61	9.7	13.65	125.4
Febrero	18.61	9.0	13.80	125.3
Marzo	17.53	10.29	13.91	135.6
Abril	17.59	10.29	13.94	105.3
Mayo	18.16	10.55	14.36	75.7
Junio	17.73	9.64	13.68	55.7
Promedio anual	17.87	9.91	13.89	103.83

Fuente: Estación Meteorológica SENAMHI – Cutervo. 2017.

3.1.3. Características edáficas de la zona de estudio

El suelo donde se realizó el trabajo, presentó una reacción acida (5.60), contenido bajo de sales solubles (0.66 mmhos/cm), hay que mejorar el pH. La materia orgánica es alta (7.52 %) y fuertes deficiencias de potasio soluble (278 ppm), calcio (0.4 %), fósforo (6.00 ppm) y elementos menores, fortalecer para no ser factor limitante de rendimiento. La textura franco arenosa es de mediana retención de humedad (Cuadro N° 07).

Cuadro N° 08: Resultado análisis de suelo. Estación Experimental Agraria Vista Florida – Chiclayo - INIA. Año 2016.



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA VISTA FLORIDA – CHICLAYO

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Tipo análisis	:	Fertilidad	Muestras	:	Suelos - 1
Nombre	:	Sr. Oscar Díaz Chilcon	Altura	:	2,550 m.s.n.m
Procedencia	:	Parcela Cruz San Juan	Cultivo a sembrar	:	Papa
Distrito/Dpto.	:	Cutervo/Cajamarca	Fecha emisión	:	20/12/16
Caserío	:	Huangasanga.			

Muestra	Extracto Saturado		M. Org.	P	K	Calcar.	Texturas (%)			
	PH	C. Elec.					Tipo de suelo			
		mhos/cm	%	ppm	ppm	%		Ao.	Lo.	Ar
M - 1	5.60	0.66	7.52	6.00	278	0.40	66	16	18	Fo Ao

Resultados: Reacción ácida y contenido bajo de sales solubles, valores normales de la zona en estudio, hay que mejorar el pH.
 La fertilidad es BAJA con materia orgánica alta y fuertes deficiencias de potasio disponible, calcio, fósforo, magnesio elementos menores, fortalecer estas deficiencias para no ser factor limitante del rendimiento.
 La textura franco arenosa, es de mediana retención de humedad.


 ING. DANTE BOCIÑA DÍAZ
 Jefe Laboratorio de Química y Suelos
 Jefe Lab. de Químicas y Suelos

3.2. Disposición experimental

3.2.1. Tratamiento en estudio

Los tratamientos en estudio son doce, que se distribuyeron en el campo como se muestra en el cuadro N° 10.

Estudio de línea de base.- La línea base para el estudio, es la extracción de nutrientes que se requiere para producir 30 toneladas de papa por hectárea, que equivale a 150–75–225 unidades de NPK; es decir, una relación de 5.0 N, 2.5 P₂O₅, 7.5 K₂O por tonelada. (Marieta, 2002).

De allí que se ha tomado el punto medio de 200-100-200 de NPK, con una diferencia de 50 unidades de N y P para la dosis de bajo y alto. En relación al potasio la diferencia con respecto a la dosis media es de 100 unidades; la razón, es que la papa extrae más potasio por tonelada de tubérculo (7.5 K₂O). (Elaboración propia, 2017).

Fuentes: Urea, Superfosfato triple de calcio y Cloruro de potasio

Testigo (T): 0-0-0 NPK

Formula (F): Nitrógeno bajo (NB), Nitrógeno medio (NM), Nitrógeno alto (NA), Fosforo bajo (PB), Fosforo medio (PM), Fosforo alto (PA), Potasio bajo (KB), Potasio medio (KM) y Potasio alto (KA).

Cuadro N° 09. Dosis de fertilización NPK.

NUTRIENTES	BAJO (B)	MEDIO (M)	ALTO (A)
NITROGENO (N)	150	200	250
FOSFORO (P ₂ O ₅)	50	100	150
POTASIO (K ₂ O)	100	200	300

Fuente: Elaboración propia.

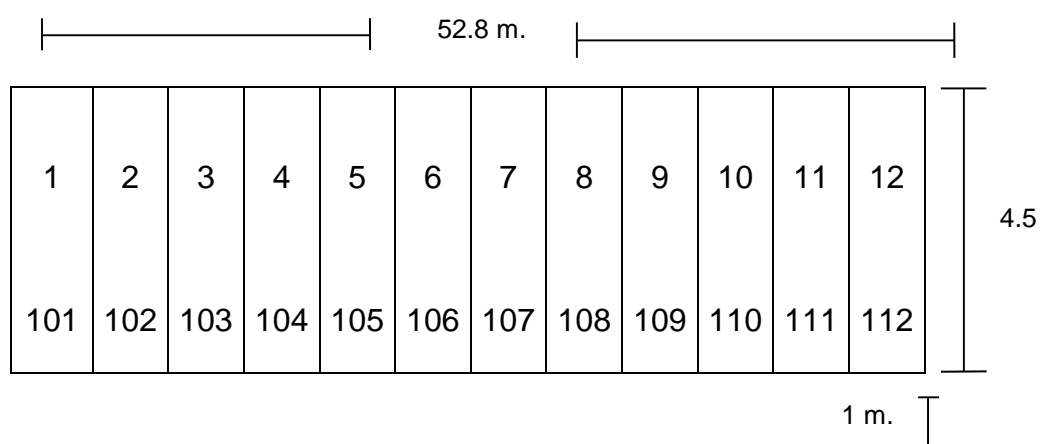
Cuadro N° 10. Tratamientos en estudio

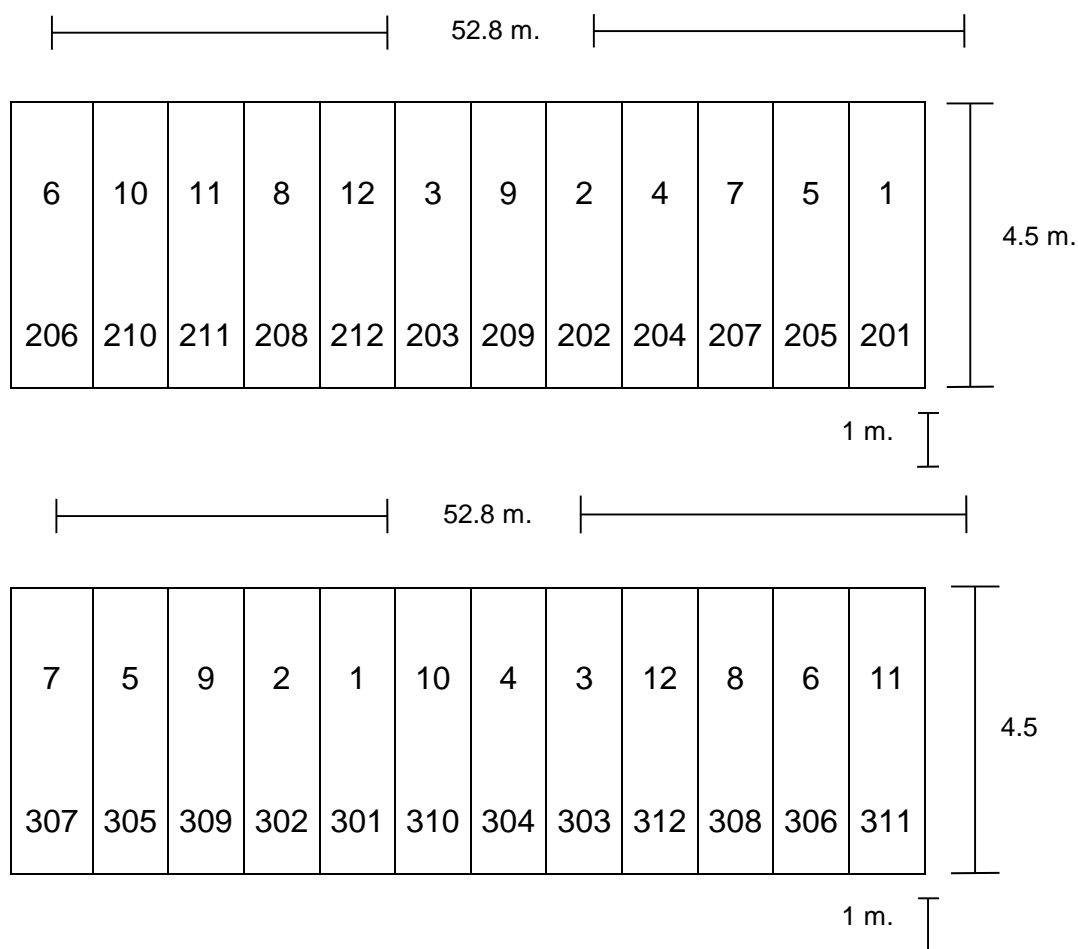
CLAVE	FORMULAS	REPETICIONES		
		I	II	III
1	N0-P0-K0 = 0-0-0 (T)	101	206	307
2	NB-PB-KB = 150-50-100	102	210	305
3	NM-PM-KM = 200-100-200	103	211	309
4	NA-PA-KA = 250-150-300	104	208	302
5	NA-PB-KB = 250-50-100	105	212	301
6	NA-PM-KM = 250-100-200	106	203	310
7	NM-PA-KM = 200-150-200	107	209	304
8	NM-PA-KA = 200-150-300	108	202	303
9	NM-PB-KA = 200-50-300	109	204	312
10	NB-PA-KA = 150-150-300	110	207	308
11	NB-PA-KB = 150-150-100	111	205	306
12	NB-PM-KA = 150-100-300	112	201	311

3.2.2. Diseño experimental

Para el presente trabajo se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con 12 repeticiones y 3 tratamientos.

Croquis del campo experimental





Área neta del experimento: $237.6 \times 3 = 712.8 \text{ m}^2$

Área total del experimento: $54.8 \times 17.5 \text{ m} = 959.0 \text{ m}^2$.

3.2.3. Características del campo experimental:

Las parcelas estuvieron ubicadas una a continuación de otras, con 60 plantas por parcela.

Repeticiones

Nº de repeticiones	:	3
Nº de tratamientos por repetición	:	12
Largo de repetición	:	42.8 m.
Ancho de repetición	:	4.5 m.
Área de repetición	:	237.6 m ²

Parcelas

Nº de parcelas/repetición	:	12
Largo	:	4.5 m.
Ancho	:	4.4 m.
Área	:	19.8 m ²

Surcos

Nº de surcos por parcela	:	4
Largo	:	4.5 m.
Distanciamiento	:	1.1 m.

Plantas

Nº de tubérculos/surco	:	15
Distanciamiento	:	0.30 m.

Resumen de Área

Área por parcela	:	19.8 m ²
Área por repetición	:	237.6 m ²
Área neta experimento	:	712.8 m ²
Área total experimentos	:	959.0 m ²

3.3. Material experimental**3.3.1. Características de la variedad de papa en estudio**

Variedad	:	INIA 302 Amarilis
Periodo vegetativo	:	120 a 130 días
Adaptación	:	Sierra centra y norte
Rendimiento	:	Hasta 30 t/ha
Flores	:	Color blanco
Días inicio tuberización	:	50 días
Días 50% floración	:	70 días
Brotes	:	Crema con jaspes morados
Ventajas	:	Tolerante a: - Rancho - Verruga - Roña

3.3.2. Equipos, insumos, herramientas y materiales

3.3.2.1. Equipos:

- Maquinaria agrícola para preparación de terreno
- Equipo de laboratorio para el análisis de suelo.
- Equipo de cómputo
- Mochila manual de 20 litros de capacidad
- Balanza de precisión
- Cámara fotográfica

3.3.2.2. Insumos:

- Semilla de papa variedad INIA 302 Amarilis
- Fertilizantes y abono foliar
- Pesticidas
- Combustible

3.3.2.3. Herramientas:

- Palanas
- Rastrillos
- Cuchillas
- Machetes

3.3.2.4. Materiales:

- Tablero
- Cordel
- Wincha
- Estacas
- Etiquetas
- Bolsas de papel
- Material de oficina (Papel, CDs, USB, lapiceros, etc.)

3.4. Conducción experimental

3.4.1. Preparación del terreno.- La preparación del terreno se realizó con tractor y fue lo más profunda y mullida posible. El rendimiento dependió mucho de las condiciones de preparación.

Aradura. Se realizó con rastra, cuando se iniciaron las primeras lluvias a una profundidad de 40 cm, es decir, en el mes de octubre.

Rastra. Se realizó con rastra, después de un mes de realizado la aradura con la finalidad de mullir bien los terrones.

Surcado. Esta labor se hizo con yunta, momentos antes de la siembra, los surcos fueron hechos en sentido de la menor pendiente a un distanciamiento de 1.0 metro y a una profundidad de 20 cm.

3.4.2. Semilla.- La semilla fue de calidad; es decir, semilla certificada obtenida de la Asociación de Productores Agropecuarios MISHA con un brotamiento vigoroso, uniforme y múltiple, con brotes no muy largos, peso de la semilla de 40 a 60 gramos correspondiendo a una semilla de segunda categoría.

3.4.3. Siembra.- La siembra se realizó el 04 de enero del 2017, a un distanciamiento de 30 cm entre tubérculo y tubérculo, se colocó en el fondo del surco con los brotes hacia arriba. El tapado se realizó uniformemente a fin de tener una germinación pareja.

3.4.4. Labores culturales:

Riegos.- La cantidad de agua que requiere el cultivo de papa, así como el momento de aplicación son factores importantes para el buen desarrollo del mismo. En el desarrollo del trabajo se investigación, no se realizó ningún riego por gravedad, solo se aprovechó el agua de lluvia.

Deshierbos.- Las malezas compiten con las plantas, por agua, luz, aire y sustancias nutritivas y son hospederas de plagas y enfermedades; por lo que, el campo permaneció limpio en los primeros 40 días después de la siembra, cuando las plantas tuvieron entre 15 a 20 cm

de altura. Dicha labor se hizo en forma manual a lampa y conjuntamente se realizó la segunda fertilización nitrogenada y el primer aporque, luego se hizo un segundo deshiero a los 55 días y también se realizó el segundo aporque.

“Rogwing” o descarte.- Consistió en eliminar o descartar todas las plantas de papa fuera de tipo (Atípicas) y sospechosas a fin de mantener la pureza de la variedad; así como evitar el contagio de virus. Se realizó antes del deshiero, al aporque y en especial en la floración.

Aporque.- Se realizó a los 15 días después del primer deshiero y cuando se inició la floración. El aporque fue alto y se cubrió la mayor longitud de tallos de la parte aérea.

3.4.5. Fertilización.- La fertilización se hizo de acuerdo al análisis de suelo, pero además, se tomó como referencia la fertilización que indica (Marieta, 2002). INIA – EEA. Baños del Inca – Cajamarca.

La fertilización se realizó al momento de la siembra, donde se incorporó el 50 % del nitrógeno y el 100 % del fósforo y potasio. El 50 % de nitrógeno restante se aplicó junto con la labor del primer aporque, esto debido a que el nitrógeno se disuelve fácilmente con el agua y se puede perder cuando se aplica todo al momento de la siembra.

La primera fertilización, fue al momento de la siembra, en mezcla a chorro continuo en el fondo del surco, luego se tapó con una pequeña capa de tierra y posteriormente se colocó la semilla y finalmente se tapó la semilla y el fertilizante al mismo tiempo.

El segundo abonamiento fue al deshiero o al primer aporque (40 dds), en golpes. Se pesó el fertilizante uniformemente para las 60 plantas de cada parcela colocando entre planta y planta, sin llegar a ponerlos en contacto, luego se procedió al tapado.

Las fuentes utilizadas fueron:

- Urea al 46% de N
- Superfosfato simple de calcio al 46% de P₂O₅
- Cloruro de potasio al 60% de K₂O.

3.4.6. Control fitosanitario.- Durante el desarrollo del cultivo se presentaron ataque de plagas (Epitrix, Diabroticas y Gorgojo) lo cual fue controlado con Dardo a la dosis de 125 ml/cilindro.

Para el caso de enfermedades se presentó ataque de rancho, el control fue preventivo utilizando Mancozed a la dosis de 500 gramos/cilindro, se hicieron 10 aplicaciones en el desarrollo del cultivo

3.4.7. Cosecha

Época de cosecha.- La época de cosecha es cuando el follaje toma un color amarillo, las hojas basales se caen y los tallos de las plantas se tumban.

Sin embargo para determinar el momento adecuado de la cosecha se realizó el MUESTREO DE TUBERCULOS, que consistió en sacar tubérculos de diferentes partes del campo (Áreas representativas) y someterlos a una ligera fricción con los dedos de la mano. Si la piel del tubérculo resiste y no se pela nos indica que el producto se encuentra maduro.

Corte de tallo.- La eliminación del follaje se hizo manualmente con la ayuda de una hoz que fue desinfectada en una solución de agua jabonosa en plena maduración del follaje. Los tubérculos permanecieron en el suelo por espacio de 10 días, hasta que la piel adquirió firmeza.

Cosecha.- La cosecha se hizo en forma manual utilizando lampas, se extrajeron los tubérculos de cada planta por surco de cada parcela, colocando sobre la superficie del suelo, sin mezclar los tubérculos para luego ser evaluados y pesados, para al final obtener el rendimiento, se utilizaron sacos blancos de polietileno, rafia de distintos colores para identificar los tratamientos, tarjetas para la identificación y plumones marcadores.

3.5. Características evaluadas

Altura de planta: Se evaluaron 10 plantas al azar correspondientes a los 2 surcos centrales (5 plantas/surco) por tratamiento, donde se evaluó la altura de planta (cm).

Diámetro polar y ecuatorial: Para estas mediciones físicas se tomó 10 tubérculos de papa al azar por cada tratamiento, se midió con un vernier y se obtuvo un promedio de cada tratamiento.

Número de tubérculos por planta.- Se contó el número total de tubérculos de 10 plantas cosechadas de cada parcela.

Rendimiento: Se cosecharon las plantas ubicadas en el área útil de cada parcela que corresponde a 9.9 m², se contó el número de plantas cosechadas, la producción de todas las plantas se colocó juntas en un solo lugar, luego se pesaron los tubérculos y los datos fueron expresados en kg/ha.

Numero de tubérculos no comerciales por planta.- De las 10 plantas seleccionadas, se separó los tubérculos por su peso y tamaño, menor de 80 gramos para determinar la cantidad de tubérculos por planta.

Numero de tubérculos comerciales por planta.- De las 10 plantas seleccionadas, se separó los tubérculos por su peso y tamaño, mayor de 80 gramos para determinar la cantidad de tubérculos por planta.

Características físicas de los tubérculos.- La metodología utilizada para evaluar las características físicas de tubérculos que se menciona a continuación fue la establecida por el Centro Internacional de la Papa (CIP):

- **Textura:** H = Harinosa, P = Pastosa, A = Arenosa.
- **Color de la pulpa:** A = Amarillenta, AC = Amarillo claro, B = Blanco BA = Blanco amarillento.
- **Tipo de piel:** R = Rugoso, L = Liso, E = Escamosas

- **Color de piel:** R = Rojo, C = Cremosa, A = Amarillo claro, AI = Amarillo intenso, RI = Rojo intenso.
- **Forma del tubérculo:** L = Largo, O = Ovalado, R = Redondo, OL = Oval alargado, OR = Oval redondo
- **Profundidad de los ojos:** 9 = superficial, 6 = Semi-Profundo, 3 = Muy profundo.

3.6. Análisis estadísticos

Se realizaron los ANAVAS por cada una de las características evaluadas, según el modelo lineal aditivo siguiente. (Martínez, 1988).

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} =Es la observación de la i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

μ =Es la media general del experimento.

t_i =Es el efecto asociado del i-ésimo tratamiento

β_j =Es el efecto asociado al j-ésimo bloque

ε_{ij} =Variación aleatoria asociada a la parcela del i-ésimo genotipo en el j-ésimo bloque.

Cuadro N° 11: Forma general del análisis de varianza

Fuentes de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Bloques	$(r-1) = 2$	$\frac{\sum x_j^2}{t} - \frac{(\sum x_j)^2}{rt} = sc. Bloques$
Tratamientos	$(t-1) = 11$	$\frac{\sum x_j^2}{r} - \frac{x^2}{rt} = sc. Tratamientos$
Error	$(r-1)(t-1) = 22$	Por diferencia
Total	$(txr-1) = 35$	$\frac{\sum x^2}{ijij} - \frac{(\sum x_i)^2}{rt} = sc. Total$

Fuente: Stell y Torrie (1985)

Previo al análisis estadístico, se probaron las asunciones principales del análisis de varianza, como la normalidad y homogeneidad de varianzas de los datos de la variable dependiente, el rendimiento de tubérculo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

De acuerdo al trabajo realizado y bajo las condiciones en la que se realizó el proyecto de investigación, los materiales empleados y los objetivos propuestos se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1. Análisis de variancia de las características evaluadas

Realizado el análisis de variancia para las diferentes características evaluadas, se observó que para la fuente de variación repetición, con excepción de la característica altura de planta y diámetro polar de tubérculos comerciales mostraron diferencias altamente significativas, las restantes mostraron ausencia de significación estadística; en cuanto a la fuente de variación tratamiento la mayor parte de las características evaluadas no mostraron significación estadística, solo las características número de tubérculos por planta y número de tubérculos no comerciales por planta mostraron alta significación y significación estadística respectivamente, lo que implica que aceptamos la hipótesis alternativa, y que estas características se mostraron con diferente respuesta a los niveles de fertilización evaluadas en el trabajo ejecutado (Cuadro N° 12).

Cuadro N° 12: Cuadrados de medios del análisis de variancia de las características evaluadas, “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.). Sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.

CARACTERÍSTICAS		REPETICIÓN	TRATAMIENTO	Error	C.V. (%)
	G.L	2	11	22	
Rdto. de tubérculos/ha		90413713.65 n.s	29857632.86n.s	26624395.05	17.45
N° tubérculos / planta $\sqrt{x+1}$		0.01 n.s	0.19 **	0.06	6.72
N° tubér. no comerc/planta $\sqrt{x+1}$		0.02 n.s	0.18 *	0.08	8.61
N° tubér. comercial/planta $\sqrt{x+1}$		0.10 n.s	0-09 n.s	0.06	10.93
Altura de planta (cm)		157.44 **	65.04 ns	153.99	13.06
Diám. polar de tubér. comercial		1.42 **	0.18 n.s	0.24	5.76
Diám. ecuat. de tuber. comercial		0.21 n.s	0.04 n.s	0.12	4.71

*: Significativo, **: Altamente Significativo, n.s no significativo, con niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01

4.2. Análisis de las características evaluadas

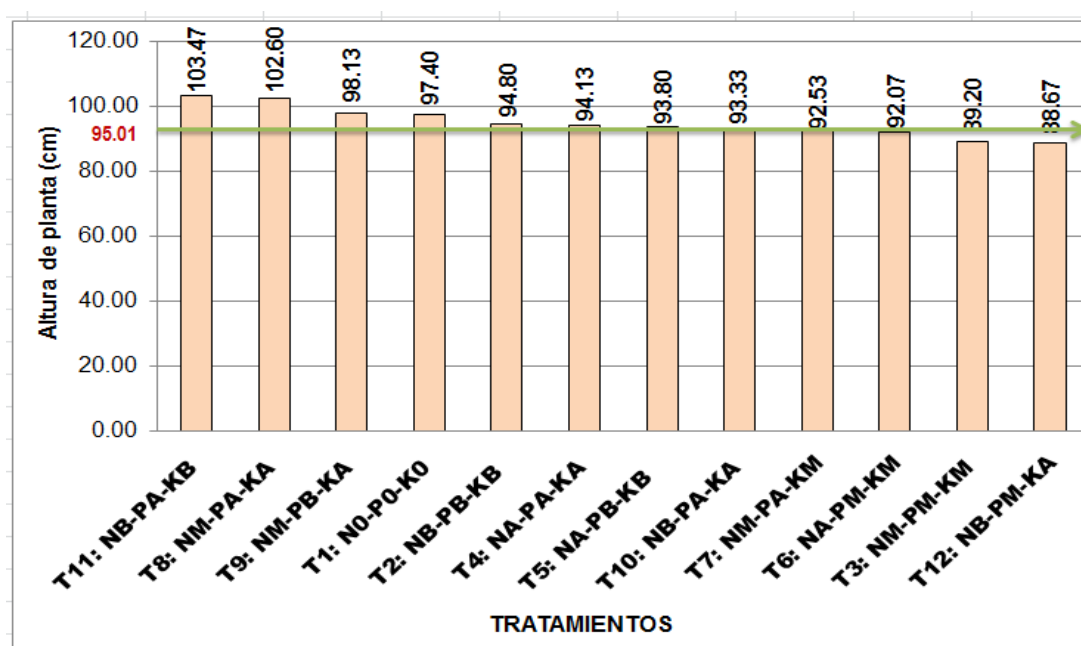
4.2.1. Altura de planta

Los valores promedios de altura de planta registrados por los tratamientos no difirieron estadísticamente, oscilando entre 103.47 y 88.67 cm, correspondiendo a los tratamientos **(NB-PA-KB = 150-150-200)** y **(NB-PM-KA = 150-100-300)** (Cuadro N° 13, gráfica N° 5), lo que implica que los niveles combinados de NPK en los tratamientos no afectaron el crecimiento en la altura de planta, así mismo tiene que ver mucho con las características físico-químico del suelo utilizado en el trabajo experimental. Teniendo como referencia el tratamiento **(N0-P0-K0 = 0-0-0)**, hace suponer que el suelo está muy bien provisto de elementos minerales disponibles suficientes. Alto contenido de materia orgánica 7.52 %. (Análisis de suelos. INIA, 2016).

Cuadro N° 13: Altura de planta (cm). “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”

OM	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Sig
1	NB-PA-KB = 150-150-100	103.47	A
2	NM-PA-KA = 200-150-300	102.60	A
3	NM-PB-KA = 200-50-300	98.13	A
4	N0-P0-K0 = 0-0-0 (Test)	97.40	A
5	NB-PB-KB = 150-50-100	94.80	A
6	NA-PA-KA = 250-150-300	94.13	A
7	NA-PB-KB = 250-50-100	93.80	A
8	NB-PA-KA = 150-150-300	93.33	A
9	NM-PA-KM = 200-150-200	92.53	A
10	NA-PM-KM = 250-100-200	92.07	A
11	NM-PM-KM = 200-100-200	89.20	A
12	NB-PM-KA = 150-100-300	88.67	A
	Promedio	95.01	

Gráfica N° 5: Altura de planta (cm). “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), en el sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.



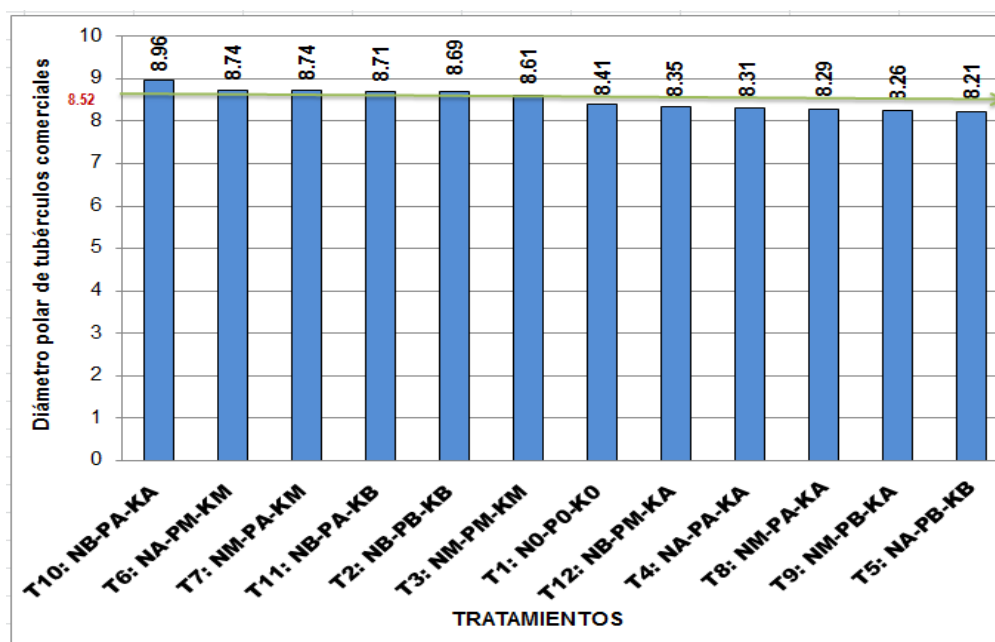
4.2.2. Diámetro polar de los tubérculos comerciales por planta

Los valores promedios registrados para cada tratamiento para esta característica, cuando se aplicó la prueba de Duncan, se determinó que no difirieron estadísticamente, fluctuando sus valores entre 8.96 y 8.21 cm de diámetro polar, correspondiendo los mismos, a los tratamientos (NB-PA-KA = 150-150-300) y (NA-PB-KB = 250-50-100), respectivamente. (Cuadro N° 14, gráfica N° 6). Esto indica que las dosis consideradas para cada tratamiento no influyen sobre el crecimiento en el diámetro polar de los tubérculos. (Cuadro N° 14, gráfica N° 6).

Cuadro N° 14: Diámetro polar de los tubérculos comerciales. “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”

OM	Tratamientos	Diámetro polar de los tubérculos comerciales	Sig
1	NB-PA-KA = 150-150-30	8.96	A
2	NA-PM-KM = 250-100-200	8.74	A
3	NM-PA-KM = 200-150-200	8.74	A
4	NB-PA-KB = 150-150-10	8.71	A
5	NB-PB-KB = 150-50-100	8.69	A
6	NM-PM-KM = 200-100-200	8.61	A
7	N0-P0-K0 = 0-0-0 (Test)	8.41	A
8	NB-PM-KA = 150-100-30	8.35	A
9	NA-PA-KA = 250-150-300	8.31	A
10	NM-PA-KA = 200-150-300	8.29	A
11	NM-PB-KA = 200-50-300	8.26	A
12	NA-PB-KB = 250-50-100	8.21	A
	Promedio	8.52	

Gráfica N° 6: Diámetro polar de los tubérculos comerciales. “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.



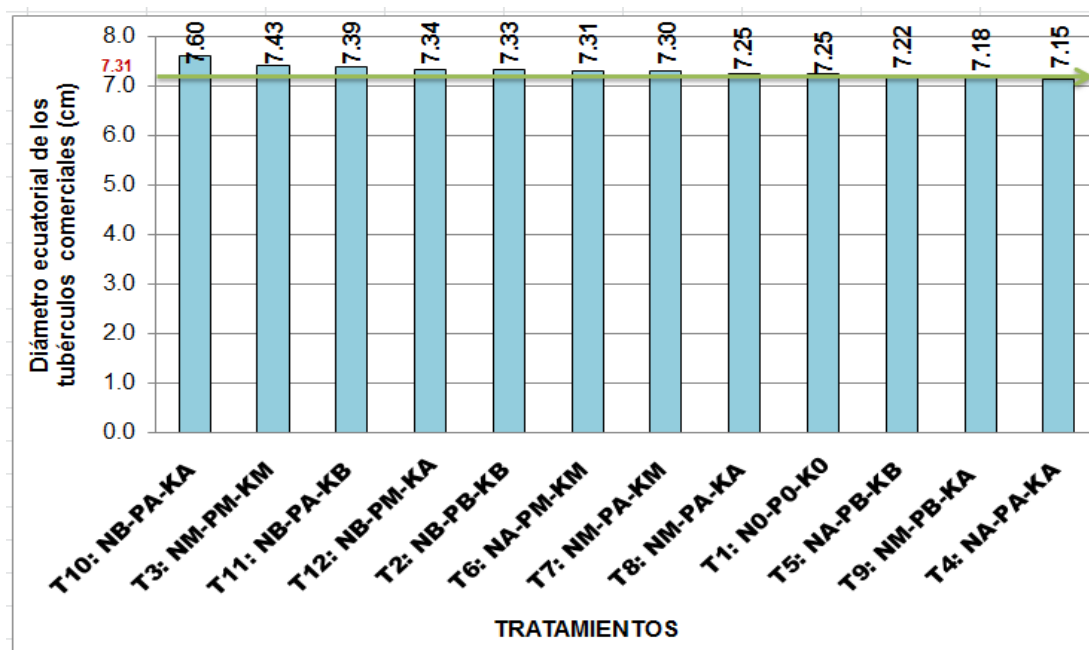
4.2.3. Diámetro ecuatorial de tubérculos comerciales por planta

Cuando se compararon los valores promedios para esta característica, obtenidos por cada tratamiento, estos mostraron igualdad estadística. Los valores promedio fluctuaron entre 7.60 cm y 7.15 cm de diámetro ecuatorial de los tubérculos, correspondiendo estos, a los tratamientos (NB-PA-KA = 150-150-300) y (NA-PA-KA = 250-150-300). (Cuadro N° 15, gráfica N° 7). Las dosis combinadas de NPK, en los tratamientos, como en el caso anterior, tampoco afectó al diámetro ecuatorial de los tubérculos de la variedad Amarilis. (Cuadro N° 15, gráfica N° 7).

Cuadro N° 15: Diámetro ecuatorial de tubérculos comerciales por planta (cm). “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”

OM	Tratamientos	Diámetro ecuatorial de tubérculos comerciales por planta (cm)	Sig
1	NB-PA-KA = 150-150-30	7.60	A
2	NM-PM-KM = 200-100-200	7.43	A
3	NB-PA-KB = 150-150-10	7.39	A
4	NB-PM-KA = 150-100-30	7.34	A
5	NB-PB-KB = 150-50-100	7.33	A
6	NA-PM-KM = 250-100-200	7.31	A
7	NM-PA-KM = 200-150-200	7.30	A
8	NM-PA-KA = 200-150-300	7.25	A
9	N0-P0-K0 = 0-0-0 (Test)	7.25	A
10	NA-PB-KB = 250-50-100	7.22	A
11	NM-PB-KA = 200-50-300	7.18	A
12	NA-PA-KA = 250-150-300	7.15	A
	Promedio	7.31	

Gráfica N° 7: Diámetro ecuatorial de tubérculos comerciales por planta (cm). “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”



4.2.4. Número de tubérculos por planta

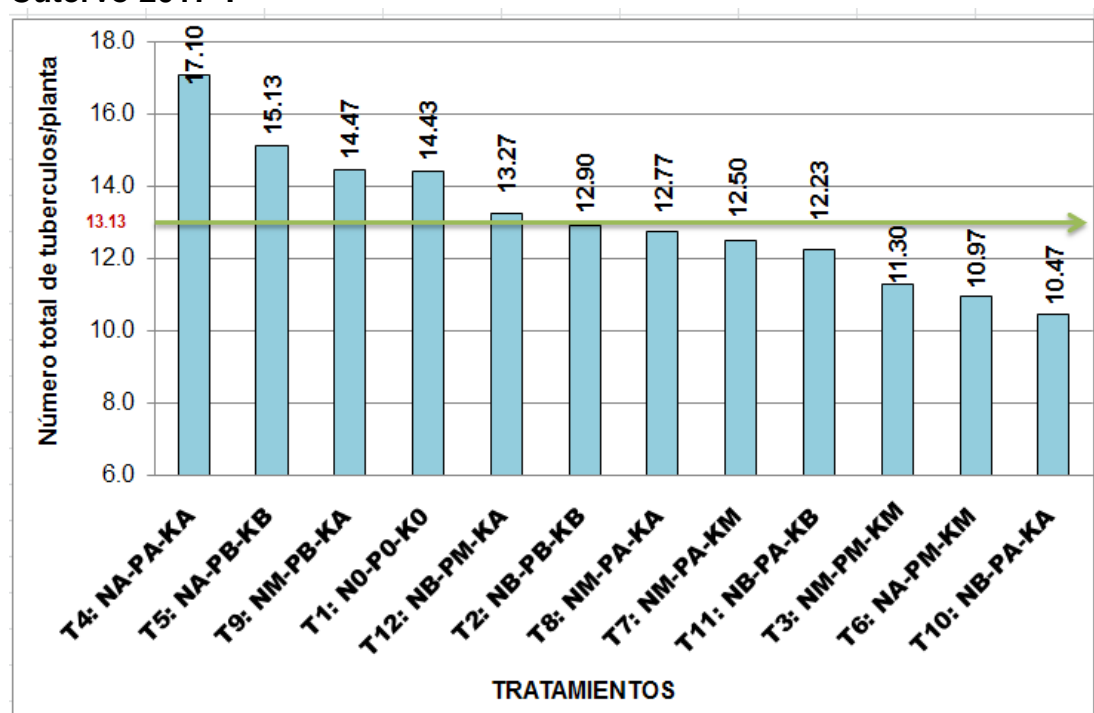
Los valores promedio obtenidos y registrados para cada tratamiento en estudio, difirieron cuando se aplicó la prueba de Duncan, mostrando igualdad estadística un grupo de cuatro tratamientos siendo el tratamiento (NA-PA-KA = 250-150-300) el que registró el mayor número de formación de tubérculos por planta con 17.10 tubérculos por planta, le sigue el tratamiento (NA-PB-KB = 250-50-100) con 15.13 tubérculos por planta y al final del grupo se encontró al tratamiento (N0-P0-K0 = 0-0-0 testigo) con 14.43 tubérculos por planta, pero fue superior estadísticamente a los tratamientos (NA-PM-KM = 250-100-200) y (NB-PA-KA = 150-150-300), con los cuales se registró los menores valores promedios, con 10.97 y 10.47 tubérculos por planta, respectivamente. (Cuadro N° 16, gráfica N° 8). Estos resultados, indican que la combinación de dosis altas de NPK consideradas en nuestro trabajo afecta favorablemente para la obtención de una mayor formación de tubérculos; sin embargo entre los tratamientos que no difirieron, se incluye el tratamiento testigo (N0-P0-K0 = 0-0-0). Podemos señalar que la papa variedad Amarilis tolera dosis altas de

NPK, pero también funciona con las cantidades de elementos minerales existente en el suelo.

Cuadro N° 16: Número de tubérculos por planta. “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.

OM	Tratamientos	Número total tubérculos/pta.	Sig
1	NA-PA-KA = 250-150-300	17.10	A
2	NA-PB-KB = 250-50-100	15.13	AB
3	NM-PB-KA = 200-50-300	14.47	ABC
4	N0-P0-K0 = 0-0-0 (Test)	14.43	ABC
5	NB-PM-KA = 150-100-30	13.27	BCD
6	NB-PB-KB = 150-50-100	12.90	BCD
7	NM-PA-KA = 200-150-300	12.77	BCD
8	NM-PA-KM = 200-150-200	12.50	BCD
9	NB-PA-KB = 150-150-10	12.23	BCD
10	NM-PM-KM = 200-100-200	11.30	CD
11	NA-PM-KM = 250-100-200	10.97	CD
12	NB-PA-KA = 150-150-30	10.47	D
	Promedio	13.13	

Gráfica N° 8: Número de tubérculos por planta. “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.



4.2.5. Rendimiento total de tubérculos por hectárea

Según los resultados del cuadro N° 17, los valores promedios registrados para cada tratamiento en estudio, difirieron estadísticamente, oscilando los valores entre 34,549.69 y 23,720.65 kg/ha, correspondiendo estos valores a los tratamientos con dosis alta (NA-PA-KA = 250-150-300) y al testigo (N0-P0-K0 = 0-0-0) donde no se aplicó fertilizante; mostrando que la fertilización tiene gran importancia económica y social en los planes de la agricultura moderna, la mejor combinación es con el nivel alto de N-P-K contempladas en el tratamiento (NA-PA-KA = 250-150-300), (Cuadro N° 17, gráfica N° 9).

Hay que tener en cuenta que el potasio es el elemento más consumido por el cultivo de papa, de igual manera el nitrógeno, que en conjunto son requeridos en cantidades mayores para obtener altos rendimientos; se menciona que 30 t/ha de papa puede extraer 150 kg/ha de nitrógeno y 225 kg/ha de potasio (Cervantes, 2002). Así mismo, debemos considerar que el efecto de la interacción potasio/fósforo, en el rendimiento del cultivo es superior al rendimiento que se obtiene por su aplicación individual. Entre mayor sea la cantidad aplicada de los elementos, la respuesta en el rendimiento se mejora hasta un punto máximo (Cabrera, 2013). Además se agrega, por los resultados obtenidos a medida que aumenta el rendimiento de un cultivo, mayor será la absorción total del nutriente (demanda). Para el N, P y K se ha establecido un requerimiento nutricional de 5.0 kg N; 2.5 kg P; y 7.5 kg K por cada tonelada de papa a producir. Por lo tanto, si un productor estima una producción de 30 tn/ha. Las demandas de N, P y K serán de 150, 75 y 225 kg/ha, respectivamente, (Cervantes, 2002).

Es importante mencionar que el resto de tratamientos con distintos niveles de fertilización, por el hecho de haber obtenido un rendimiento similar al tratamiento con niveles de fertilización alto, deja abierta la posibilidad que se haya aprovechado los elementos minerales provisto por la materia orgánica, según la cantidad, por los resultados de análisis de suelo, es alto (7.52 %). Así mismo, el análisis de suelo, arrojó un suelo con una reacción ácida (5.6), lo cual no afecta al cultivo, considerando que el cultivo de papa se adapta a

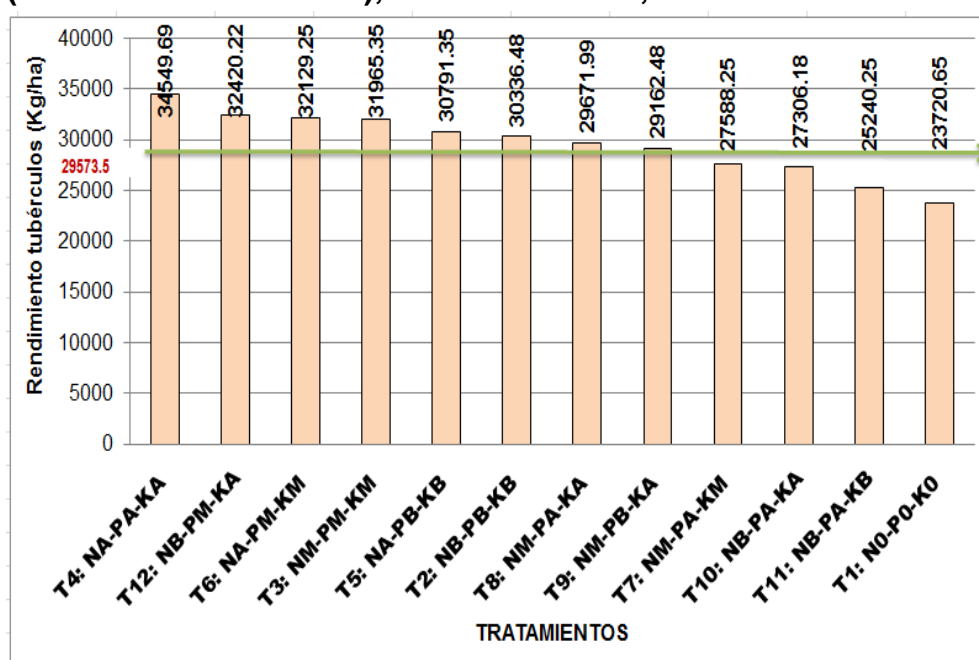
suelos ácidos. El pH óptimo varía entre 5,0 y 6,5; fuera de estos rangos algunos elementos suelen volverse menos disponibles para la planta.

Cuadro N° 17: Rendimiento de tubérculos por hectárea “Efecto de 12 niveles de fertilización N–P–K de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.

OM	Tratamientos	Rdto kg/ha	Sig
1	NA-PA-KA = 250-150-300	34549.69	A
2	NB-PM-KA = 150-100-300	32420.22	AB
3	NA-PM-KM = 250-100-200	32129.25	ABC
4	NM-PM-KM = 200-100-200	31965.35	ABC
5	NA-PB-KB = 250-50-100	30791.35	ABC
6	NB-PB-KB = 150-50-100	30336.48	ABC
7	NM-PA-KA = 200-150-300	29671.99	ABC
8	NM-PB-KA = 200-50-300	29162.48	ABC
9	NM-PA-KM = 200-150-200	27588.25	ABC
10	NB-PA-KA = 150-150-300	27306.18	ABC
11	NB-PA-KB = 150-150-200	25240.25	BC
12	N0-P0-K0 = 0-0-0	23720.65	C
	Promedio	29573.51	

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 17.675

Gráfica N° 9: Rendimiento de tubérculos por hectárea “Efecto de 12 niveles de fertilización N–P–K de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.



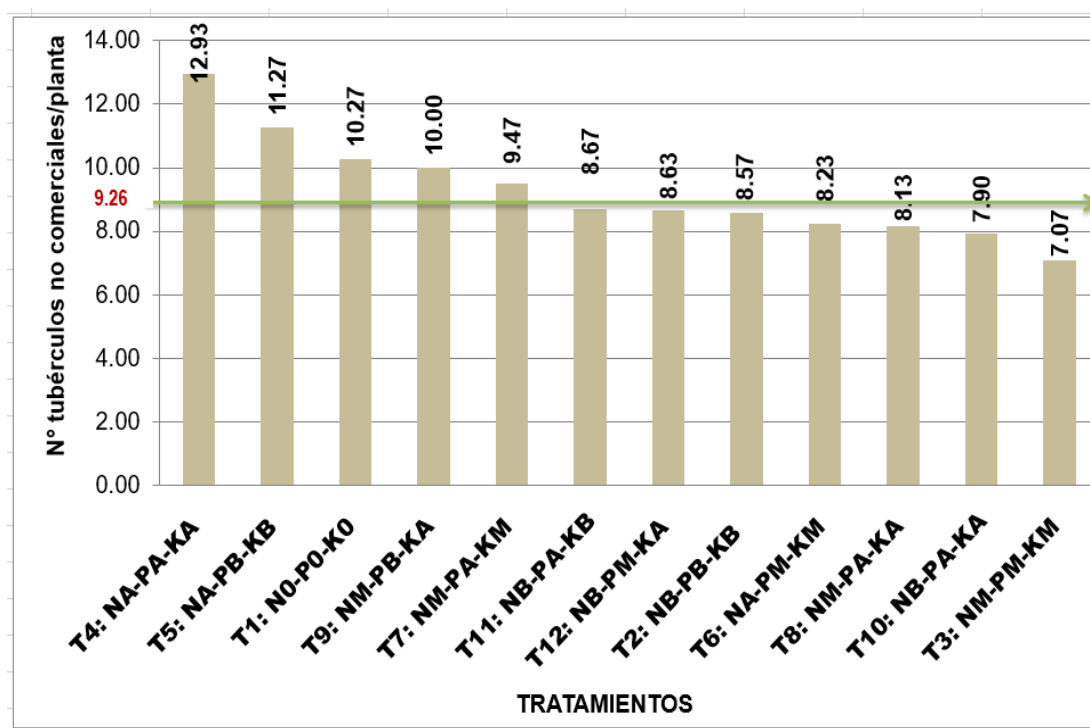
4.2.6. Número de tubérculos no comerciales por planta

Cuando se aplicó la prueba discriminadora de Duncan, para comparar los valores promedios obtenidos para cada tratamiento, se determinó que variaron estadísticamente, siendo el tratamiento (NA-PA-KA = 250-150-300), el que registró un mayor número de tubérculos no comerciales por planta, con 12.93, mostrando igualdad estadística un grupo de 4 tratamientos, en el que se incluye el tratamiento testigo (N0-P0-K0 = 0-0-0), que obtuvo 10.27 tubérculos no comerciales por planta, pero superior al tratamiento (NM-PM-KM = 200-100-200), que registro el menor valor con la formación de solo 7.07 tubérculos no comerciales. (Cuadro N° 18, gráfica N° 10).

Cuadro N° 18: Número de tubérculos no comerciales por planta. “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.

OM	Tratamientos	Número de tubérculos no comerciales	Sig
1	NA-PA-KA = 250-150-300	12.93	A
2	NA-PB-KB = 250-50-100	11.27	AB
3	N0-P0-K0 = 0-0-0 (Test)	10.27	ABC
4	NM-PB-KA = 200-50-300	10.00	ABC
5	NM-PA-KM = 200-150-200	9.47	BC
6	NB-PA-KB = 150-150-10	8.67	BC
7	NB-PM-KA = 150-100-30	8.63	BC
8	NB-PB-KB = 150-50-100	8.57	BC
9	NA-PM-KM = 250-100-200	8.23	BC
10	NM-PA-KA = 200-150-300	8.13	BC
11	NB-PA-KA = 150-150-30	7.90	BC
12	NM-PM-KM = 200-100-200	7.07	C
	Promedio	9.26	

Gráfica N° 10: Número de tubérculos no comerciales por planta. “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.



4.2.7. Número de tubérculos comerciales por planta

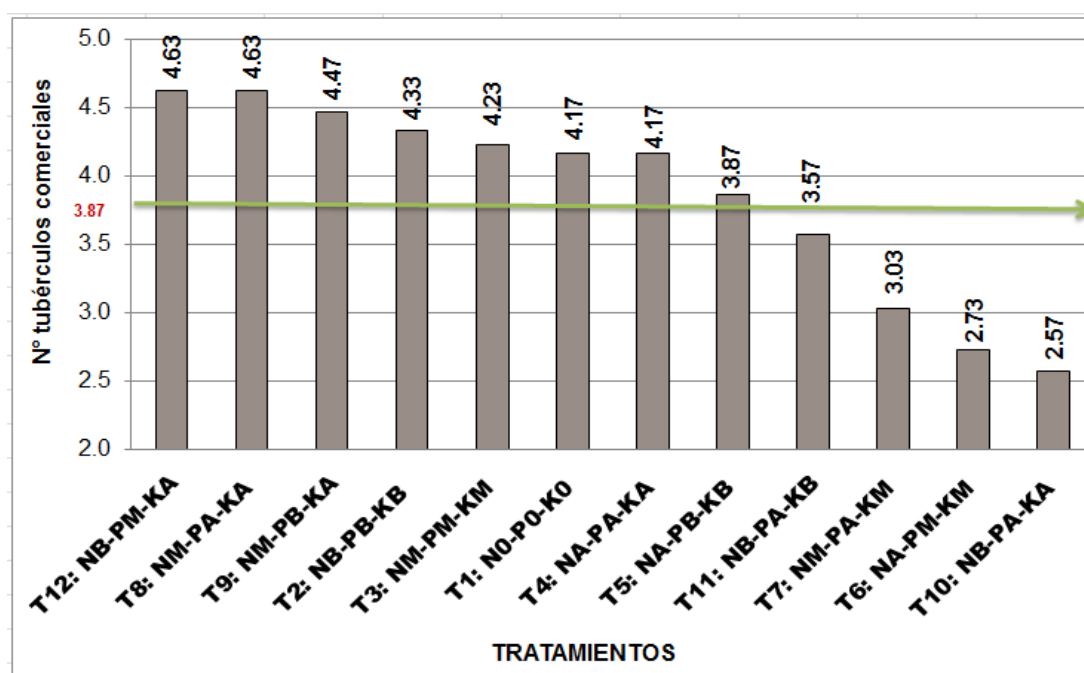
Los valores promedio obtenidos, mostraron diferencia estadística. Los tratamientos (NB-PM-KA = 150-100-300) y (NM-PA-KA = 200-150-300), obtuvieron los mayores valores con igual valor de 4.63 tubérculos comerciales por planta. Mientras que el último lugar de orden de mérito lo obtuvo el tratamiento (NB-PA-KA = 150-150-300) con solo 2.57 tubérculos comerciales. (Cuadro N° 19, gráfica N° 11).

Este comportamiento de las plantas cuando son sometidas a los tratamientos en estudio, hace suponer que las características físico- químico del suelo son similares en el área en que se condujo el trabajo, en otras palabras un suelo provisto de los elementos minerales, lo suficiente para afectar favorablemente al cultivo de papa.

Cuadro N° 19: Número de tubérculos comerciales por planta. “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.

OM	Tratamientos	N° de tubérculos comerciales	Sig
1	NB-PM-KA = 150-100-30	4.63	A
2	NM-PA-KA = 200-150-300	4.63	A
3	NM-PB-KA = 200-50-300	4.47	AB
4	NB-PB-KB = 150-50-100	4.33	AB
5	NM-PM-KM = 200-100-200	4.23	AB
6	N0-P0-K0 = 0-0-0 (Test)	4.17	AB
7	NA-PA-KA = 250-150-300	4.17	AB
8	NA-PB-KB = 250-50-100	3.87	AB
9	NB-PA-KB = 150-150-10	3.57	AB
10	NM-PA-KM = 200-150-200	3.03	AB
11	NA-PM-KM = 250-100-200	2.73	AB
12	NB-PA-KA = 150-150-30	2.57	B
	Promedio	3.87	

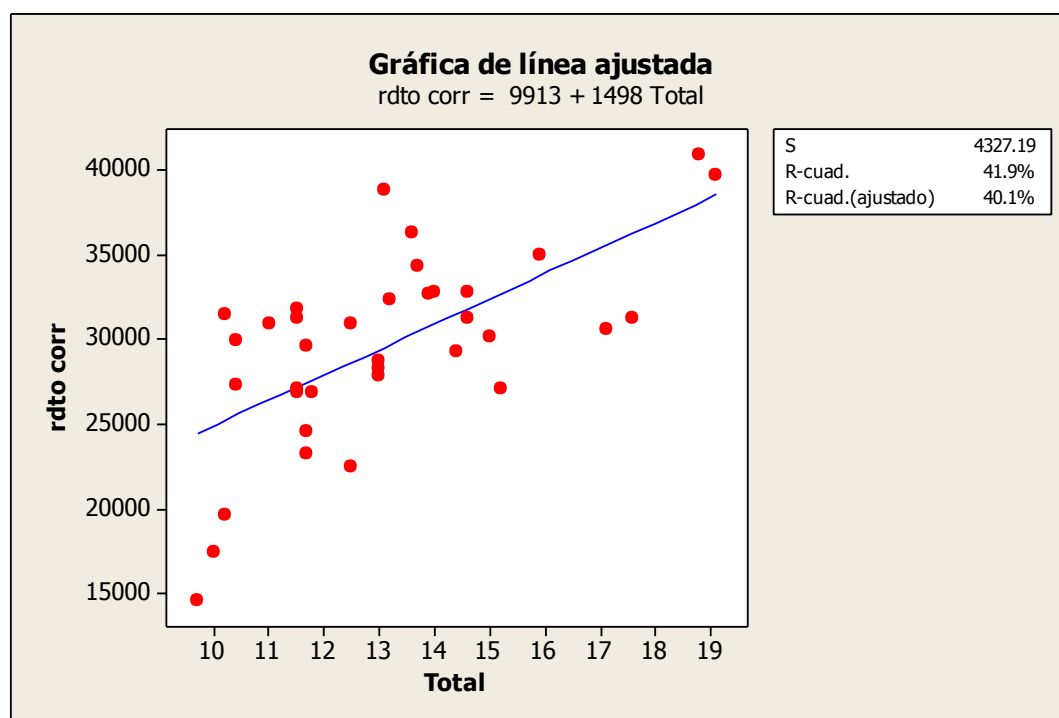
Gráfica N° 11: Número de tubérculos comerciales por planta. “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.



4.2.8. Rendimiento de tubérculos por hectárea vs. Número de tubérculos por planta

La asociación del rendimiento de tubérculos por hectárea con la característica número de tubérculos por planta tuvo un valor de coeficiente ($r = 0.6470^{**}$), y fue altamente significativa, con un coeficiente de determinación ($r^2 \times 100$) equivalente a 41.86%, lo que indica que del 100% de variaciones en el rendimiento de tubérculos por hectárea, 41.86% se debe al número de tubérculos por planta. En cuanto a la regresión entre esta característica se obtuvo un coeficiente de regresión de $b=1498$, que fue altamente significativo, el cual indica que el rendimiento de tubérculos por hectárea se incrementa 1,498 kg/ha, cuando se aumenta en una unidad el número de tubérculos por planta. (Cuadro N° 20, gráfica N° 12).

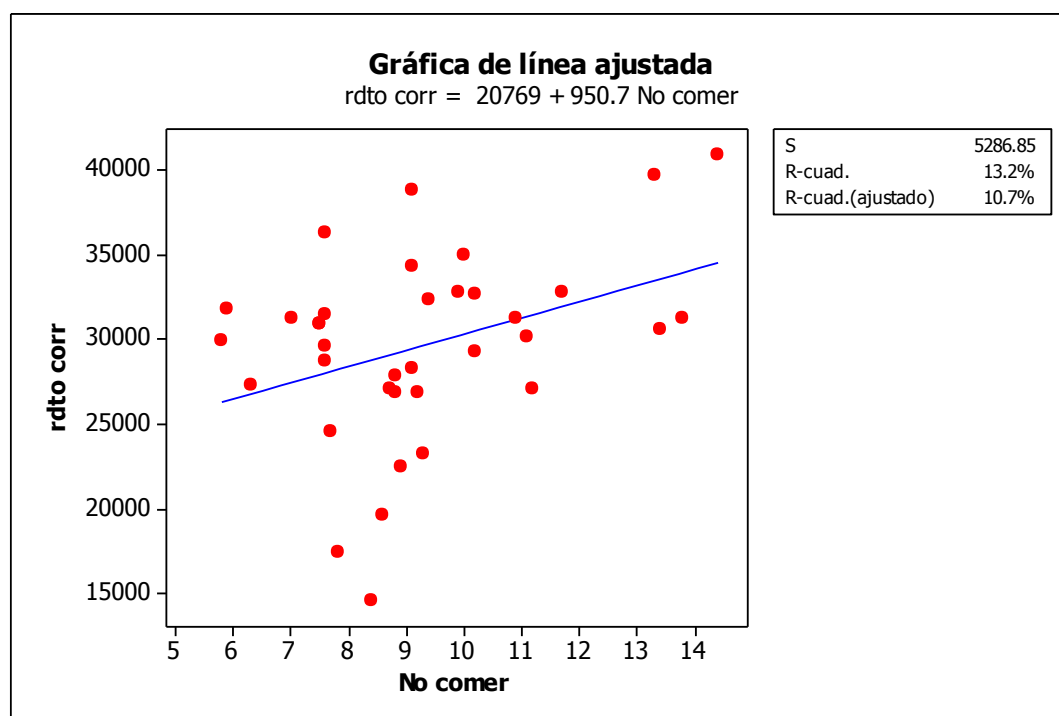
Gráfica N° 12: Rendimiento de tubérculo Vs. Numero de tubérculos por planta.



4.2.9. Rendimiento de tubérculos por hectárea vs. Número de tubérculos no comerciales por planta

El grado de asociación entre estas variables ($r = 0.363^*$) fue significativo, con un coeficiente de determinación equivalente a $r^2 \times 100 = 13.17\%$, que indica que del 100% de las variaciones que se produzcan en el rendimiento de grano, es debido a un 13.17% por efecto del número de tubérculos no comerciales. Respecto a la relación entre estas características, se determinó un coeficiente de regresión ($b = 950.7^*$), que implica que el rendimiento de tubérculos se incrementará en 950.7, por cada unidad de tubérculo no comercial que se aumente en la planta (Cuadro N° 20, gráfica N° 13).

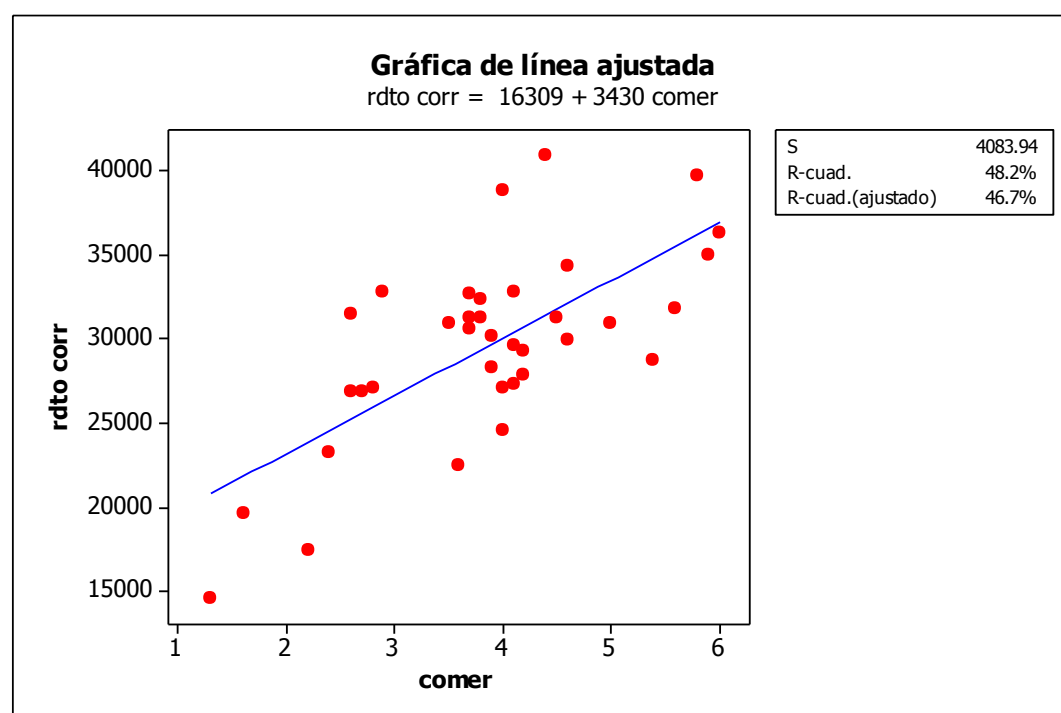
Gráfica N° 13: Rendimiento de tubérculo Vs. Numero de tubérculos no comerciales por planta.



4.2.10. Rendimiento de tubérculos por hectárea vs. Número de tubérculos comerciales por planta

El grado de asociación entre estas variables ($r = 0.694^{**}$) fue altamente significativa, con un coeficiente de determinación equivalente a $r^2 \times 100 = 48.16\%$, que indica que del 100% de las variaciones que se produzcan en el rendimiento de papa, se ha debido a un 48.16% por efecto del número de tubérculos comerciales. En cuanto a la relación entre estas características, se registró un coeficiente de regresión ($b = 3430^{**}$), que implica que el rendimiento de tubérculos se incrementará en 3430, por cada unidad de tubérculo comercial que se aumente por planta (Cuadro N° 20, gráfica N° 14).

Gráfica N° 14: Rendimiento de tubérculo Vs. Numero de tubérculos comerciales por planta.



4.2.11. Correlación y regresión simple lineal entre el rendimiento y sus componentes

Cuadro N° 20: Correlaciones: Rendimiento corregido, N° de tubérculos totales, N° de tubérculos no comerciales, N° de tubérculos comerciales, diámetro polar, diámetro ecuatorial.

	Rdto. Corregido	Total	No comerciales	Comerciales	Diámetro polar	Diámetro ecuatorial
Total	0.647 **					
	0.000					
No comerciales	0.363 *	0.883				
	0.029	0.000				
Comerciales	0.694	0.466	-0.003			
	0.000	0.004	0.985			
Diámetro polar	-0.163	-0.234	-0.110	-0.291		
	0.342	0.169	0.521	0.085		
Diámetro ecuatorial	0.005	-0.176	-0.190	-0.015	0.620	
	0.976	0.305	0.266	0.930	0.000	
Altura	0.297	0.198	0.072	0.288	0.172	0.188
	0.078	0.246	0.678	0.088	0.317	0.272
Germinación	-0.000	0.142	0.165	-0.008	0.424	0.250
	1.000	0.408	0.336	0.964	0.010	0.141

Contenido de la celda: Correlación de Pearson. Valor P

Cuadro N° 21: Correlación y regresión lineal simple entre el rendimiento de tubérculos (kg/ha) y sus componentes.

Rdto. de tubérculos /ha Vs.	Coef. de correlación (r)	Coef. de determinación (r ² x 100)	Coefficiente de regresión (b)	Ecuación de regresión
N° tubérculos/planta	0.6470**	41.86	1498 **	Y = 9913 + 1498 X
N° tubérculos no comerciales	0.363 *	13.17	950.7*	Y = 20769 + 950.7X
N° tubérculos comerciales	0.694**	48.16	3430**	Y = 16309 + 3430X
Diámetro polar tubérculo comer.	-0.163 n.s	2.66	- 1695 n.s	Y = 44021+ (-1695)X
Diámetro ecuatorial tubérculo comer.	0.005 n.s	0.0025	93 n.s	Y = 28895 + 93X
Porcentaje de germinación	-0.0 n.s.	0.0	- 0.1	Y= 29582 + (- 0.1)X

4.2.12. Características físicas de los tubérculos

Al realizar la evaluación de las características físicas de los tubérculos de papa variedad INIA 302 Amarilis, se observó que todos los tratamientos presentaron similares características.

Cuadro N° 22: Características físicas de los tubérculos “Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”.

Tratamientos	CARACTERÍSTICAS DE LOS TUBÉRCULOS					
	Textura	Color de pulpa	Tipo de piel	Color de piel	Forma de tuber	Prof. ojos
N0-P0-K0 = 0-0-0	H	AC	L	A	O	9
NB-PB-KB = 150-50-100	H	AC	L	A	O	9
NM-PM-KM = 200-100-200	H	AC	L	A	O	9
NA-PA-KA = 250-150-300	H	AC	L	A	O	9
NA-PB-KB = 250-50-100	H	AC	L	A	O	9
NA-PM-KM = 250-100-200	H	AC	L	A	O	9
NM-PA-KM = 200-150-200	H	AC	L	A	O	9
NM-PA-KA = 200-150-300	H	AC	L	A	O	9
NM-PB-KA = 200-50-300	H	AC	L	A	O	9
NB-PA-KA = 150-150-300	H	AC	L	A	O	9
NB-PA-KB = 150-150-200	H	AC	L	A	O	9
NB-PM-KA = 150-100-300	H	AC	L	A	O	9

Fuente: Elaboración del tesista de acuerdo al CIP.

Según la evaluación realizada, la textura fue harinosa (H), el color de pulpa amarillo claro (AC), el tipo de piel liso (L), color de piel amarillo claro (A), la forma de tubérculo ovalado (O) y la profundidad de ojos superficial (9). (Cuadro N° 21).

V. CONCLUSIONES

Considerando las condiciones en la que se efectuó el trabajo de investigación, los materiales empleados, los objetivos propuestos y los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. De acuerdo a la prueba de Duncan se determinó que los tratamientos son distintos entre sí para las características, rendimiento de tubérculo, número de tubérculo por planta, numero de tubérculo no comerciales y numero de tubérculos comerciales por planta. En el resto de características evaluadas vale decir, altura de planta, diámetro polar y diámetro ecuatorial de tubérculo, en todos los tratamientos fueron similares.
2. El rendimiento del tubérculo, de acuerdo a la prueba de Duncan su comportamiento heterogéneo respondería a la utilización de los niveles de fertilización N-P-K; es decir, los tratamientos establecidos en el estudio incurriría en el comportamiento del rendimiento de la papa variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), en el sector San Juan, Distrito de Cutervo 2017. el tratamiento NA-PA-KA=250-150-300 produce un rendimiento de 34,680.13 kg/ha, sin embargo hubo igual estadística con otros 9 tratamientos. de un total de 12.
3. Según el análisis de regresión utilizado, se establece que las características número total de tubérculos, numero tubérculos no comerciales y numero de tubérculo comerciales por planta influye significativamente sobre el rendimiento de tubérculo. El mayor impacto sobre el rendimiento lo genera el número de tubérculos comerciales por planta.
4. El testigo en muchas de las características estuvo muy lejos de ocupar los últimos lugares, incluso llego a formar parte del grupo superior de tratamiento en dos oportunidades (número de tubérculo por planta y numero de tubérculos no comerciales por planta). Este se debería a que el suelo contiene materia orgánica alta (7.52%).

VI. RECOMENDACIONES

1. Por los resultados obtenidos, se recomienda una combinación de (NA-PA-KA = 250-150-300), ya que se obtuvo el mayor rendimiento con 34,680.13 kilos por hectárea en el sector San Juan - Cutervo.
2. Evaluar las dosis y las combinaciones en otros espacios y diferentes épocas de siembra; así como, en diferentes pisos ecológicos y localidades del distrito de Cutervo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agrobanco. 2012. Producción de papa en sierra. Lima - Perú
2. Bolivia, D. 2010. Exposición, muestreo, análisis e interpretación de resultados en el cultivo de papa. EE. Vista Florida – Chiclayo – Perú. 27 diapositivas.
3. Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica. 2006. Centro Internacional de la Papa (CIP), y la Federación Departamental de Comunidades Campesinas (FEDECH).
4. Cabrera, H. 2003. El cultivo de papa. Folleto 1 ed. EEA. Baños del Inca Cajamarca - Perú. Asociación Obispo Martínez Compañón. 14 p.
5. Cabrera, H. 2013. El cultivo de papa. Estación Experimental Agraria Baños del Inca – Cajamarca - Perú.
6. Cervantes, M. 2002. Exposición Absorción de nutrientes y requerimiento nutricional del cultivo de papa. INIA – Cajamarca.
7. CIP - Centro Internacional de la Papa. 2006. La papa del CIP. Lima - Perú.
8. Domínguez, A. 1989. “Tratado de Fertilización”. Segunda Edición. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid.
9. Egúsqiza, B.R. (2000) La Papa: producción, transformación y comercialización. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Asociación de Exportadores (ADEX), Lima, Perú.
10. Egúsqiza, R. 2008. La papa, producción, transformación y comercialización. 1 ed. Lima Per. CIMAGRAF S.R.L. 192 p.
11. Egúsqiza, R. 2012. Producción de papa en la sierra. Lima – Perú. 26 pág.
12. FAO – Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación. 2005. Importancia del cultivo de papa en el mundo.
13. FOOD and AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) 2014. Anuario Estadístico 2014 de la Alimentación y Agricultura en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura - FAO. Santiago, Chile.178 pp.

14. Flores & Villagarcía S. 1974. "Manual de uso de fertilizantes", Departamento de Suelos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú. 89 pág.
15. García, F. 2002. Manejo de la fertilidad de suelos y fertilización para altos rendimientos en la región pampeana Argentina. 4º Conferencia Fertilizantes Cono Sur. British Sulphur. Porto Alegre Brasil 18-20 noviembre.
16. Gálvez Gástelu. Yuri. 2014. Exposición de taxonomía y morfología de la papa. Lima – Perú. 61 diapositivas.
17. Gómez, R. (2000) Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papa, Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú.
18. Herrera, A. 2009. Efecto de aplicación de abonos orgánicos y químicos en el cultivo de la papa (*Solanum Tuberosum*), y su comportamiento en las propiedades físicas del suelo. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. La Paz – Bolivia.
19. INIA, 2017. Estudio de las potencialidades productivas de los cultivos de maíz, papa y pastos en el distrito de Cutervo. EEA. Baños del Inca. Cajamarca – Perú. 34 pág.
20. Martínez A. G. 1988. "Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría". Edit. Trillas. México D. F.- México.
21. Martínez O, R. 1995. Coeficientes de variabilidad *Agronomía Tropical*. 20(2): 81-95
22. Ministerio de Agricultura - Dirección General de Competitividad Agraria Dirección de Información Agraria, 2012. Informe anual. Lima – Perú.
23. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO (MINAGRI). 2014. Informe técnico anual 2013-2014. Principales Aspectos Agroeconómicos de la Cadena Productiva de la Papa. Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI. Lima, Perú. 94 pp.
24. MINAGRI – Ministerio de Agricultura y Riego – Agencia Agraria de Cutervo. 2018. Exposición Situación actual, tendencia y perspectiva del cultivo de papa en la provincia de Cutervo – Cajamarca.
25. Molinos & Cía. 2017. Propiedades físicas y químicas de los fertilizantes sintéticos. Lima – Perú.

26. Ochoa, C.M. (2001) Las Papas de Sudamérica: Bolivia. Centro Internacional de la Papa (CIP), Instituto Francés de Estudios Andinos (IFEA), Lima, Perú, 2001.
27. Ochoa, C.M. (2003) Las Papas del Perú: base de datos 1947–1997. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú.
28. PARDAVE, C. (2004). Cultivo y comercialización del cultivo de papa. Perú. Palomino. 133 pp.
29. SANCHEZ, R. (2003). “Abonos Orgánicos y Lombricultura” Primera impresión,. Lima – Perú, 17 – pp.
30. SANCHEZ, R. (2003). “Cultivo y Comercialización de la Papa“. Primera impresión. Lima – Perú, 43 – 44 pp.
31. Spooner, D.M., McLean, K., Ramsay, G., Waugh, R. y Bryan, G.J. (2005) A Single Domestication for Potato Based on Multilocus Amplified Fragment Length Polymorphism Genotyping, PNAS, Vol. 102(41).
32. Steel R. y J. H. Torrie, 1985. "Bioestadística: Principios y Procedimientos", 2º edición. Edit. Mac Graw Hill. Colombia.
33. Universidad Nacional Agraria La Molina 1987. El Cultivo de Papa con énfasis en Producción de Semilla. Lima – Perú.
34. Villagarcía, S. 2003. El cultivo de la papa - La nutrición mineral y la fertilización de la papa. UNASAM – Huaraz – Ancash – Perú. Pág. 28.

VIII. ANEXOS

ANEXO N° 1: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANAVA)

“Efecto de 12 niveles de fertilización N – P - K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (*Solanum tuberosum* L.), sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”

ANAVA 1: Germinación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Germi	36	0.40	0.04	6.16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	449.38	13	34.57	1.11	0.4022
Bloque	150.62	2	75.31	2.41	0.1128
trata	298.77	11	27.16	0.87	0.5795
Error	686.42	22	31.20		
Total	1135.80	35			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 31.2009 gl: 22

Bloque Medias n E.E.

1.00	93.33	12	1.61	A
3.00	90.56	12	1.61	A B
2.00	88.33	12	1.61	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 31.2009 gl: 22

trata	Medias	n	E.E.
NB-PA-KB = 150-150-20..	95.56	3	3.22 A
NM-PA-KA = 200-150-300..	94.44	3	3.22 A
NB-PM-KA = 150-100-30..	93.33	3	3.22 A
NA-PB-KB = 250-50-100	92.22	3	3.22 A
NA-PM-KM = 250-100-200..	92.22	3	3.22 A
NA-PA-KA = 250-150-300..	91.11	3	3.22 A
NM-PB-KA = 200-50-300	91.11	3	3.22 A
NM-PA-KM = 200-150-200..	88.89	3	3.22 A
NM-PM-KM = 200-100-200..	88.89	3	3.22 A
NB-PA-KA = 150-150-30..	87.78	3	3.22 A
NB-PB-KB = 150-50-100	87.78	3	3.22 A
N0-P0-K0 = 0-0-0	85.56	3	3.22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANAVA 2: Altura de planta (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	36	0.53	0.26	13.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3864.29	13	297.25	1.93	0.0840
Bloque	3148.88	2	1574.44	10.22	0.0007
trata	715.41	11	65.04	0.42	0.9298
Error	3387.78	22	153.99		
Total	7252.08	35			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 153.9902 gl: 22

Bloque Medias n E.E.

3.00	105.27	12	3.58	A
1.00	97.12	12	3.58	A
2.00	82.65	12	3.58	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 153.9902 gl: 22

trata	Medias	n	E.E.
NB-PA-KB = 150-150-20..	103.47	3	7.16 A
NM-PA-KA = 200-150-300..	102.60	3	7.16 A
NM-PB-KA = 200-50-300	98.13	3	7.16 A
N0-P0-K0 = 0-0-0	97.40	3	7.16 A
NB-PB-KB = 150-50-100	94.80	3	7.16 A
NA-PA-KA = 250-150-300..	94.13	3	7.16 A
NA-PB-KB = 250-50-100	93.80	3	7.16 A
NB-PA-KA = 150-150-30..	93.33	3	7.16 A
NM-PA-KM = 200-150-200..	92.53	3	7.16 A
NA-PM-KM = 250-100-200..	92.07	3	7.16 A
NM-PM-KM = 200-100-200..	89.20	3	7.16 A
NB-PM-KA = 150-100-30..	88.67	3	7.16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANAVA 3: Diámetro polar de tubérculo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DiamPolar	36	0.48	0.17	5.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.84	13	0.37	1.55	0.1781
Bloque	2.84	2	1.42	5.90	0.0089
trata	2.00	11	0.18	0.75	0.6787
Error	5.30	22	0.24		
Total	10.15	35			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2411 gl: 22

Bloque Medias n E.E.

1.00	8.73	12	0.14	A
3.00	8.71	12	0.14	A
2.00	8.13	12	0.14	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2411 gl: 22

trata	Medias	n	E.E.
NB-PA-KA = 150-150-30..	8.96	3	0.28 A
NA-PM-KM = 250-100-200..	8.74	3	0.28 A
NM-PA-KM = 200-150-200..	8.74	3	0.28 A
NB-PA-KB = 150-150-20..	8.71	3	0.28 A
NB-PB-KB = 150-50-100	8.69	3	0.28 A
NM-PM-KM = 200-100-200..	8.61	3	0.28 A
N0-P0-K0 = 0-0-0	8.41	3	0.28 A
NB-PM-KA = 150-100-30..	8.35	3	0.28 A
NA-PA-KA = 250-150-300..	8.31	3	0.28 A
NM-PA-KA = 200-150-300..	8.29	3	0.28 A
NM-PB-KA = 200-50-300	8.26	3	0.28 A
NA-PB-KB = 250-50-100	8.21	3	0.28 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANAVA 4: Diámetro ecuatorial de tubérculo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DiamEcua	36	0.26	0.00	4.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.92	13	0.07	0.59	0.8331
Bloque	0.42	2	0.21	1.78	0.1924
trata	0.49	11	0.04	0.38	0.9508
Error	2.61	22	0.12		
Total	3.52	35			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1185 gl: 22

Bloque Medias n E.E.

3.00	7.45	12	0.10 A
1.00	7.31	12	0.10 A
2.00	7.18	12	0.10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1185 gl: 22

trata	Medias	n	E.E.
NB-PA-KA = 150-150-30..	7.60	3	0.20 A
NM-PM-KM = 200-100-200..	7.43	3	0.20 A
NB-PA-KB = 150-150-20..	7.39	3	0.20 A
NB-PM-KA = 150-100-30..	7.34	3	0.20 A
NB-PB-KB = 150-50-100	7.33	3	0.20 A
NA-PM-KM = 250-100-200..	7.31	3	0.20 A
NM-PA-KM = 200-150-200..	7.30	3	0.20 A
NM-PA-KA = 200-150-300..	7.25	3	0.20 A
N0-P0-K0 = 0-0-0	7.25	3	0.20 A
NA-PB-KB = 250-50-100	7.22	3	0.20 A
NM-PB-KA = 200-50-300	7.18	3	0.20 A
NA-PA-KA = 250-150-300..	7.15	3	0.20 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANAVA 5: Numero de tubérculos por planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Total	36	0.59	0.34	14.90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	120.18	13	9.24	2.42	0.0330
Bloque	0.82	2	0.41	0.11	0.8992
trata	119.36	11	10.85	2.84	0.0180
Error	84.20	22	3.83		
Total	204.37	35			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 3.8271 gl: 22

Bloque Medias n E.E.

3.00	13.26	12	0.56	A
1.00	13.21	12	0.56	A
2.00	12.92	12	0.56	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 3.8271 gl: 22

trata	Medias	n	E.E.
NA-PA-KA = 250-150-300..	17.10	3	1.13 A
NA-PB-KB = 250-50-100	15.13	3	1.13 A B
NM-PB-KA = 200-50-300	14.47	3	1.13 A B C
N0-P0-K0 = 0-0-0	14.43	3	1.13 A B C
NB-PM-KA = 150-100-30..	13.27	3	1.13 B C D
NB-PB-KB = 150-50-100	12.90	3	1.13 B C D
NM-PA-KA = 200-150-300..	12.77	3	1.13 B C D
NM-PA-KM = 200-150-200..	12.50	3	1.13 B C D
NB-PA-KB = 150-150-20..	12.23	3	1.13 B C D
NM-PM-KM = 200-100-200..	11.30	3	1.13 C D
NA-PM-KM = 250-100-200..	10.97	3	1.13 C D
NB-PA-KA = 150-150-30..	10.47	3	1.13 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANAVA 6: Rendimiento de tubérculos por hectárea

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
rdto	36	0.39	0.04	19.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	486458297.91	13	37419869.07	1.10	0.4087
Bloque	179800247.14	2	89900123.57	2.64	0.0939
trata	306658050.77	11	27878004.62	0.82	0.6235
Error	749356641.61	22	34061665.53		
Total	1235814939.52	35			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 34061665.5278 gl: 22

Bloque Medias n E.E.

3.00	32659.93	12	1684.78	A
1.00	28619.53	12	1684.78	A B
2.00	27441.08	12	1684.78	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 34061665.5278 gl: 22

trata	Medias	n	E.E.
NA-PA-KA = 250-150-300..	34680.13	3	3369.55 A
NB-PM-KA = 150-100-30..	33333.33	3	3369.55 A
NM-PM-KM = 200-100-200..	31313.13	3	3369.55 A
NA-PB-KB = 250-50-100	31313.13	3	3369.55 A
NM-PA-KA = 200-150-300..	30976.43	3	3369.55 A
NA-PM-KM = 250-100-200..	30303.03	3	3369.55 A
NB-PB-KB = 150-50-100	29292.93	3	3369.55 A
NM-PB-KA = 200-50-300	29292.93	3	3369.55 A
NM-PA-KM = 200-150-200..	26936.03	3	3369.55 A
NB-PA-KB = 150-150-20..	26936.03	3	3369.55 A
T10: NB-PA-KA = 150-150-30..	26262.63	3	3369.55 A
T1: N0-P0-K0 = 0-0-0	24242.42	3	3369.55 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANAVA 7: Rendimiento corregido de tubérculos por hectárea

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
rdto corr	36	0.47	0.15	17.45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	509261388.74	13	39173952.98	1.47	0.2054
Bloque	180827427.31	2	90413713.65	3.40	0.0518
trata	328433961.44	11	29857632.86	1.12	0.3913
Error	585736691.16	22	26624395.05		
Total	1094998079.90	35			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 26624395.0526 gl: 22

Bloque	Medias	n	E.E.
3.00	32725.15	12	1489.53 A
2.00	28288.97	12	1489.53 B
1.00	27706.42	12	1489.53 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 26624395.0526 gl: 22

tratamientos	Medias	n	E.E.
NA-PA-KA = 250-150-300..	34549.69	3	2979.06 A
NB-PM-KA = 150-100-30..	32420.22	3	2979.06 A B
NA-PM-KM = 250-100-200..	32129.25	3	2979.06 A B
NM-PM-KM = 200-100-200..	31965.35	3	2979.06 A B
NA-PB-KB = 250-50-100	30791.35	3	2979.06 A B
NB-PB-KB = 150-50-100	30336.48	3	2979.06 A B
NM-PA-KA = 200-150-300..	29671.99	3	2979.06 A B
NM-PB-KA = 200-50-300	29162.48	3	2979.06 A B
NM-PA-KM = 200-150-200..	27588.25	3	2979.06 A B
NB-PA-KA = 150-150-30..	27306.18	3	2979.06 A B
NB-PA-KB = 150-150-20..	25240.25	3	2979.06 A B
N0-P0-K0 = 0-0-0	23720.65	3	2979.06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANAVA 8: Numero de tubérculos no comerciales por planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
No comer	36	0.56	0.30	19.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	89.98	13	6.92	2.17	0.0524
Bloque	1.98	2	0.99	0.31	0.7358
trata	88.00	11	8.00	2.51	0.0318
Error	70.08	22	3.19		
Total	160.07	35			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 3.1857 gl: 22

Bloque Medias n E.E.

1.00	9.52	12	0.52	A
2.00	9.32	12	0.52	A
3.00	8.95	12	0.52	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 3.1857 gl: 22

trata	Medias	n	E.E.
NA-PA-KA = 250-150-300..	12.93	3	1.03 A
NA-PB-KB = 250-50-100	11.27	3	1.03 A B
N0-P0-K0 = 0-0-0	10.27	3	1.03 A B C
NM-PB-KA = 200-50-300	10.00	3	1.03 A B C
NM-PA-KM = 200-150-200..	9.47	3	1.03 B C
NB-PA-KB = 150-150-20..	8.67	3	1.03 B C
NB-PM-KA = 150-100-30..	8.63	3	1.03 B C
NB-PB-KB = 150-50-100	8.57	3	1.03 B C
NA-PM-KM = 250-100-200..	8.23	3	1.03 B C
NM-PA-KA = 200-150-300..	8.13	3	1.03 B C
NB-PA-KA = 150-150-30..	7.90	3	1.03 B C
NM-PM-KM = 200-100-200..	7.07	3	1.03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANAVA 9: Numero de tubérculos comerciales por planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
comer	36	0.47	0.16	26.91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21.04	13	1.62	1.50	0.1963
Bloque	3.56	2	1.78	1.64	0.2159
trata	17.48	11	1.59	1.47	0.2132
Error	23.82	22	1.08		
Total	44.86	35			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 1.0827 gl: 22

Bloque Medias n E.E.

3.00	4.31	12	0.30	A
1.00	3.69	12	0.30	A
2.00	3.60	12	0.30	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 1.0827 gl: 22

trata	Medias	n	E.E.	
NB-PM-KA = 150-100-30..	4.63	3	0.60	A
NM-PA-KA = 200-150-300..	4.63	3	0.60	A
NM-PB-KA = 200-50-300	4.47	3	0.60	A B
NB-PB-KB = 150-50-100	4.33	3	0.60	A B
NM-PM-KM = 200-100-200..	4.23	3	0.60	A B
N0-P0-K0 = 0-0-0	4.17	3	0.60	A B
NA-PA-KA = 250-150-300..	4.17	3	0.60	A B
NA-PB-KB = 250-50-100	3.87	3	0.60	A B
NB-PA-KB = 150-150-20..	3.57	3	0.60	A B
NM-PA-KM = 200-150-200..	3.03	3	0.60	A B
NA-PM-KM = 250-100-200..	2.73	3	0.60	A B
NB-PA-KA = 150-150-30..	2.57	3	0.60	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo N° 2: Resultado análisis de suelos: Estación Experimental Agraria Vista Florida – Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2016).



LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Tipo Análisis	Fertilidad	Muestras	Suelos- 1
Nombre	SR. OSCAR DIAZ CHILCON	Altura	2,550 m.s.n.m
Procedencia	PARCELA CRUZ DE SAN JUAN	Cultivo a Sembrar	Papa
Distrito/ Dpto	CUTERVO / CAJAMARCA	Fecha Emisión	20/12/2016
Caserio	HUANGASAANGA		

Muestras	Extracto saturado		M.O. %	P ppm	K ppm	Calcar. %	Texturas (%)			Tipo suelo
	pH	C. elec mhos/cm					Ao.	Lo	Ar	
M-1	5.60	0.66	7.52	6.00	278	0.40	66	16	18	Fo Ao

Resultado :reacción ácida y contenido bajo de sales solubles, valores normales de la zona en estudio, hay que mejorar el p H .
 La fertilidad es BAJA con materia orgánica alta y fuertes deficiencias de potasio disponible, calcio, fósforo, magnesio y elementos menores, fortalecer estas deficiencias para no ser factor limitante del rendimiento . La textura franco arenosa es de mediana retención de humedad


ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
 Jefe Laboratorio de Química y Suelos
 Jefe Lab. de Químicos y Suelos

Anexo N° 3: Ficha técnica del cultivo de papa variedad INIA 302 Amarilis.

NOMBRE CIENTÍFICO	<i>SOLANUM TUBEROSUM SPANDIGENA.</i>
Familia	<i>Solanaceae.</i>
Variedad	INIA 302 Amarilis
Origen	Germoplasma del Centro Internacional de la Papa. Liberada por el INIA en 1993.
Época de siembra	Noviembre a enero.
Época de cosecha	Febrero a abril. Se cosecha segundo previamente el follaje y se recogen los tubérculos roturando el suelo con picos.
Agroecología	<p>De amplia adaptación costa y sierra.</p> <p><u>Clima</u> Temperatura mínima: 10°C Temperatura óptima: 18°C-23°C Temperatura máxima: 25°C <u>Precipitación:</u> 600 mm – 900 mm anuales <u>Topografía</u> Inclínación del terreno: menor a 25% <u>Suelos</u> Textura: media (Franco, franco arcilloso) Drenaje: bueno Pedregosidad: menor de 15% Profundidad: mayor a 50 cm Características químicas pH: 5.4 a 6.6 <u>Altitud</u> hasta 3,800msnm</p>
Momento de cosecha	Epidermis adherida, no se desprende al presionar el tubérculo. La cosecha y envasado es manual.
Periodo vegetativo	4 meses, precoz.
Rendimiento	50,000 kg por ha, en la zona en estudio logra 11,000 kg por ha.
Envase utilizado	Sacos de polipropileno de 100 Kg.
Descripción	Plantas de porte mediano y vigoroso. Hojas con foliolos anchos. Follaje verde oscuro, buena cobertura foliar. Flores blancas y numerosas. Escasa fructificación. Tubérculos ovalados, piel crema, ojos superficiales, pulpa amarillenta, brotes cremosos con pigmentos rojizos.
Calidad culinaria	Muy buena, pulpa amarillenta, hasta 22% de materia seca.
Tolerante a enfermedades	Tolerante a la “ranchar” (<i>Phytophthora infestans</i>), tolerante a “rhizoctoniasis” (<i>Rhizoctonia solani</i>).
Tipo de siembra	Siembra directa.

Cantidad de semilla	1,500 a 2,000 Kg de tubérculo semilla, Semilla propia.
Suelos	Suelos profundos, franco arenosos, franco, franco arcillosos, arcillosos, buen drenaje,
Abonamiento y fertilización	Aplicación de estiércol descompuesto y fertilizantes sintéticos (úrea, fosfato diamónico y cloruro de potasio). La fertilización sintética es variable, en otros casos se emplea sólo estiércol descompuesto
Plagas, enfermedades y su control	Control químico, generalmente con pesticidas organofosforados.
Riegos	En la “campaña grande” el riego es mediante la precipitación pluvial. En las zonas más bajas se utiliza el riego por gravedad.
Distanciamiento	0.8 a 0.9 m entre surcos y 0.25 a 0.30 m entre plantas.
Utilización	Por lo regular se consume en guisos y frituras.

Fuente: MINAGRI-DGAAA-DERN-PP.0089-RDSA

ANEXO N° 3: LAMINAS FOTOGRÁFICAS

Foto N° 1: Mapa de la provincia de Cutervo.

