



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“PEDRO RUIZ GALLO”**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum L.*) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016-2017”**

**TESIS**

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

**AUTOR:**

**Llatas Delgado, Hilber Nilson**

**ASESOR:**

**Ing. Mg. Padilla Pérez, Adolfo**

**LAMBAYEQUE - PERÚ**

**2020**

# TESIS

“Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016-2017”

## PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO



---

**HILBER NILSON LLATAS DELGADO**  
AUTOR



---

**ING. MG. ADOLFO PADILLA PÉREZ**  
ASESOR

**APROBADO POR:**



---

**Ing. M. Sc. JORGE ZEÑA CALLACNÁ**  
PRESIDENTE DEL JURADO



---

**DR. WILFREDO NIETO DELGADO**  
SECRETARIO DEL JURADO



---

**ING. M. SC. ROBERTO TIRADO LARA**  
VOCAL

## Declaración jurada de Originalidad

Yo, **Hilber Nilson Llatas Delgado** investigador principal y **Adolfo Padilla Pérez** asesor del trabajo de investigación “**Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum L.*) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016-2017**”, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrara lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, agosto del 2020



---

**Hilber Nilson Llatas Delgado**  
Autor



---

**Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez**  
Asesor

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

Hilber Nilson Llatas Delgado

## 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. Jorge Zeña Callacna**, **Secretario: Dr. Wilfredo Nieto Delgado**, **Vocal: Ing. M. Sc. Roberto Tirado Lara**), 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. Gilberto Chávez Santa Cruz**, docente de la Universidad Nacional “Pedro Ruíz Gallo” por su apoyo en el análisis estadístico de los datos para la redacción 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.

Hilber Nilson Llatas Delgado

## INDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>17</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>18</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>19</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>21</b>
2.1. Antecedentes	21
2.2. Marco teórico	28
2.2.1. La papa variedad Yungay	28
2.2.2. La papa variedad “INIA 302 Amarilis”	29
2.2.3. La papa variedad “INIA 309 - Serranita”	30
2.2.4. Cultivo de papa en Perú	31
2.2.5. Cultivo de papa en Cutervo	34
2.2.6. Exigencias climáticas y edáficas	34
2.2.7. Fertilidad del suelo	36
2.2.8. Necesidad de los principales nutrientes en el cultivo de papa	36
2.2.9. Rol de los macronutrientes: Elementos primarios	37
2.2.10. Los abonos orgánicos	41
2.2.11. Los abonos inorgánicos	43
2.2.12. Fertilizantes en estudio	44
2.2.12.1. Urea (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO.	44
2.2.12.2. Fosfato diamónico (DAP) (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	45
2.2.12.3. Cloruro de potasio (KCl)	46
2.2.13. Momento y formas de aplicación de los fertilizantes	46
2.2.13.1. Oportunidad de abonamiento o fertilización:	46
2.2.13.2. Formas de realizar el abonamiento	46

2.2.14.	Localidades	47
2.2.15.	Coeficiente de variabilidad	47
2.2.16.	Variables	48
2.2.16.1.	Variables independientes	48
2.2.16.2.	Variables dependientes	48
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>49</b>
3.1.	Área experimental	49
3.1.1.	Localización y ubicación geográfica	49
3.1.2.	Características climatológicas de la zona de estudio	49
3.1.3.	Características edáficas de la zona de estudio	51
3.2.	Disposición experimental	53
3.2.1.	Tratamiento en estudio	53
3.2.2.	Diseño experimental	54
3.3.	Conducción experimental	55
3.3.1.	Preparación del terreno.	55
3.3.2.	Semilla.	56
3.3.3.	Siembra.-	56
3.3.4.	Labores culturales:	56
3.3.5.	Fertilización.	57
3.3.6.	Control fitosanitario.	58
3.3.7.	Cosecha	58
3.4.	Características evaluadas	59
3.4.1.	Rendimiento t/ha.	59
3.4.2.	Número total tubérculos por planta.	59
3.4.3.	Número de tubérculos comerciales por planta.	59
3.4.4.	Número de tubérculos no comerciales por planta.	60
3.4.5.	Peso promedio de tubérculos por planta.	60
3.5.	Análisis estadísticos de los datos	60

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	61
4.1. Análisis de varianza de las características evaluadas	61
4.1.1. Rendimiento (t/ha)	61
4.1.2. Número total de tubérculos por planta	72
4.1.3. Número de tubérculos comerciales por planta.	82
4.1.4. Número de tubérculos no comerciales por planta	92
4.1.5. Peso promedio de tubérculos por planta	102
4.2. Correlaciones de Pearson para los atributos evaluados	112
4.3. Regresiones del rendimiento de tubérculos y las variables evaluadas	113
4.3.1. Análisis de regresión Polinomial: Rendimiento de tubérculos t/ha versus peso de tubérculos por planta.	113
4.3.2. Análisis de regresión Polinomial: Rendimiento de tubérculos t/ha versus número de tubérculos no comerciales por planta.	114
4.4. Regresión múltiple	116
4.5. Análisis económico	118
<b>V. CONCLUSIONES</b>	120
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	121
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	122
<b>ANEXOS</b>	126

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción y rendimiento de papa en el Perú año 2017.....	32
Tabla 2. Producción y rendimiento de papa en el departamento de Cajamarca año 2017.....	32
Tabla 3. Extracción de nutrientes para producir 30 toneladas de papa por hectárea.....	37
Tabla 4. Forma de asimilación de nutrientes .....	37
Tabla 5. Resultado análisis estiércol de vacuno – 2016. ....	42
Tabla 6. Ley de los principales abonos y fertilizantes que se usan en la producción de papa en la sierra norte del Perú.....	43
Tabla 7. Precisión del coeficiente de variación .....	48
Tabla 8. Grado de variabilidad del coeficiente de variación .....	48
Tabla 9. Datos climatológicos estación meteorológica. SENAMHI – Cutervo. Año 2016 – 2017. ....	50
Tabla 10. Resultado análisis de suelo localidad Yacuchingana – Cutervo – 2016.....	51
Tabla 11. Resultado análisis de suelo localidad Cachacara – Cutervo - 2016.....	51
Tabla 12. Resultado análisis suelo localidad Rodeopampa – Cutervo - 2016 .....	52
Tabla 13. Tratamientos, variedades y dosis de fertilización.....	53
Tabla 14. Forma general del análisis de varianza.....	60
Tabla 15. Análisis de varianza para rendimiento (t/ha).....	61
Tabla 16. Rendimiento, según localidad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	62
Tabla 17. Rendimiento, según variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	63
Tabla 18. Rendimiento, según dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	64
Tabla 19. Rendimiento, según localidad por variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	66

Tabla 20. Rendimiento, según localidad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	67
Tabla 21. Rendimiento, según variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	68
Tabla 22. Rendimiento, según localidad por variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	70
Tabla 23. Análisis de varianza para número total de tubérculos por planta .....	72
Tabla 24. Número total de tubérculos por planta, según localidad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	73
Tabla 25. Número total de tubérculos por planta, según variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	74
Tabla 26. Número total de tubérculos por planta, según dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	75
Tabla 27. Número total de tubérculos por planta, según localidad por variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	76
Tabla 28. Número total de tubérculos por planta, según localidad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	77
Tabla 29. Número total de tubérculos por planta, según variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	78
Tabla 30. Número total de tubérculos por planta, según localidad por variedad por dosis. Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017. ....	80

Tabla 31. Análisis de varianza para número de tubérculos comerciales por planta .....	82
Tabla 32. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	83
Tabla 33. Número de tubérculos comerciales por planta, según variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	84
Tabla 34. Número de tubérculos comerciales por planta, según dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	85
Tabla 35. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad por variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	86
Tabla 36. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	87
Tabla 37. Número de tubérculos comerciales por planta, según variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	88
Tabla 38. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad por variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016. ....	90
Tabla 39. Análisis de varianza para número de tubérculos no comerciales por planta .....	92
Tabla 40. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	93
Tabla 41. Número de tubérculos no comerciales por planta, según variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	94

Tabla 42. Número de tubérculos no comerciales por planta, según dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (Solanum tuberosum L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	95
Tabla 43. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad por variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (Solanum tuberosum L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017.....	96
Tabla 44. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (Solanum tuberosum L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	97
Tabla 45. Número de tubérculos no comerciales por planta, según variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (Solanum tuberosum L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	98
Tabla 46. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad por variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (Solanum tuberosum L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 -2017”	100
Tabla 47. Análisis de varianza para peso promedio de tubérculos por planta .....	102
Tabla 48. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (Solanum tuberosum L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	103
Tabla 49. Peso promedio de tubérculos por planta, según variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (Solanum tuberosum L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	104
Tabla 50. Peso promedio de tubérculos por planta, según dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (Solanum tuberosum L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	105
Tabla 51. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad por variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (Solanum tuberosum L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	106
Tabla 52. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (Solanum tuberosum L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	107

Tabla 53. Peso promedio de tubérculos por planta, según variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	108
Tabla 54. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad por variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 20.....	110
Tabla 55. Correlaciones de Pearson para los atributos evaluados .....	112
Tabla 56. Análisis de varianza de la regresión de rendimiento por hectárea y peso de tubérculos por planta .....	113
Tabla 57. Análisis de varianza de la regresión Polinomial: Rendimiento t/ha versus número de tubérculos no comerciales por planta .....	115
Tabla 58. Análisis de varianza secuencial .....	115
Tabla 59. Análisis de varianza de la regresión lineal.....	115
Tabla 60. Regresión paso a paso: Rendimiento t/ha versus emergencia %, número de tubérculos por planta .....	117
Tabla 61. Análisis de varianza de la regresión múltiple.....	118
Tabla 62. Análisis económico. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017” .....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimiento por hectarea (kg) "Efecto de mezclas físicas y compuestas en el rendimiento de papa (Solanum tuberosum L) variedad Unica en el distrito de Cutervo 2018". .....	21
Figura 2. Rendimiento de tubérculos de papa (kg/ha). "Efecto de tres niveles de fósforo y tres fuentes de nitrógeno en el rendimiento de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Yungay en la provincia de Cutervo, región Cajamarca 2017- 2018" .....	23
Figura 3. Rendimiento de tubérculos de papa (kg/ha). "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" .....	25
Figura 4. Áreas de siembra de papa en el departamento de Cajamarca (%) (MINAGRI, 2017). .....	33
Figura 5. Producción de papa en el departamento de Cajamarca (%) (MINAGRI, 2017). .....	33
Figura 6. Rendimiento, según localidad. ....	63
Figura 7. Rendimiento, según variedad. ....	64
Figura 8. Rendimiento, según dosis.....	65
Figura 9. Rendimiento, según localidad por variedad. ....	66
Figura 10. Rendimiento, según localidad por dosis.....	67
Figura 11. Rendimiento, según variedad por dosis.....	69
Figura 12. Rendimiento, según localidad por variedad por dosis.....	71
Figura 13. Número total de tubérculos por planta, según localidad. ....	73
Figura 14. Número total de tubérculos por planta, según variedad. ....	74
Figura 15. Número total de tubérculos por planta, según dosis.....	75
Figura 16. Número total de tubérculos por planta, según localidad por variedad. ....	76
Figura 17. Número total de tubérculos por planta, según localidad por dosis.....	77
Figura 18. Número total de tubérculos por planta, según variedad por dosis.....	78
Figura 19. Número total de tubérculos por planta, según localidad por variedad por dosis.....	81
Figura 20. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad. ....	83
Figura 21. Número de tubérculos comerciales por planta, según variedad. ....	84
Figura 22. Número de tubérculos comerciales por planta, según dosis.....	85

Figura 23. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad por variedad. ....	86
Figura 24. Número tubérculos comerciales por planta, según localidad por dosis .....	87
Figura 25. Número de tubérculos comerciales por planta, según variedad por dosis.....	88
Figura 26. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad por variedad por dosis. .....	91
Figura 27. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad .....	93
Figura 28. Número de tubérculos no comerciales por planta, según variedad. ....	94
Figura 29. Número de tubérculos no comerciales por planta, según dosis.....	95
Figura 30. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad por variedad. ...	96
Figura 31. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad por dosis.....	97
Figura 32. Número de tubérculos no comerciales por planta, según variedad por dosis.....	99
Figura 33. Análisis de varianza para peso promedio de tubérculos por planta.....	101
Figura 34. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad.....	103
Figura 35. Peso promedio de tubérculos por planta, según variedad. ....	104
Figura 36. Peso promedio de tubérculos por planta, según dosis.....	105
Figura 37. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad por variedad. ....	106
Figura 38. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad por dosis .....	108
Figura 39. Peso promedio de tubérculos por planta, según variedad por dosis.....	109
Figura 40. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad por variedad por dosis.	111
Figura 41. Rendimiento de tubérculo versus peso de tubérculos por planta .....	114
Figura 42. Rendimiento de tubérculos versus número de tubérculos no comerciales por planta. .....	116

## ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de las características evaluadas.....	126
Anexo 2. Ficha técnica del cultivo de papa variedad Yungay.....	139
Anexo 3. Ficha técnica del cultivo de papa variedad INIA 302 Amarilis .....	141
Anexo 4. Resultado análisis de suelo localidad Yacuchingana – Cutervo – 2016. ....	143
Anexo 5. Resultado análisis de suelo localidad Cachacara – Cutervo – 2016. ....	144
Anexo 6. Resultado análisis de suelo localidad Rodeopampa – Cutervo – 2016. ....	145
Anexo 7. Mapa de la provincia de Cutervo. ....	146
Anexo 8. Láminas fotográficas.....	147

**“Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”**

**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en tres localidades del distrito de Cutervo (Yacuchingana, Rodeopampa y Cachacara), provincia de Cutervo, región Cajamarca, con altitudes de 2,650, 2,720 y 2,870 msnm respectivamente, durante los meses de setiembre del 2016 a marzo del 2017, geográficamente se encuentra dentro de las coordenadas 6° 22' 46.7" de latitud sur y 78° 18' 44" de longitud oeste.

Se realizó una investigación experimental con el propósito de determinar el efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa en tres localidades del distrito de Cutervo, durante la campaña agrícola 2016 – 2017, para ello se empleó el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) en parcelas divididas para variedades con tres (03) repeticiones y nueve (09) tratamientos.

Entre los principales hallazgos, se encontró que al utilizar diferentes dosis de fertilización influye positivamente en la productividad del cultivo de papa, como lo demuestra el P-valor <0.01, siendo la dosis de 150-140-120 NPK con el máximo rendimiento 35.93 t/ha, le sigue la dosis 135-131-100 NPK con 31.09 t/ha, superando estadísticamente al testigo con cero dosis de fertilización que rindió 27.14 t/ha de tubérculos de papa. Para variedades la fertilización afecta de una manera positiva pero no significativa, siendo la variedad Yungay con mejor rendimiento 31.93 t/ha, la localidad identificada con mayor rendimiento fue Cachacara con 41.89 t/ha, seguido de Yacuchingana y Rodeopampa con 29.09 t/ha y 23.18 t/ha de tubérculos respectivamente. La mayor rentabilidad se encontró en la localidad de Cachacara, con la variedad INIA 302 Amarilis y con dosis de 150-140-120 de NPK que tiene el mejor beneficio y un índice de rentabilidad de 4.75 nuevos soles. Según la metodología Stepwise (regresión múltiple) se encontró que la variable que influyó en el rendimiento de tubérculos, fue peso de tubérculos por planta, con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 98.55 \%$ .

**PALABRAS CLAVES:** *Efecto – tres dosis fertilización – rendimiento tres variedades papa – tres localidades – distrito Cutervo.*

**“Effect of three doses of fertilization on the yield of three commercial potato varieties  
(Solanum tuberosum L.) in three locations of the Cutervo district 2016-2017”**

**SUMMARY**

The present research work was carried out in three localities of the Cutervo district (Yacuchingana, Rodeopampa and Cachacara), Cutervo province, Cajamarca region, with altitudes of 2,650, 2,720 and 2,870 meters respectively, during the months of September 2016 to March 2017, geographically it is within the coordinates 6° 22' 46 .7” of south latitude and 78° 18' 44" of west longitude.

An experimental research was carried out with the purpose of determining the effect of three fertilization doses on the yield of three commercial varieties of potato in three localities of the Cutervo district, during the 2016-2017 agricultural season, for this the design of Blocks was used. Complete at Random (BCA) in divided plots for varieties with three repetitions and nine treatments.

Among the main findings, it was found that using different doses of fertilization positively influences the productivity of the potato crop, as shown by the P-value <0.01, with the dose of 150-140-120 NPK with the maximum yield 35.93 t/ha, followed by the 135-131-100 NPK dose with 31.09 t/ha, statistically surpassing the control with zero fertilization dose that yielded 27.14 t/ha of potato tubers. For varieties, fertilization affects in a positive but not significant way, being the Yungay variety with the best yield 31.93 t/ha, the locality identified with the highest yield was Cachacara with 41.89 t/ha, followed by Yacuchingana and Rodeopampa with 29.09 t/ha and 23.18 t/ha of tubers respectively. The highest profitability was found in the town of Cachacara, with the INIA 302 Amarilis variety and with a dose of 150-140-120 of NPK that has the best benefit and a profitability index of 4.75 new suns. According to the Stepwise methodology (multiple regression) it was found that the variable that influenced the tuber yield was the weight of tubers per plant, with a coefficient of determination of  $R^2 = 98.55 \%$ .

**KEY WORDS:** *Effect - three doses fertilization - yield three potato varieties - three locations - Cutervo district.*

## I. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum L.*) es uno de los principales cultivos de mayor importancia económica y social en el Perú y constituye el alimento básico de la población nacional, cuyo consumo cubre el 20 % del total diario de calorías que requiere una persona. Es el principal cultivo del país en superficie sembrada y representa el 25 % del PBI agropecuario. Es la base de la alimentación de la zona andina y es producido por 600 mil pequeñas unidades agrarias. La papa es un cultivo competitivo del trigo y arroz en la dieta alimentaria. Es un producto que contiene en 100 gramos; 78 gr. de humedad; 18,5 gr. de almidón y es rico en Potasio (560 mg) y vitamina C (20 mg) (INIA, 2017).

El Perú es el país con mayor diversidad de papas en el mundo, con 8 especies y con más de 4,000 cultivares nativas que existen en Latinoamérica. (INIA, 3013).

La papa se cultiva en 19 de las 24 regiones del Perú, desde pocos metros del 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 principales factores del bajo rendimiento de orden tecnológico, es la fertilidad de los suelos. En algunas zonas los agricultores sólo aplican materia orgánica (estiércol) al momento de la siembra, lo cual no es suficiente para lograr una buena producción de papa, 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 fertilizantes 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. (Cabrera, 2013).

La fertilización es una labor que cumple con la necesidad de suplementar a la planta, los nutrientes no satisfechos por el suelo en su condición de fertilidad natural. Por muchas décadas se han utilizado dosis deficientes que conducen a bajas producciones, y en ocasiones dosis

excesivas de fertilizantes químicos que pueden generar problemas ambientales (Ríos et al., 2010).

El método de investigación fue experimental. La principal característica evaluada fue el rendimiento de tubérculos de papa, para localidad se detectó diferencias estadísticas significativas, encontrando los mejores rendimientos en la localidad de Cachacaca con 41.89 t/ha, seguido de Yacuchingana, con 29.09 t/ha, mientras que en Rodeopampa solo produjo 23.18 t/ha. Para variedades no se encontró significación estadística, aunque la variedad Yungay ocupó el primer lugar con rendimiento de 31.93 t/ha. La mejor dosis utilizada fue 150-140-120 NPK, con un rendimiento de 35.93 t/ha, seguido de la dosis 135-131-100 NPK con 31.09 t/ha, superando estadísticamente al testigo con cero dosis que rindió 27.14 t/ha de tubérculos de papa.

En relación a la naturaleza de la investigación, este buscó responder a la siguiente pregunta ¿Cuál es el efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa en tres localidades del distrito de Cutervo, durante la campaña agrícola 2016 - 2017?, lo cual nos conllevó a formular los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa en tres localidades del distrito de Cutervo, durante la campaña agrícola 2016 - 2017.
2. Seleccionar la mejor dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa en el distrito de Cutervo.
3. Identificar la localidad con mayor rendimiento para las variedades comerciales de papa en el distrito de Cutervo, durante la campaña agrícola 2016 - 2017.
4. Determinar la rentabilidad del cultivo de papa, utilizando diferentes dosis de fertilización en el distrito de Cutervo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

Padilla (2018), en un trabajo de investigación titulado: “**Efecto de mezclas físicas y compuestas en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum L*) variedad Única en el distrito de Cutervo, 2018**”. Utilizando el Diseño de Bloques Completos al Azar con tres determinaciones o submuestras y con dos tratamientos, encontró diferencias estadísticas para rendimiento de tubérculos donde sobresalió el tratamiento con mezclas compuestas con un rendimiento de 34,958.33 kilos, mientras que la mezcla físicas rindió 32,050.00 kg/ha, se atribuye a que la mezcla compuesta tiene más nutrientes en su composición (Compuesto papa 15-25-14 de NPK y además contiene S, Mg, Ca, Zn y B) en comparación a la mezcla física.

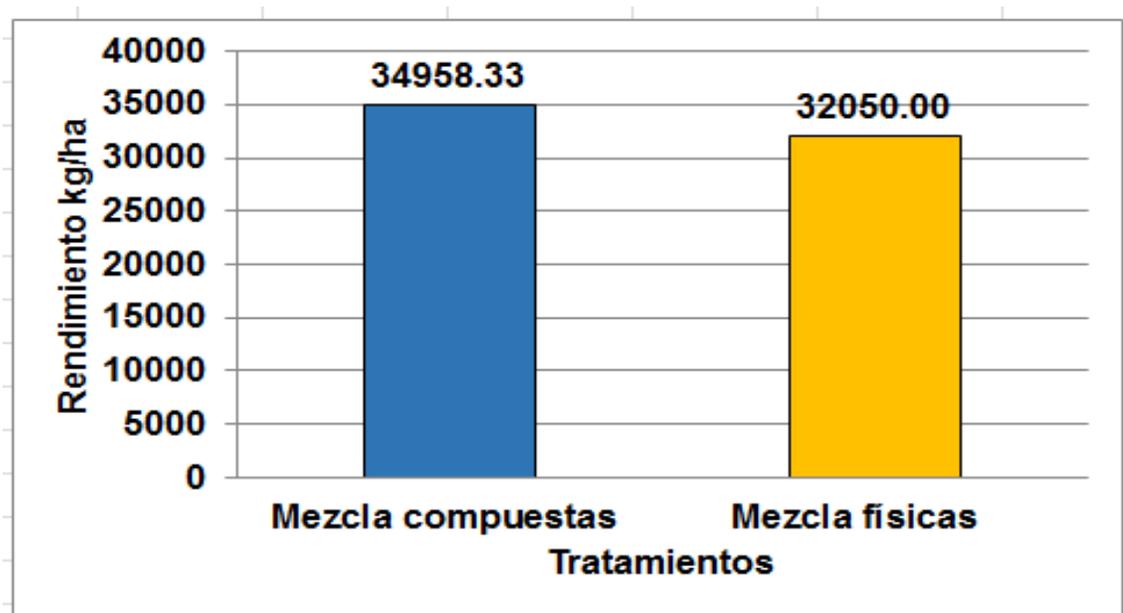


Figura 1. Rendimiento por hectárea (kg) "Efecto de mezclas físicas y compuestas en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum L*) variedad Única en el distrito de Cutervo 2018".

El tratamiento mezcla compuesta superó en un 9.07 %, lo que nos indica que es rentable para el agricultor.

El promedio experimental fue de 33,504.17 kilos de tubérculos por hectárea, valor superior al promedio de rendimiento de 15,996 kilos/ha a nivel de la provincia de Cutervo (MINAGRI, 2018).

El coeficiente de variabilidad fue de 8.08 %, valor bajo que denota confiabilidad en la conducción experimental y toma de datos, por lo que el experimento proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995) y los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio 2008), por lo que la media es una medida representativa de las medidas de tendencia central.

Monteza (2018), en un trabajo de investigación a nivel de tesis titulado: **“Efecto de tres niveles de fósforo y tres fuentes de nitrógeno en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Yungay en la provincia de Cutervo, región Cajamarca 2017-2018”**. Al efectuar el análisis de varianza para la característica rendimiento, no se encontró diferencias estadísticas para ninguna de las fuentes de variación del modelo, por tener un p-Valor > 0.05, mostrando que se acepta la hipótesis nula, teniendo por lo tanto un rendimiento de tubérculos homogéneos.

Al realizar la prueba de comparaciones de Duncan (0.05), se encontró dos subconjuntos diferentes estadísticamente, el subconjunto de mayor rendimiento de tubérculos fue encabezado por el tratamiento (218-320-120) NPK con 42,338.43 kg/ha, utilizando como fuentes de nitrógeno DAP y Agrocote con 122.9 y 95 unidades respectivamente, no existiendo diferencias estadísticas con el resto. Mientas que el testigo sin aplicación (Testigo absoluto), rindió 27,694.65 kilos de papa por hectárea, la cual quedó en último lugar, debido a que no recibió los beneficios de los demás tratamientos.

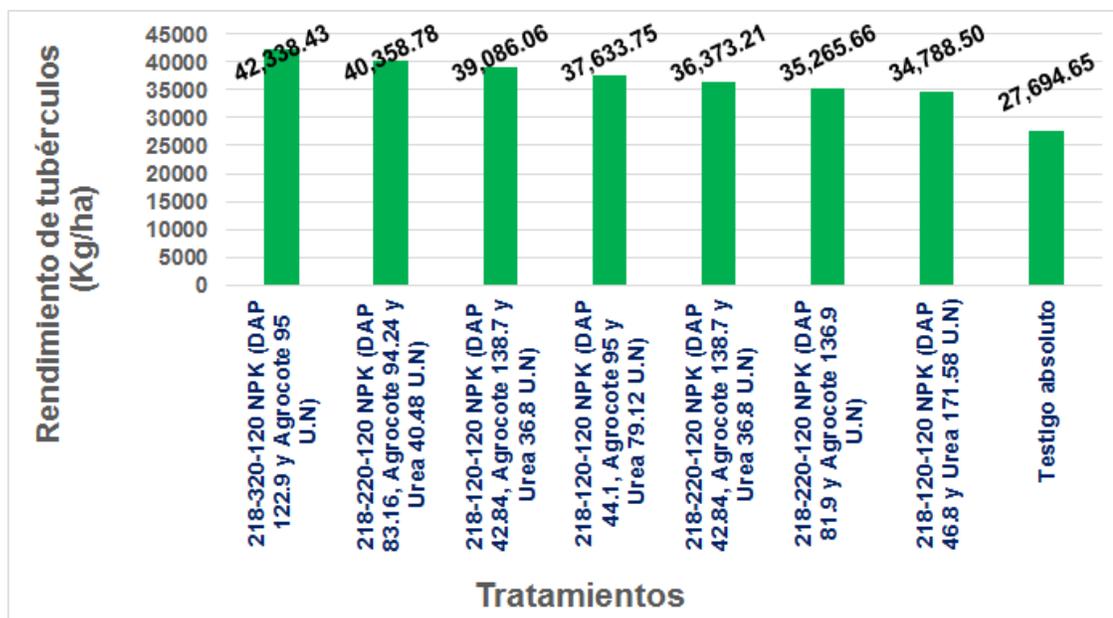


Figura 2. Rendimiento de tubérculos de papa (kg/ha). “Efecto de tres niveles de fósforo y tres fuentes de nitrógeno en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Yungay en la provincia de Cutervo, región Cajamarca 2017- 2018”.

El promedio experimental fue 36,692.38 kilos por hectárea, valor superior al promedio de la provincia de Cutervo 15,996 kg/ha. (MINAGRI, 2018).

El coeficiente de variabilidad fue 14.51 %, valor medio que muestra la confiabilidad en la conducción experimental y toma datos, por lo que el experimento proporciona una buena precisión (Martínez, 1995), y los datos son regularmente homogéneos (Toma y Rubio, 2008), por lo que la media es una medida representativa de las medidas de tendencia central.

Díaz (2017), en un trabajo de investigación a nivel de tesis titulado: “**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**”, 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),

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 de N; 2.5 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; y 7.5 kg de K<sub>2</sub>O por cada tonelada de papa a producir. Por lo tanto, si un productor estima una producción de 30 t/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.

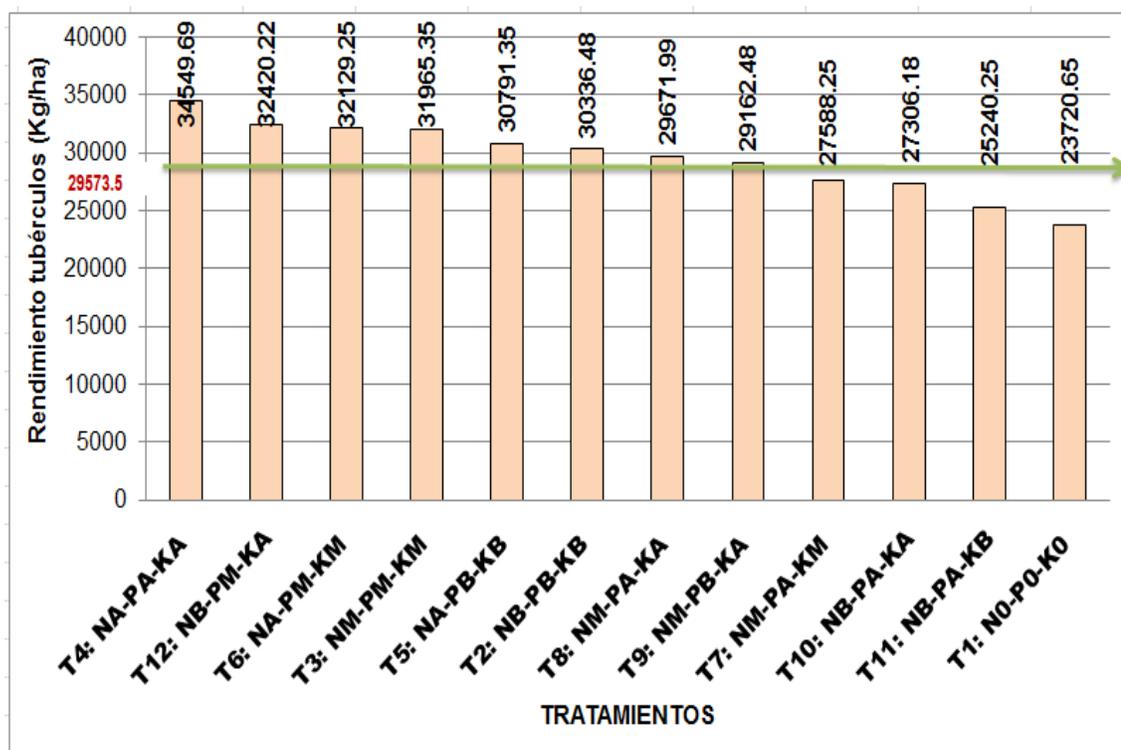


Figura 3. Rendimiento de tubérculos de papa (kg/ha). “Efecto de 12 niveles de fertilización N-P-K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (Solanum tuberosum L.), en el sector San Juan, distrito de Cutervo 2017”

(Mollinedo, 2014). En un trabajo de investigación realizado en tres localidades del departamento de Alta Verapaz (2012-2013), en los municipios de Santa Cruz, San Juan Chamelco y Cobán, cuyo objetivo fue evaluar tres programas de fertilización en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Loman se determinó lo siguiente: El primer programa de fertilización evaluado consistió en fertilizantes granulados más la adición de sustancias húmicas al 8% (ácidos húmicos granulados), más gallinaza a una dosis de 3.24 t/ha. El segundo programa, un testigo local, la fertilización que realizan comúnmente los agricultores en la zona que consiste en la utilización de gallinaza, a una dosis de 7.79 t/ha, y un tercer programa, fertilizantes granulados más gallinaza a una dosis de 3.24 t/ha. Las parcelas de evaluación se establecieron en campos de agricultores; no se utilizó diseño experimental. Las variables de estudio fueron, rendimiento total (t/ha) de tubérculos en cada tratamiento y localidad. Calidad en relación al tamaño, haciendo una clasificación de

primera, segunda y tercera, tomando en cuenta el largo y el diámetro de los tubérculos, y un análisis financiero de producción para cada tratamiento y localidad.

Los resultados obtenidos fueron evaluados estadísticamente mediante una prueba de medias, realizando una prueba t-student pareada. De acuerdo con los resultados, no hubo diferencias estadísticas entre los tres planes de fertilización evaluados; sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron en la localidad finca Proyecto Liquidámbar, San Juan Chamelco, con un rendimiento medio de 34 toneladas de papa de primera y segunda calidad por hectárea (ha). Económicamente el mejor tratamiento fue el tratamiento tres que consta de la interacción; fertilizantes granulados más gallinaza, con una rentabilidad de 50.44% y una relación beneficio/costo de 1.50.

(Ríos et al., 2008). La fertilización es una labor que cumple con la necesidad de suplementar a la planta, los nutrientes no satisfechos por el suelo en su condición de fertilidad natural. Por muchas décadas se han utilizado dosis deficientes que conducen a bajas producciones, y en ocasiones dosis excesivas de fertilizantes químicos que pueden generar problemas ambientales. La fertilización con nutrientes secundarios (Ca, Mg, S) y el micronutriente B, han sido poco estudiadas en el cultivo de papa.

(Ríos et al., 2008). En un estudio de “Determinación del efecto de diferentes niveles de fertilización en papa (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigena*) de la variedad DIACOL Capiro” en un suelo con propiedades Ándicas en el Centro Agropecuario Paysandú de la Universidad Nacional de Colombia (Medellín), utilizando dosis bajas, moderadas y altas de NPK, Ca, Mg, B y S, se encontró una respuesta positiva en rendimiento a las aplicaciones crecientes de NPK (500, 1.500 y 3000 kg ha<sup>-1</sup>), también se presentaron diferencias significativas en peso de los tubérculos de primera y segunda categoría, mientras que los tubérculos de tercera y cuarta categoría no presentaron diferencias significativas. Las interacciones entre Ca, Mg, B y S no tuvieron efecto apreciable sobre el rendimiento de los tubérculos, ya que en la mayoría de los casos solo se observaron los efectos simples de dichos elementos.

(Arismendi, 2001). De un total de 17 trabajos de investigación en el rubro de la papa (*Solanum tuberosum* L.) realizados en la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Oriente han hecho posible desarrollar un paquete tecnológico para este rubro en la zona norte del estado Monagas. Los resultados permiten señalar que la siembra de papa en el estado Monagas prácticamente está desapareciendo, al disminuir en más de un 90% el área cultivada en el estado, concentrándose las mismas en el Municipio Caripe. En cuanto a la fertilización se tiene que para obtener una mayor producción en el cultivo de papa, el intervalo de la dosis a recomendarse es la siguiente: 100 a 200 kg de nitrógeno, 150 a 288 kg de fósforo y 100 a 200 kg de potasio por hectárea.

(Arismendi, 2001). Los suelos ácidos se caracterizan por presentar baja fertilidad debido principalmente a su baja cantidad de bases intercambiables, toxicidad por aluminio, inmovilidad del fósforo y deficiencia de nitrógeno entre otras. El encalado desempeña un papel vital en los suelos ácidos, debido a que elimina parcial o totalmente estas condiciones adversas de acidez, mejorando la disponibilidad de otros nutrimentos y consecuentemente aumentando la eficiencia de los fertilizantes químicos y naturales.

(Arismendi, 2001). En las zonas productoras del cultivo de papa del Estado Monagas, se ha venido aplicando fertilizantes en el orden de 1.500 kg/ha como promedio, con un máximo de 2.625 kg/ha, no reportándose ningún diagnóstico para evaluar el grado de fertilidad edáfica, pues ninguno de los productores realiza análisis de suelos, herramienta valiosa para establecer estos diagnóstico y así obtener una noción aproximada de las cantidades a incorporar de fertilizantes y/o enmienda. Un mal manejo de los mismos, influye en los costos de producción, así como también, en el desequilibrio nutricional, toxicidad en el suelo y daños al ambiente en general.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. La papa variedad Yungay**

#### **Descripción de la variedad Yungay**

La papa Yungay, variedad liberada por el programa de papa de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) en 1971, se caracteriza por su forma oval chata, piel amarillenta con pigmentación rojiza en sus ojos superficiales. El color de la pulpa es amarillento, posee un periodo vegetativo tardío (de 6 - 7 meses). La planta presenta floración abundante y regular, producción de frutos, flor roja violácea, tubérculos ovoides chatos, piel amarillenta con pigmentos rojizos en los ojos que son superficiales, brotes rojizos, estolones largos. (Maldonado, Suarez y Thiele, 2008).

Esta variedad también presenta alto potencial productivo en condiciones de sierra, buena tolerancia a factores medio ambientales adversos y buena capacidad de conservación de almacenamiento (UNALM, 2011).

#### **Rendimiento**

Según Wilfredo Cavero Altamira, director de la Estación Experimental Agraria Santa Ana (INIA Huancayo), los resultados logrados en trabajos de investigación con la variedad Yungay en la localidad de Yanacollpa, el peso promedio fue de 2.5 kilos de papa, con 35 a 40 tubérculos por planta, el rendimiento fue de 75 t/ha. Lo cual fue bastante alto para la zona, más aun si tenemos en cuenta que el suelo donde se realizó la investigación se encontraba en proceso de degradación (INIA, 2014).

### 2.2.2. La papa variedad “INIA 302 Amarilis”

“INIA 302 Amarilis” es un cultivar de papa procedente del clon 384866.5 del Centro Internacional de la Papa (CIP), dicho nombre hace referencia a la misteriosa poetisa Huanuqueña que adoptó a este seudónimo para su obra literaria. (INIA, 2017).

Es de buena capacidad de producción, calidad culinaria, comercial y de conservación, 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).

#### **Características**

La planta presenta follaje verde claro, es de porte mediano, hábito de crecimiento erguido en madurez, las hojas son de color verdes claras con foliolos anchos, abundante floración con flores de color blanco y escasa formación de frutos o bayas. Los estolones son cortos y tuberización compacta de forma oval chata, el tamaño es de mediano a grande y a los 100 días alcanza el tamaño comercial, el color de la piel es cremosa, pulpa amarillenta; y buena capacidad de conservación. (INIA, 2017).

**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. (INIA, 2017).

**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. (INIA, 2017).

**Resistencia a enfermedades.-** “INIA 302 Amarilis”, posee resistencia de campo a la rancha, con una infección foliar no mayor de 15 por ciento. Además en ensayos

desarrollados por el CIP en Cajamarca, se ha encontrado tolerancia al nematodo del quiste (Patotipo PAG).

### **2.2.3. La papa variedad “INIA 309 - Serranita”**

#### **Origen**

El clón 391691.96, proviene del programa de mejoramiento para resistencia al tizón tardío del Centro Internacional de la Papa y su pedigree 391691.96 (INIA 309 - Serranita). (INIA – EEA. Santa Ana, 2005)

#### **Características**

La variedad tiene un tamaño mediano de planta (1.20 m); posee de 4 a 6 tallos por planta, tallos con pigmentación marrón, hojas de color verde oscuro, flores abundantes de color violeta. (INIA – EEA. Santa Ana, 2005).

El período vegetativo es de 120 a 150 días (semitardía) y de 80 a 90 días a la floración. Los tubérculos es de forma redonda con 15 a 25 tubérculos por planta, la profundidad de los ojos son superficiales, color de piel morado, pulpa de color blanco cremoso y alcanza de 22 – 24 % de materia seca. La dormancia de los tubérculos es de tres a cuatro meses en el almacén. (INIA – EEA. Santa Ana, 2005).

#### **Amplia adaptación**

En resultados de ensayos, se observó que la nueva variedad posee una adaptación desde los 2,400 hasta los 3,800 metros sobre el nivel del mar, es cultivada en condiciones de lluvia y bajo condiciones de riego, especialmente en valles interandinos, donde las siembras son durante todo el año. (INIA – EEA. Santa Ana, 2005).

#### **Resistencia a enfermedades**

La variedad INIA 309 - Serranita es resistente a la racha. En zonas muy lluviosas y condiciones de alta humedad y donde la presión del hongo es alta, esta variedad sólo requiere de cuatro a cinco aplicaciones de fungicidas de acción preventiva; mientras

que las variedades INIA 303 - Canchán, Yungay y Tomasa Tito Condemayta requieren de ocho a dieciséis aplicaciones de fungicidas. En condiciones menos severas esta nueva variedad sólo requiere una aplicación de fungicida de contacto como acción preventiva. (INIA – EEA. Santa Ana, 2005).

### **Calidad industrial y culinaria**

INIA 309 - Serranita posee también una alta calidad culinaria manifestándose a través de su textura harinosa y excelente sabor, muy apreciados para el consumo en sancochado y al horno, asimismo es muy buena para purés, sopas y ensaladas (INIA – EEA. Santa Ana, 2005).

#### **2.2.4. Cultivo de papa en Perú**

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). (MINAGRI, 2017).

Tabla 1. Producción y rendimiento de papa en el Perú año 2017.

REGIÓN	Cosechas		Rdto. t/ha	REGIÓN	Cosechas		Rdto. t/ha
	Ha	Toneladas			Ha	Toneladas	
<b>TOTAL</b>	<b>312,130</b>	<b>4,471,787</b>					
Tumbes	0	0		Huancavelica	27,345	283,473	10.367
Piura	2,123	17,662	8.319	Arequipa	9,295	297,427	31.999
Lambayeque	893	4,819	5.396	Moquegua	624	8,582	13.753
La Libertad	23,516	378,642	16.102	Tacna	508	8,809	17.341
Cajamarca	28,201	309,724	10.983	Ayacucho	19,670	328,483	16.700
Amazonas	4,402	59,116	13.429	Apurímac	19,181	344,072	17.938
Ancachs	10,451	106,273	10.169	Cusco	34,506	430,009	12.462
Lima	7,931	170,329	21.476	Puno	51,429	567,612	11.037
Ica	2,691	86,138	32.010	San Martin	0	0	
Huánuco	37,508	566,988	15.116	Loreto	0	0	
Pasco	8,464	94,226	11.133	Ucayali	0	0	
Junín	23,392	409,402	17.502	Madre de Dios	0	0	

Fuente: MINAGRI, 2017.

Tabla 2. Producción y rendimiento de papa en el departamento de Cajamarca año 2017.

Provincia	Cosecha Has	Producción TM	Rdto. Kg x ha
<b>Regional</b>	<b>28,201</b>	<b>309,724</b>	<b>10,983</b>
Cajabamba	530	5,110	9,641
Cajamarca	3,323	33,359	10,039
Celendín	5,399	47,739	8,842
Chota	5,365	58,643	10,931
Contumazá	107	1,334	12,467
<b>Cutervo</b>	<b>6,279</b>	<b>100,439</b>	<b>15,996</b>
Hualgayoc	1,771	18,661	10,537
Jaén	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 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%.

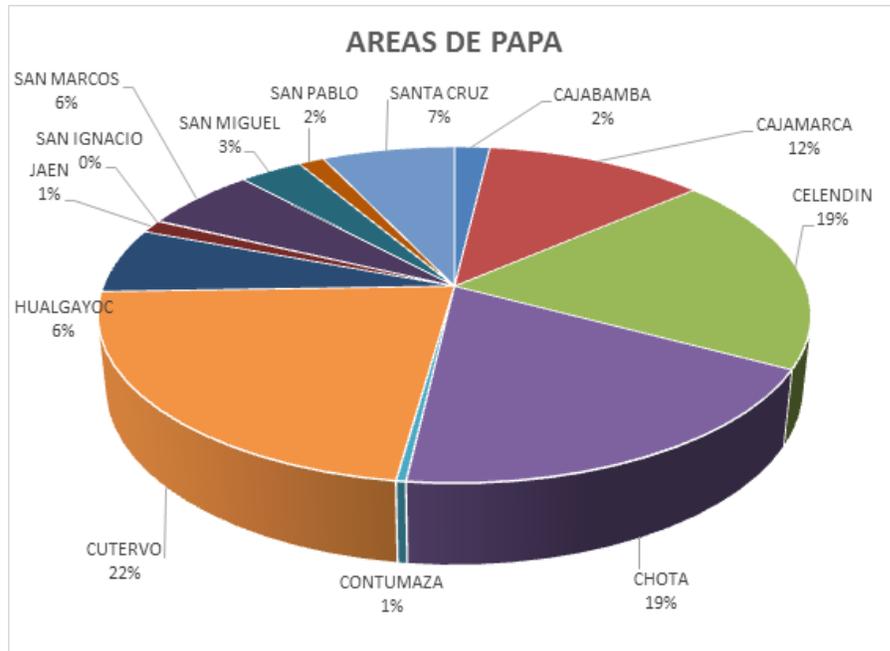


Figura 4. Áreas de siembra de papa en el departamento de Cajamarca (%) (MINAGRI, 2017).

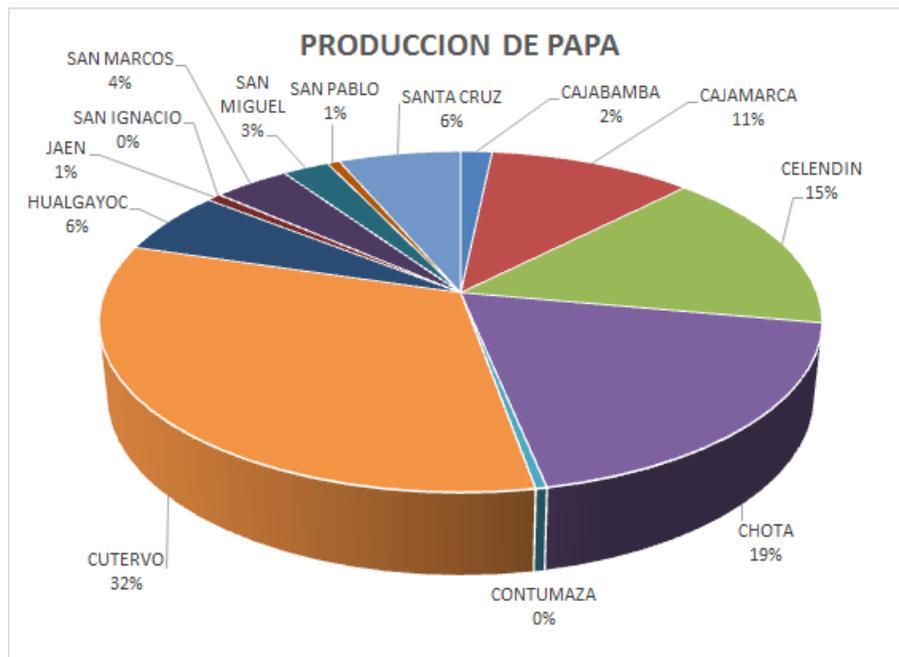


Figura 5. Producción de papa en el departamento de Cajamarca (%) (MINAGRI, 2017).

### **2.2.5. Cultivo de papa en Cutervo**

La papa es el cultivo de mayor importancia económica en Cutervo, existen diferencias en el nivel tecnológico empleado por los agricultores, pero en promedio es de nivel medio. Son pequeños agricultores como se aprecia en el CENAGRO 2012. Utilizan variedades mejoradas como Canchan, Amarilis, Única y Yungay, variedad nativa como la Chaucha, cabe mencionar que hay mucho interés en introducir nuevas variedades que sean más resistentes a las plagas, enfermedades y factores climáticos adversos. La fertilización es 180 – 160 – 140 de NPK en promedio y se realizan controles frecuentes para la Rancho y el Gorgojo de los Andes. (INIA, 2017).

Los suelos aptos para cultivos de papa son aquellos que tienen un contenido de materia orgánica de medio a alto; es decir mayor de 2 %; por lo tanto, la mayoría de las comunidades de la provincia de Cutervo, tiene un potencial para cultivo de papa; además puede ser mejorado con la incorporación de fuentes de materia orgánica como los estiércoles de diferentes aves y mamíferos. (INIA, 2017).

En lo referido a fósforo, se puede indicar que su contenido es alto; y son suelos aptos para el cultivo de papa; este efecto podría ser debido al uso de fertilizantes fosforados en cantidades excesivas por campañas sucesivas; lo cual podría desencadenar una eutrofización si se tiene lluvias intensas, ocasionando daño ambiental a los cuerpos de agua. (INIA, 2017).

### **2.2.6. Exigencias climáticas y edáficas**

#### **Suelo**

Los suelos pesados con arcilla y limo, son menos adecuados para este cultivo. Las papas pueden crecer casi en todos los tipos de suelos, salvo donde son muy salinos o alcalinos. Los suelos que ofrecen menos resistencia al desarrollo de los tubérculos, son los más convenientes, y los suelos franco arcillosos o franco arenosos con alto contenido de materia orgánica, con buen drenaje y ventilación, son los mejores. Se

considera ideal un pH de 5.2 a 7.5 en el suelo y con una profundidad entre 25 a 30 cm. El cultivo de papa requiere una buena preparación del suelo, donde se puede mecanizar, es necesario rastrillar el suelo hasta eliminar todas las raíces de la maleza hasta una profundidad de por lo menos 40 cm. Por lo general es necesario arar dos veces, pasar la rastra en forma cruzada y si es necesario aplicar el rodillo o desmenuzar, para que el suelo adquiera la condición adecuada, suave, bien drenado y bien ventilado. En algunos casos, se puede usar el tablón o nivelador (MINAGRI – DGCA, 2013).

### **Agua**

Un cultivo de papa de 120 a 150 días consume de 500 a 700 mm de agua por planta por campaña y la producción se reduce si se agota más del 50 % del total del agua disponible en el suelo durante el periodo de crecimiento. Las variedades modernas de papa son sensibles a la falta de agua en el suelo y necesitan riegos frecuentes. El exceso de agua en el suelo, provoca una falta de oxígeno, un desarrollo pobre de las raíces, la pudrición de los tubérculos recién formados, máximo si se siembran y tapan estando húmedos. La papa puede cultivarse tanto bajo condiciones de lluvia natural, como bajo riego, pero un exceso de la humedad ambiental alta favorece el desarrollo de la enfermedad conocida como tizón tardío. La etapa más crítica en que la deficiencia de humedad en el suelo perjudica el cultivo, es al inicio de la formación de los tubérculos hasta el final de la tuberización. La excesiva variación de la humedad del suelo afecta la calidad de los tubérculos; además, después de una sequía prolongada, el agua puede causar un segundo crecimiento de las plantas y presencia de corazón vacío (MINAGRI – DGCA, 2013).

Los métodos más comunes de riego para la papa utilizan sistemas de surcos o aspersión. La irrigación de surcos es relativamente poco eficaz en el uso del agua, y es conveniente cuando hay un suministro abundante de la misma. Donde hay escasez de agua es preferible la irrigación por aspersión o por goteo, sobre todo en suelos con poca capacidad de retención. El cultivo de la papa bajo condiciones de riego a gravedad consume entre 12,000 y 14,000 m<sup>3</sup> en los valles costeros (MINAGRI – DGCA, 2013).

### **2.2.7. 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. (Egúsqiza, 2012).

### **2.2.8. 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 3).

Tabla 3. 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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.5	75
Potasa (K <sub>2</sub> 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: Cervantes, 2002.

Tabla 4. Forma de asimilación de nutrientes.

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

Fuente: Marieta, 2002.

### 2.2.9. Rol de los macronutrientes: Elementos primarios

**Rol de nitrógeno (N).**- La planta toma el N mayormente como N-NO<sub>3</sub> y en menor proporción como N-NH<sub>4</sub>. El N-NO<sub>3</sub> es almacenado en los pecíolos y luego reducido a la forma amídica (NH<sub>2</sub>) 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 substrato 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).

#### **2.2.10. Los abonos orgánicos**

Son fuentes de nutrientes de origen orgánico, están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto; se añaden al suelo con la finalidad de mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. Cada uno tiene características propias y el contenido de nutrientes es muy variable. Entre los principales tenemos: Guano de isla, gallinaza, compost, estiércoles de otros animales (Velásquez, 2016).

##### **Estiércol de vacuno (Guano de establo)**

Son los excrementos de los vacunos, que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que éstos consumen (INIA, 2013).

##### **Análisis del guano de isla**

Solicitante : INIA  
Procedencia : Cajamarca - Cutervo  
Muestra : Estiércol de vacuno  
Fecha : 12/11/2016

Tabla 5. Resultado análisis estiércol de vacuno – 2016.

N° LAB	Clave	pH	C. E. dS/m	MO %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
901	Muestra 1	8.16	15.20	55.62	1.83	1.79	2.71	2.80	1.15	20.71	0.90

Los abonos tienen diferente ley según sea su naturaleza; la ley, indica el aporte de nutrientes en 100 kg de producto; por ejemplo la ley del estiércol de vacuno del análisis de Cutervo (tabla 7) es 1.83-1.79-2.71 indica que en 100 kg de estiércol hay 1.83 kilos de nitrógeno, 1.79 kilos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 2.71 kilos de K<sub>2</sub>O (Velásquez, 2016).

### **Guano de las islas**

#### **Origen**

El Guano de las islas se origina por acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan en las islas y puntas de nuestro litoral. Entre las aves más representativas tenemos al Guanay (*Phalacrocorax bouganivilli* Lesson), Piquero (*Sula variegata* Tshudi) y Pelícano (*Pelecanus thagus*) (Agrorural, 2012).

#### **Mineralización (transformación)**

Por la ubicación geográfica al litoral peruano le corresponde un clima subtropical húmedo, bajo estas condiciones los nutrientes presentes en el Guano de las Islas sería lavado, pero debido al ingreso de agua fría proveniente de la corriente de Humbolt por el Sur, modifica el clima, presentando temperaturas moderadas y escasa precipitación. Bajo éstas condiciones las deyecciones de las aves marinas se van acumulando y mediante la actividad microbiana se producen diversas reacciones bioquímicas de oxidación, transformando las sustancias complejas en más simples, liberando en este proceso una serie de sustancias nutritivas. (Agrorural, 2012).

#### **Contenido de nutrientes**

El guano de las islas es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo.

Contiene macro-nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio en cantidades de 10-14, 10-12, 2 a 3 % respectivamente.

Elementos secundarios como el calcio, magnesio y azufre, con un contenido promedio de 8, 0.5 y 1.5 % respectivamente. También contiene microelementos como el hierro, zinc, cobre, manganeso, boro y molibdeno en cantidades de 20 a 320 ppm (partes por millón). (Agrorural, 2012).

### 2.2.11. Los abonos inorgánicos

Son compuestos químicos sintéticos que contienen uno o más nutrientes minerales que requieren las plantas y a su aplicación se les llama fertilización, entre ellos tenemos: Urea, cloruro de potasio, fosfato di amónico, súper fosfato triple de calcio etc. (Cabrera, 2013).

Los 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 (Velásquez, 2016). En la tabla 6, muestra la ley de diferentes productos químicos que se utilizan en la producción de papa.

Tabla 6. 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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	Urea	46	0	0
	Superfosfato Triple de Calcio	0	46	0
	Superfosfato simple de Calcio	0	20	0
	Cloruro de Potasio	0	0	60
	Fosfato Di amónico	18	46	0
Estiércol				
Guano de isla				

Fuente: Velásquez, 2016.

## 2.2.12. Fertilizantes en estudio

### 2.2.12.1. Urea (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO.

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 & Cia. 2017). En el suelo, la urea al entrar en contacto con agua y en presencia de la enzima ureasa se convierte en carbonato amoniacado (CO<sub>3</sub>(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>), esta reacción eleva el pH a valores mayores de 8.0 en este ambiente alcalino el carbonato se descompone rápidamente en amoniacado (NH<sub>3</sub>) y dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) el amoniacado es susceptible a volatilizarse pero en contacto con el agua se transforma en amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) 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 amoniacado 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 & Cia. 2017).

### 2.2.12.2. Fosfato diamónico (DAP) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

El fosfato diamónico (DAP) es el fertilizante fosfatado más utilizado en el mundo. Está hecho de dos componentes comunes de la industria de los fertilizantes y es popular debido a su contenido de nutrientes relativamente alto y sus excelentes propiedades físicas. Fertilizante con alto contenido de fósforo (18% de nitrógeno amoniacal y 46% de fósforo). El nitrógeno favorece la absorción y disponibilidad del fósforo, elemento que en el suelo es mínimamente asimilable. (Molinos & cía. 2017).

#### **Producción.**

Los fertilizantes de fosfato de amonio estuvieron disponibles por primera vez en la década de 1960. Está formulado a base de una reacción controlada de ácido fosfórico con amoníaco, donde la mezcla caliente se enfría, se granula, y luego se tamiza. El DAP tiene excelentes propiedades de manejo y almacenamiento. El grado estándar del DAP es 18-46-0 y productos fertilizantes con menor contenido de nutrientes no pueden ser etiquetados como DAP. (Molinos & cía. 2017).

- **Compatibilidad.** Compatibilidad con la mayoría de los fertilizantes; sin embargo, no debe mezclarse con el Nitrato de Amonio y la Urea sino en el momento de utilizarlos.
- **Comportamiento en el suelo.** No debe aplicarse junto con productos alcalinos, para evitar pérdidas del Nitrógeno Amoniacal.

#### **Uso Agrícola.**

El DAP es una excelente fuente de fósforo (P) y nitrógeno (N) para la nutrición de las plantas. Es altamente soluble y por lo tanto se disuelve rápidamente en el suelo para liberar fosfato y amonio disponible para las plantas. Una característica notable del DAP es el pH alcalino que se desarrolla alrededor de los gránulos en disolución.

### 2.2.12.3. Cloruro de potasio(KCl)

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).

## 2.2.13. Momento y formas de aplicación de los fertilizantes

### 2.2.13.1. Oportunidad de abonamiento o fertilización:

Al momento de la siembra se aplicó el 100 % de fósforo, 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 falta. (Velásquez, 2017).

### 2.2.13.2. 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).

#### 2.2.14. Localidades

**Yacuchingana.-** Está ubicado al norte del distrito de Cutervo a una distancia de 2 km de la ciudad, altitud 2,650 msnm, los suelos son franco arcillosos, reacción extremadamente ácido, contenido de materia orgánica media, alto contenido en fósforo y bajo en potasio. Los productores se dedican a la actividad agrícola (siembra de papa, maíz y arveja); y a la actividad pecuaria (siembra de pasturas, crianza de ganado vacuno y animales menores).

**Cachacara.-** Está ubicado al nor este del distrito de Cutervo a una distancia de 5 km de la ciudad, altitud 2,720 msnm, los suelos son arcillosos, reacción extremadamente ácido, contenido de materia orgánica media, alto contenido en fósforo y bajo en potasio. Los productores de la zona se dedican a la actividad agrícola (siembra de papa, maíz y arveja); y pecuaria (pasturas, crianza de ganado vacuno y animales menores).

**Rodeopampa.-** Está ubicado al nor este del distrito de Cutervo a una distancia de 3 km de la ciudad, altitud 2,870 msnm, los suelos son franco arcillosos, reacción fuertemente ácido, contenido de materia orgánica media, alto contenido en fósforo y bajo en potasio. Los productores del sector se dedican a la actividad agrícola (siembra de papa, maíz, arveja, habas); y pecuaria (pasturas, crianza de ganado vacuno y animales menores).

#### 2.2.15. Coeficiente de variabilidad

El cociente  $\sigma/\mu$  se denomina coeficiente de variación, Cuando se expresa en porcentaje  $100 \sigma/\mu$  se llama a veces porcentaje de error. Un coeficiente de variación de 3% implica que  $\sigma$  es el 3% de la media  $\mu$  (Box y Hunter 2008).

Martínez (1995), para determinar la precisión o la información suministrada por los diseños bajo estudio mediante el valor del coeficiente de variación adopta la siguiente escala convencional que considera aceptable para cultivos anuales, como la papa. Tabla 7.

Tabla 7. Precisión del coeficiente de variación

<b>Coeficiente de variación</b>	<b>Precisión</b>
5 -10	Muy buena
10 -15	Buena
15 – 20	Regular
20 – 25	Mala
> 25	Muy mala

Fuente: Martínez, 1995

Toma y Rubio (2008), indica que es una medida de dispersión relativa que se define como el cociente entre la desviación estándar y la media aritmética de un conjunto de observaciones. Si se desea expresar en porcentaje el coeficiente mencionado se multiplica por 100.

Tabla 8. Grado de variabilidad del coeficiente de variación

<b>Coeficiente de variación</b>	<b>Grado de variabilidad</b>
$0 \leq cv < 10$	Datos muy homogéneos
$10 \leq cv < 15$	Datos regularmente homogéneos
$15 \leq cv < 20$	Datos regularmente variables
$20 \leq cv < 25$	Datos variables
$cv \geq 25$	Datos muy variables

Fuente: Toma y Rubio, 2008.

## 2.2.16. Variables

Las variables en estudio fueron:

### 2.2.16.1. Variables independientes

**Dosis de fertilización.-** Tres:  $D_1 = 0-0-0$  (Testigo),  $D_2 = 150-140-120$  y  $D_3 = 135-131-100$  NPK.

**Variedades de papa.-** Tres:  $V_1 =$  Yungay,  $V_2 =$  INIA 302 Amarilis y  $V_3 =$  INIA 309 Serranita.

**Localidades.-** Tres: Yacuchingana, Cachacara y Rodeopampa - Cutervo.

### 2.2.16.2. Variables dependientes

**Rendimiento.-** Relación de la producción de tubérculos de papa por hectárea.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Área experimental**

##### **3.1.1. Localización y ubicación geográfica**

El trabajo de investigación se ejecutó en tres localidades del distrito y provincia de Cutervo, región Cajamarca: Yacuchingana, Rodeopampa y Cachacara, con altitudes de 2,650, 2,720 y 2,870 msnm respectivamente, durante el periodo de setiembre del 2016 a marzo del 2017, ubicada geográficamente dentro de las coordenadas 6° 22' 46.7" de latitud sur y 78° 48' 18.44" de longitud oeste.

##### **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 (Tabla 9).

##### **Temperatura**

Las temperaturas promedio durante los meses de conducción del experimento fue de 18.73, 9.69 y 14.24 °C para la temperatura máxima, mínima y media, respectivamente (Tabla 9).

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. (Egúsqüiza, 2012). Durante la ejecución del trabajo, la temperatura

media fue de 14.24, valor que se encuentra en el rango para una buena tuberización del cultivo, que influye en rendimiento y calidad del tubérculo.

### **Precipitación**

Durante la conducción del experimento, se observó que la máxima precipitación fue en el mes de diciembre de 2016 con 236.20 mm, en cambio la menor correspondió al mes de octubre del mismo año con 53.80 mm y un promedio de 123.23 mm por mes y un total de 862.60 durante la ejecución del trabajo de investigación; valores óptimos para el abastecimiento y disponibilidad de agua para el cultivo (Tabla 9).

Tabla 9. Datos climatológicos estación meteorológica. SENAMHI – Cutervo. Año 2016 – 2017.

<b>Meses</b>	<b>Temperatura (°C)</b>			<b>PP</b>
	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Med.</b>	<b>mm</b>
Setiembre 2016	18.78	9.86	14.32	57.40
Octubre 2016	19.68	9.69	14.89	53.80
Noviembre 2016	21.49	8.83	15.16	65.60
Diciembre 2016	17.54	9.93	13.73	236.20
Enero 2017	17.61	9.7	13.65	137.20
Febrero 2017	18.25	9.0	13.63	102.80
Marzo 2017	17.74	10.81	14.27	209.60
<b>Promedio</b>	<b>18.73</b>	<b>9.69</b>	<b>14.24</b>	<b>123.23</b>
<b>PP total durante ejecución experimento</b>				<b>862.60</b>

Fuente: Estación Meteorológica SENAMHI – Cutervo. 2016-2017.

### 3.1.3. Características edáficas de la zona de estudio

Los suelos donde se realizó el trabajo de investigación, presentaron las siguientes características:

**Localidad de Yacuchingana:** Fosforo muy alto (35.30 ppm), potasio muy bajo (150.0 ppm), reacción extremadamente ácido (pH=3.4), materia orgánica media (2.86 %) y clase textural (franco arcilloso). Tabla 10.

**Localidad de Cachacara:** Fosforo muy alto (32.44 ppm), potasio muy bajo (170.0 ppm), reacción extremadamente ácido (pH=3.8), materia orgánica media (2.66 %) y clase textural (arcilloso). Tabla 11.

**Localidad de Rodeopampa:** Fosforo muy alto (34.34 ppm), potasio bajo (210.0 ppm), reacción fuertemente ácido (pH=4.6), materia orgánica media (2.38 %) y clase textural (franco arcilloso). Tabla 12.

Tabla 10. Resultado análisis de suelo localidad Yacuchingana – Cutervo – 2016.

#### LABORATORIO DE SERVICIOS DE SUELOS

Nombre : Segundo Huamán Muñoz  
Procedencia : Cutervo - Yacuchingana  
Fecha : 29/09/2016

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	Al meq/100 g	Ao %	Lo %	Ar %	Clase Textural
Papa	SU0887-EEBI-16	35.30	150.0	3.4	2.86	3.90	41	28	31	F Ar

Fuente: INIA, 2016.

Tabla 11. Resultado análisis de suelo localidad Cachacara – Cutervo - 2016

#### LABORATORIO DE SERVICIOS DE SUELOS

Nombre : Miguel Sánchez Llaja  
Procedencia : Cutervo - Cachacara  
Fecha : 29/09/2016

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	Al meq/100 g	Ao %	Lo %	Ar %	Clase Textural
Papa	SU0888-EEBI-16	32.44	170.0	3.8	2.66	0.98	33	26	41	Ar

Fuente: INIA, 2016.

Tabla 12. Resultado análisis suelo localidad Rodeopampa – Cutervo - 2016

### LABORATORIO DE SERVICIOS DE SUELOS

Nombre : Bernabé Carrasco  
 Procedencia : Cutervo - Rodeopampa  
 Fecha : 29/09/2016

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	Al meq/100 g	Ao %	Lo %	Ar %	Clase Textural
Papa	SU0889-EEBI-16	34.34	210.0	4.6	2.38	1.56	43	22	35	F Ar

Fuente: INIA, 2016.

Para determinar las características físicas y químicas del suelo, se tomaron muestras simples en zig zag de cada repetición y luego se formó una muestra compuesta. El muestreo se realizó a una profundidad de 30 cm, lugar donde se desarrolla el mayor número de las raíces. Los métodos utilizados para los análisis de suelo fueron:

Textura : Método de Bouyocuos  
 pH : Potenciómetro (Extracto de saturación)  
 M.O. (%) : Método Walkley-Black  
 P (disponible) : Método Olsen modificado  
 K (disponible): Método de Olsen. Extracción con acetato amónico  
 Al (meq/100 g): Método del aluminón.

## 3.2. Disposición experimental

### 3.2.1. Tratamiento en estudio

Los tratamientos en estudio fueron nueve, tal como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Tratamientos, variedades y dosis de fertilización.

N°	Tratamientos	Variedad	Dosis de fertilización (NPK)	Randomización		
				I	II	III
1	v1d1	Yungay	Testigo	v1d1	v1d2	v2d2
2	v1d2	Yungay	150-140-120	v1d2	v1d1	v2d1
3	v1d3	Yungay	135-131-100	v1d3	v1d3	v2d3
4	v2d1	Amarilis	Testigo	v2d1	v3d1	v3d3
5	v2d2	Amarilis	150-140-120	v2d2	v3d2	v3d2
6	v2d3	Amarilis	135-131-100	v2d3	v3d3	v3d1
7	v3d1	Serranita	Testigo	v3d1	v2d3	v1d1
8	v3d2	Serranita	150-140-120	v3d2	v2d1	v1d3
9	v3d3	Serranita	135-131-100	v3d3	v2d2	v1d2

Fuente: Elaboración INIA, 2016.

#### Dosis de fertilización: Tres:

D<sub>1</sub> = 0-0-0 NPK (Testigo)

D<sub>2</sub> = 150-140-120 NPK

D<sub>3</sub> = 135-131-100 NPK

#### Fuentes de fertilizantes:

**Química:** Urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio

**Orgánica:** Guano de establo y guano de isla

**Variedades comerciales de papa: Tres:**

V<sub>1</sub> = Yungay

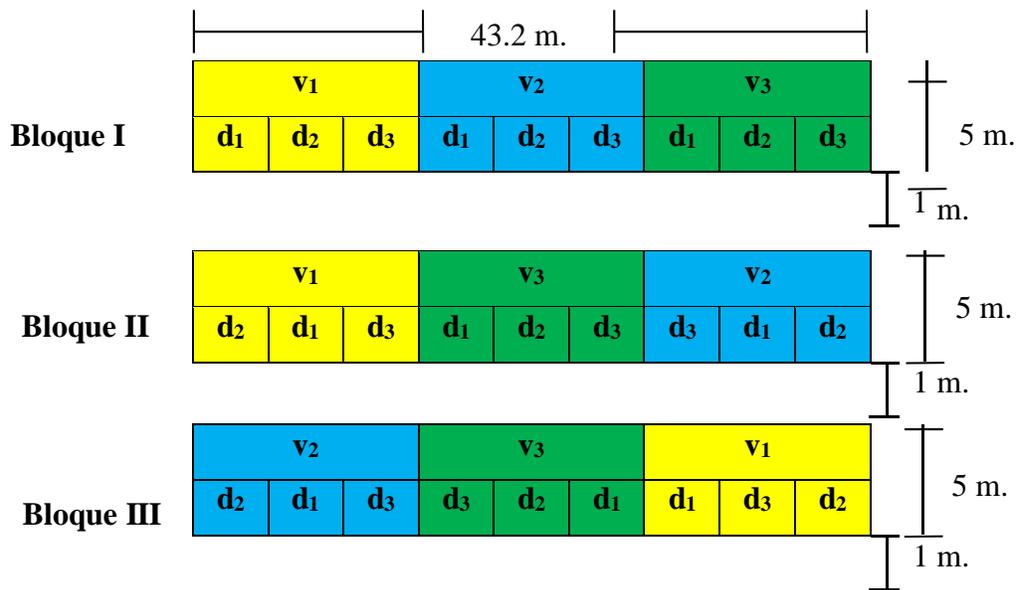
V<sub>2</sub> = INIA 302 Amarilis

V<sub>3</sub> = INIA 309 Serranita

### 3.2.2. Diseño experimental

Para el presente trabajo se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) en parcelas divididas para variedades con tres (03) repeticiones y nueve (09) tratamientos.

**Croquis del campo experimental**



Área neta del experimento:  $216 \times 3 = 648.0 \text{ m}^2$

Área total del experimento:  $45.2 \times 19.0 \text{ m} = 858.8 \text{ m}^2$ .

### **3.3. Conducción experimental**

#### **3.3.1. Preparación del terreno.**

La preparación del terreno se realizó con tractor y fue lo más profunda y mullida posible. El tractor utilizado fue 'shibaura' (Japonés), 16 hp, tres (03) cilindros – Diesel.

##### **Aradura.**

Se realizó con arado de disco, cuando el suelo estaba húmedo a punto en la segunda quincena de agosto, a una profundidad de 40 cm.

Los **discos**, son la parte del arado que realiza el trabajo directamente en el suelo, están sujetos por cuatro tornillos para poder cambiar cuando se desgastan o se rompen. El tamaño de los discos fueron de 26 pulgadas (660 mm) con una concavidad de 87 mm de profundidad. El borde de los discos estuvo afilados con la finalidad de trabajar mejor el terreno.

##### **Cruza.**

Se realizó con rastra, días antes de la siembra con la finalidad de mullir bien los terrones.

La rastra utilizada fue de simple acción, es un equipo de labor secundaria. Los cuerpos estaban dispuestos en forma de “V”, trabajan el suelo solo una vez por pasada, dichos discos se oponen por sus lados convexos equilibrando las fuerzas oponentes entre los mismos. La finalidad fue cortar, desterronar, pulverizar y mullir el suelo.

##### **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 1.20 metros y a una profundidad de 20 cm.

### **3.3.2. Semilla.**

La semilla fue de calidad; es decir, semilla certificada obtenida del INIA – EEA. Baños del Inca Cajamarca 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.

### **3.3.3. Siembra.-**

La siembra se realizó el 21, 23 de setiembre y el 15 de octubre del año 2016 en la localidad de Rodeopampa, Yacuchingana y Cachacara respectivamente, a un distanciamiento de 40 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 uniforme.

### **3.3.4. 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 crecimiento y desarrollo del mismo. En el desarrollo del trabajo de investigación no se realizó ningún riego, 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 45 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 conjuntamente con el primer aporque, luego se hizo un segundo deshierbo a los 60 días y también se realizó el segundo aporque que fue alto como se recomienda para la papa variedad Yungay.

### **“Roguing” 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 deshierbo, al aporque y en especial en la floración.

### **Aporque.**

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

### **3.3.5. Fertilización.**

La fertilización se hizo de acuerdo al análisis de suelo, pero además, se tomó como referencia la fertilización que indica (Cervantes, 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 golpe entre tubérculo y tubérculo, antes se colocó la semilla y finalmente se tapó la semilla y el fertilizante al mismo tiempo.

El segundo abonamiento fue al deshierbo o al primer aporque (60 dds), en golpes. Se pesó el fertilizante uniformemente para las 50 plantas de cada parcela colocando entre planta y planta, sin llegar a ponerlos en contacto, luego se procedió al tapado.

Las fuentes químicas utilizadas fueron:

- Urea al 46 % de N
- Fosfato diamónico al 18 % de N y 46 % de  $P_2O_5$
- Cloruro de potasio al 60 % de  $K_2O$ .

Las fuentes orgánicas utilizadas fueron:

- Guano de establo
- Guano de isla.

### **3.3.6. Control fitosanitario.**

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron ataques de plagas (Epitrix, y Diabroticas) lo cual fue controlado con Cypermex a dosis de 300 ml/cilindro. Se realizó tres aplicaciones.

Para el caso de enfermedades se presentó ataque de racha, al inicio fue preventivo se aplicó Antracol (Mancozed) a la dosis de 500 gramos/cilindro cada 15 días, se realizaron tres aplicaciones, luego se aplicó un curativo Ridomil (Metalaxil) a la dosis de 500 gramos/cilindro, en este último se hicieron cinco aplicaciones.

### **3.3.7. Cosecha**

#### **Época de cosecha.**

La época de cosecha es cuando el follaje toma un color amarillo, las hojas basales se cayeron y los tallos de las plantas se tumbaron.

Sin embargo para determinar el momento adecuado de la cosecha se realizó el **muestreo de tubérculos**, 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 15 días, hasta que la piel adquirió firmeza.

### **Cosecha.**

La cosecha se hizo en forma manual utilizando lampas el 23, 28 y 29 de marzo del 2017 en la localidad de Rodeopampa, Yacuchingana y Cachacara respectivamente, 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.

## **3.4. Características evaluadas**

### **3.4.1. Rendimiento t/ha.**

Se cosechó las plantas de los dos surcos centrales de cada parcela que corresponde a 12 m<sup>2</sup>, se contó el número de plantas a cosechar en el área útil de cada parcela, la producción de todas las plantas del área útil de cada parcela se colocaron juntas en un solo lugar. El peso de los surcos centrales de cada parcela y el número de plantas cosechas se transformó en toneladas por hectárea.

### **3.4.2. Número total tubérculos por planta.**

Se contó el número de tubérculos de 10 plantas cosechadas al azar y luego se obtuvo el promedio por planta.

### **3.4.3. Número de tubérculos comerciales por planta.**

Consistió en separar los tubérculos por su peso y tamaño mayor de 80 gramos para determinar la cantidad de tubérculos por planta.

#### 3.4.4. Número de tubérculos no comerciales por planta.

Consistió en separar los tubérculos por su peso y tamaño menor de 80 gramos para determinar la cantidad de tubérculos por planta.

#### 3.4.5. Peso promedio de tubérculos por planta.

Se realizó al momento de la cosecha, con la ayuda de una balanza se pesaron los tubérculos de 10 plantas tomadas al azar y luego se obtuvo el promedio por planta, el resultado se expresó en kg/planta.

### 3.5. Análisis estadísticos de los datos

Se realizaron los ANAVAS por cada una de las características evaluadas, localidades, variedades y dosis, según el modelo lineal aditivo siguiente. (Martínez, 1995).

Tabla 14. Forma general del análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Bloques	$(r-1) = 2$	SC Bloques
Variedades	$(v-1) = 2$	SC Variedades
Error (a)	$(r-1)(v-1) = 4$	SC Error (a)
Dosis	$(d-1) = 2 * 2 = 4$	SC Dosis
Variedades x dosis	$(v-1)(d-1) = 4 * 2 = 8$	SC Variedades x dosis
Error (b)	$(d-1) + (v-1)(d-1) = 12$	SC Error (b)
<b>Total</b>	<b>26</b>	

Fuente: Stell y Torrie (2008)

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 a lo 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 varianza de las características evaluadas

#### 4.1.1. Rendimiento (t/ha)

El análisis de varianza para esta evaluación indica que existió alta significación estadística para localidad y dosis NPK, mostrando un comportamiento heterogéneo en el rendimiento, debido al diferente efecto de los tratamientos. (Tabla 15).

**Tabla 15. Análisis de varianza para rendimiento (t/ha).**

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	P-Valor
Modelo	1.43	28	0.05	2.00	0.0152
Bloque	0.02	2	0.01	0.37	0.6946
Localidad	1.07	2	0.54	20.90	0.0001**
Variedad	2.2E-03	2	1.1E-03	0.04	0.9581
Dosis NPK	0.21	2	0.11	4.19	0.0205*
Localidad x variedad	0.03	4	0.01	0.32	0.8619
Localidad x dosis NPK	0.02	4	0.01	0.20	0.9375
Variedad x dosis NPK	0.02	4	5.0E-03	0.19	0.9405
Localidad x variedad x dosis NPK	0.05	8	0.01	0.27	0.9742
Error	1.33	52	0.03		
Total	2.77	80			

CV = 10.85 %

El coeficiente de variabilidad fue de 10.85 %, valor que indica que los datos son regularmente homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción

experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 15).

El promedio experimental de rendimiento fue 31.39 t/ha, valor superior al promedio nacional 14 t/ha. (MINAGRI, 2014). Asimismo, (Padilla, 2018) en un trabajo de investigación utilizando mezcla físicas y compuestas en la variedad Única en el sector Cruz Roja – Cutervo obtuvo 33,504.17 kg, (Monteza, 2018) en un ensayo, efecto de tres niveles de fósforo y tres fuentes de nitrógeno en la variedad Yungay, alcanzó un promedio de 36,692.38 kg, mientras que (Díaz, 2017) en su trabajo de investigación efecto de 12 niveles de fertilización NPK en la variedad INIA 302 Amarilis, obtuvo rendimientos que oscilan entre 34,349.69 y 23,720.56 kg/ha, correspondiendo a los tratamientos con dosis 250-150-300 NPK y sin fertilización respectivamente. Esto demuestra que la fertilización tiene gran importancia económica y social en los planes de la agricultura moderna.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando tres subconjuntos diferentes; el primero y superior, conformado por la localidad Cachacara con 41.89 t/ha que superó estadísticamente a la localidad Yacuchingana que rindió 29.09 t/ha, mientras que la localidad Rodeopampa obtuvo 23.18 t/ha; y se ubicó en el último lugar del orden de mérito. Los altos rendimientos se atribuyen a los altos valores en sus componentes de rendimiento, peso y número de tubérculos por planta, como lo indican las asociaciones significativas. (Tabla 16, figura 6).

Tabla 16. Rendimiento, según localidad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad	Rendimiento t/ha	Significación
1	Cachacara	41.89	A
2	Yacuchingana	29.09	B
3	Rodeopampa	23.18	C
	<b>Promedio</b>	<b>31.39</b>	

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

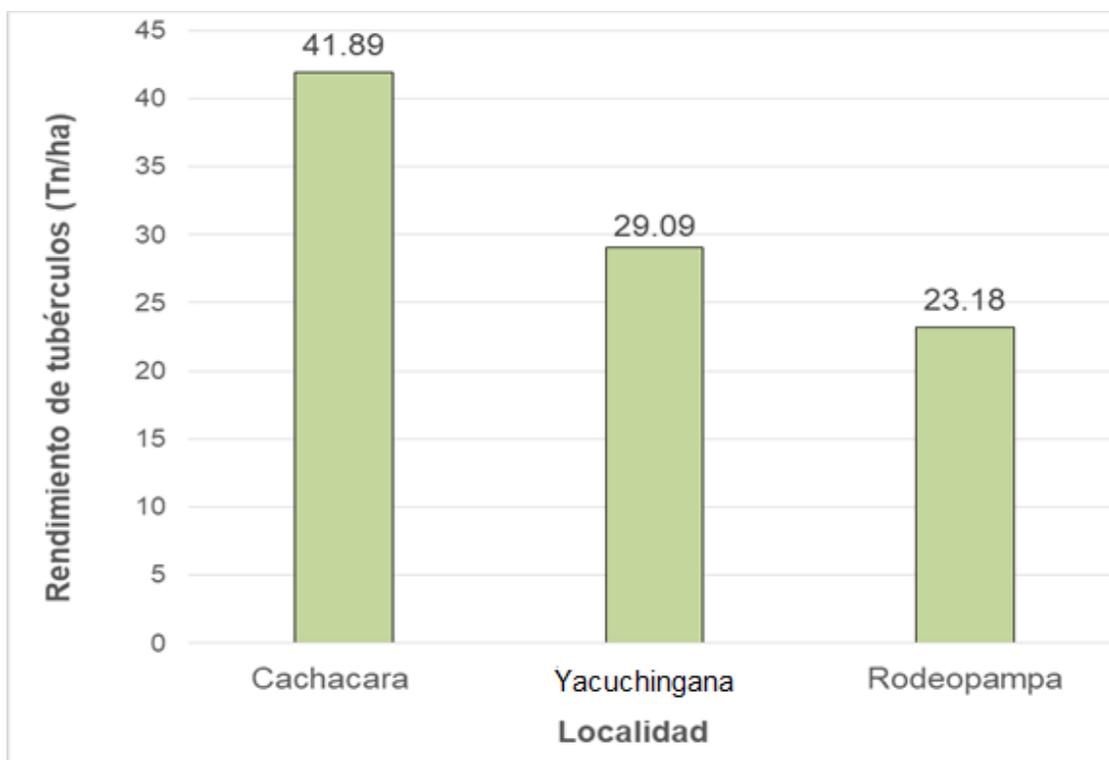


Figura 6. Rendimiento, según localidad.

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, las variedades tienen una buena adaptación a la zona y el rendimiento es homogéneo para las tres variedades. (Tabla 17, figura 7).

Tabla 17. Rendimiento, según variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Variedad	Rendimiento t/ha	Significación
1	Yungay	31.93	A
2	INIA 302 Amarilis	31.71	A
3	INIA 309 Serranita	30.52	A
	<b>Promedio</b>	<b>31.39</b>	

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

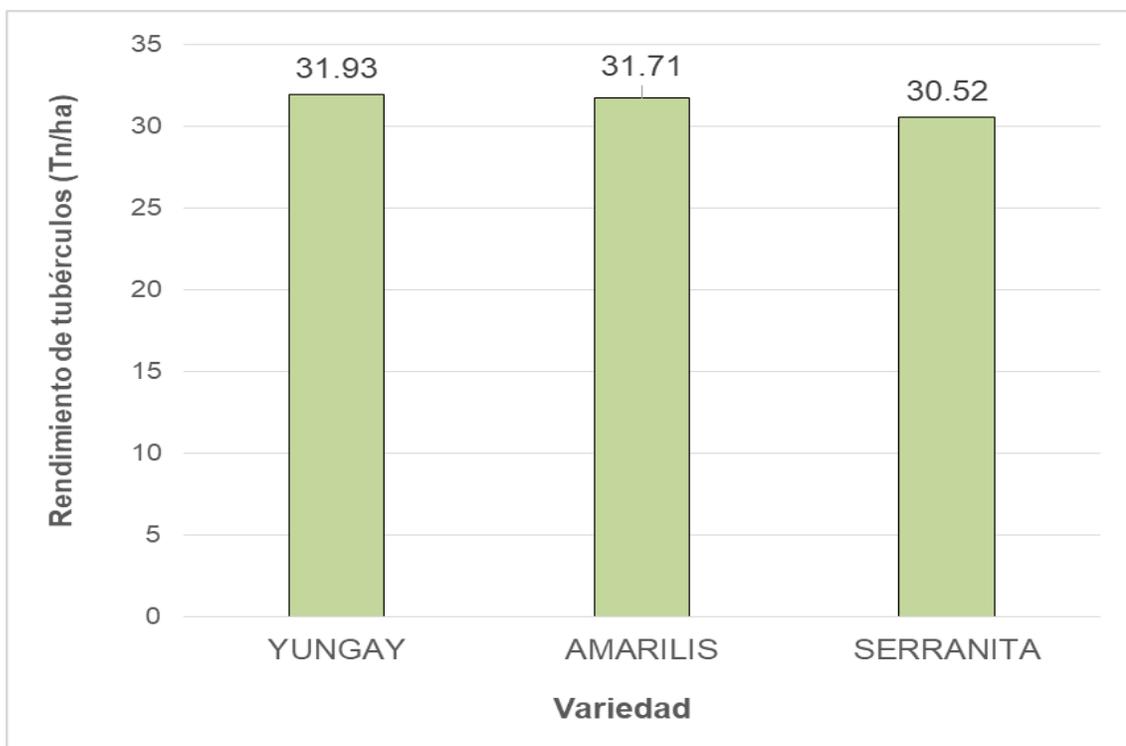


Figura 7. Rendimiento, según variedad.

La prueba de Duncan para dosis, se encontró dos subconjuntos diferentes estadísticamente, el primero y superior, conformado por la dosis 150-140-120 NPK con 35.93 t/ha, con el que se obtuvo el mayor rendimiento, le sigue la dosis 135-131-100 con 31.09 t/ha y superaron estadísticamente al testigo con dosis 0-0-0, que obtuvo solo 27.14 t/ha y se ubicó en el último lugar de orden de mérito. Resultados atribuibles al efecto benéfico de los fertilizantes. (Tabla 18, figura 8).

Tabla 18. Rendimiento, según dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Dosis NPK	Rendimiento t/ha	Significación
1	150-140-120	35.93	A
2	135-131-100	31.09	AB
3	0-0-0	27.14	B
	<b>Promedio</b>	<b>31.39</b>	

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

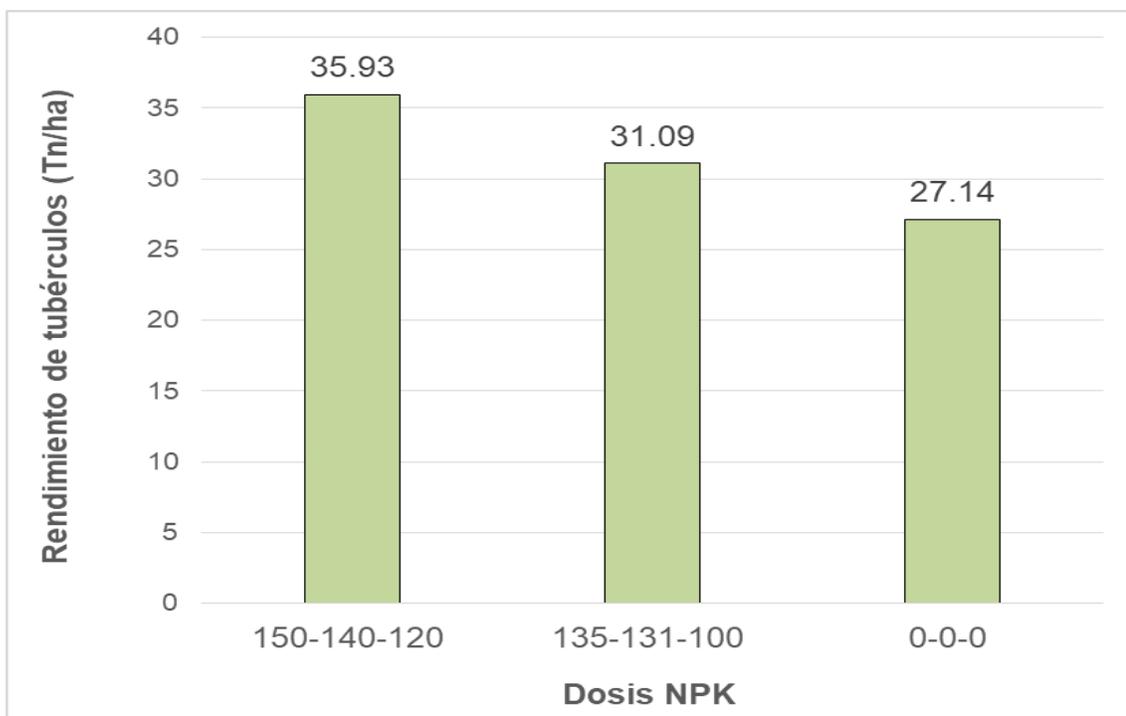


Figura 8. Rendimiento, según dosis.

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando tres subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por tres tratamientos de los cuales Cachacara – INIA 302 Amarilis con 45.71 t/ha, obtuvo el mayor rendimiento, le siguen Cachacara – INIA 309 Serranita y Cachacara - Yungay, con 40.37 y 39.58 t/ha, respectivamente y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que el tratamiento Rodeopampa – INIA 302 Amarilis, con 21.03 t/ha, se ubicó en el último lugar de orden de mérito. (Tabla 19, figura 9).

Tabla 19. Rendimiento, según localidad por variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad por variedad	Rendimiento (t/ha)	Sign.
1	Cachacara – INIA 302 Amarilis	45.71	A
2	Cachacara - INIA 309 Serranita	40.37	AB
3	Cachacara - Yungay	39.58	AB
4	Yacuchingana - Yungay	31.25	BC
5	Yacuchingana - INIA 302 Amarilis	28.38	C
6	Yacuchingana - INIA 309 Serranita	27.64	C
7	Rodeopampa - Yungay	24.96	C
8	Rodeopampa - INIA 309 Serranita	23.54	C
9	Rodeopampa - INIA 302 Amarilis	21.03	C
	<b>Promedio</b>	<b>31.38</b>	

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

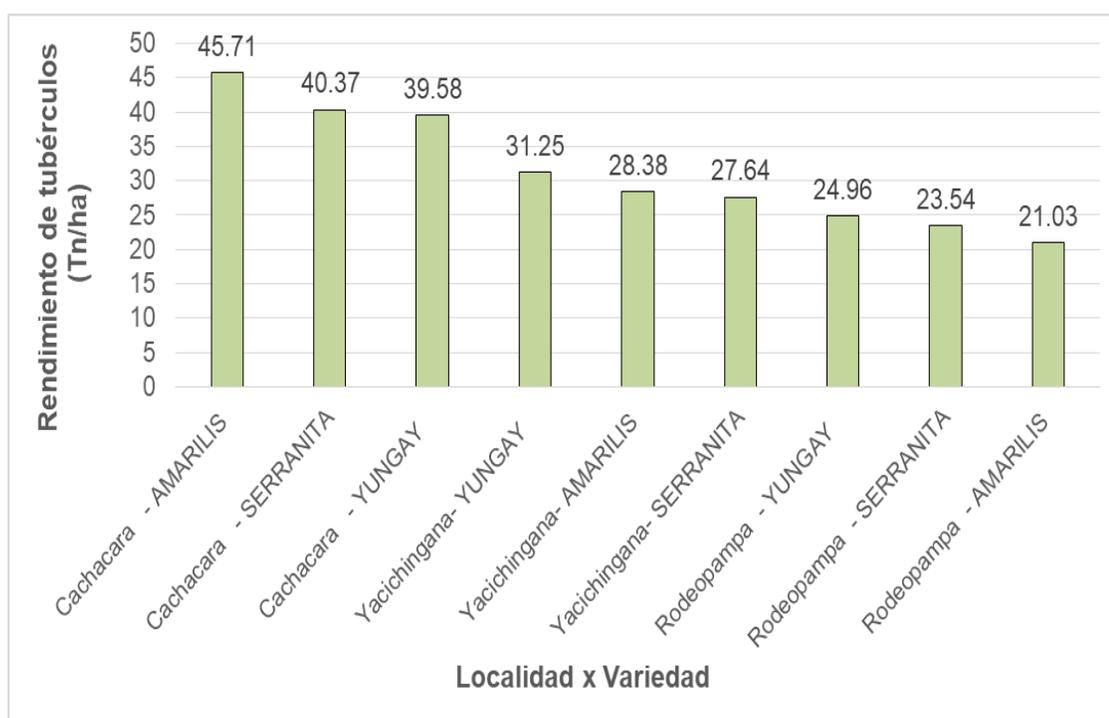


Figura 9. Rendimiento, según localidad por variedad.

La prueba de Duncan para localidad por dosis, detectó diferencias estadísticas altamente significativas entre promedios, mostrando que se acepta la hipótesis alternativa, indicando que el diseño empleado fue el apropiado por el control efectivo del error experimental. Se

encontró cinco subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por tres tratamientos de las cuales, la localidad Cachacara, con dosis 150-140-120 NPK, obtuvo el mayor rendimiento con 46.08 t/ha, le siguen Cachacara 135-131-100 y Cachacara 0-0-0, que obtuvieron 41.48 y 38.10 t/ha, respectivamente y superaron estadísticamente al resto de tratamientos, mientras que Rodeopampa - 0-0-0, solo obtuvo 17.99 t/ha y se ubicó en el último lugar de orden de mérito. (Tabla 20, figura 10).

Tabla 20. Rendimiento, según localidad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad por dosis NPK	Rendimiento (t/ha)	Sign.
1	Cachacara - 150-140-120	46.08	A
2	Cachacara - 135-131-100	41.48	AB
3	Cachacara - 0-0-0	38.10	ABC
4	Yacuchingana - 150-140-120	32.92	BCD
5	Yacuchingana - 135-131-100	29.03	CD
6	Rodeopampa - 150-140-120	28.78	CD
7	Yacuchingana - 0-0-0	25.32	DE
8	Rodeopampa - 135-131-100	22.76	DE
9	Rodeopampa - 0-0-0	17.99	E
	<b>Promedio</b>	<b>31.38</b>	

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

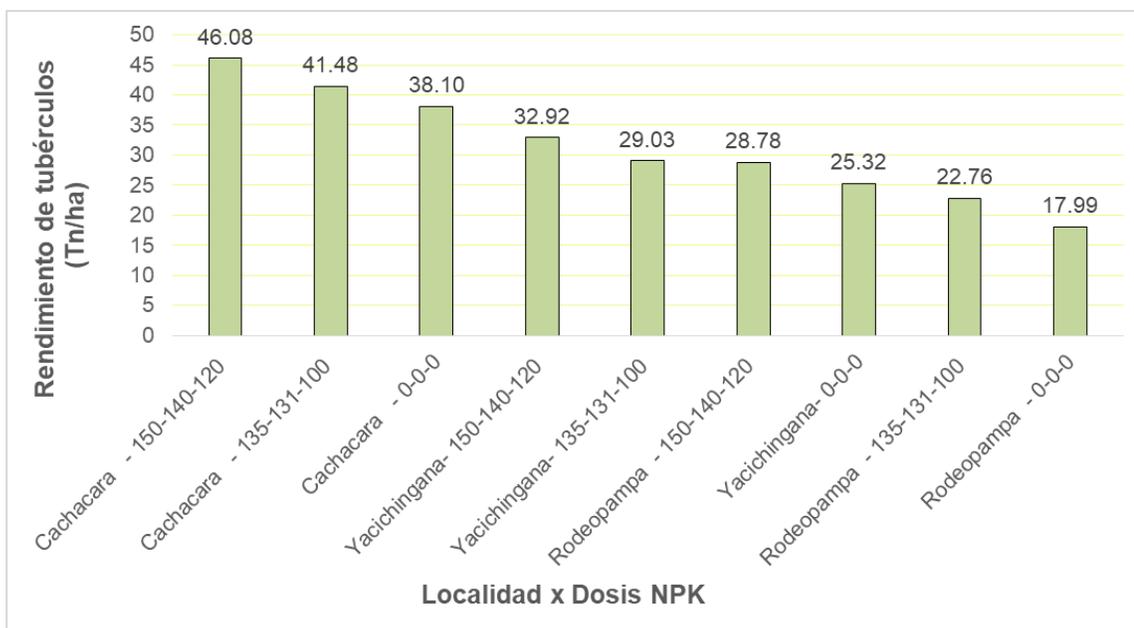


Figura 10. Rendimiento, según localidad por dosis.

La prueba de Duncan para variedad por dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por seis tratamientos de los cuales la variedad Yungay con dosis 150-140-120 de NPK obtuvo el mayor rendimiento con 38.65 t/ha, le siguen cinco tratamientos que variaron INIA 302 Amarilis 150-140-120 e INIA 309 Serranita 135-131-100 y obtuvieron valores que fluctuaron de 35.30 a 30.41 t/ha y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que la variedad Yungay 0-0-0, solo obtuvo 26.62 t/ha y se ubicó en el último lugar de orden de mérito. (Tabla 21, figura 11).

Tabla 21. Rendimiento, según variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Variedad por dosis NPK	Rendimiento (t/ha)	Sign.
1	Yungay - 150-140-120	38.65	A
2	INIA 302 Amarilis - 150-140-120	35.30	AB
3	INIA 309 Serranita - 150-140-120	33.83	AB
4	INIA 302 Amarilis - 135-131-100	32.33	AB
5	Yungay - 135-131-100	30.53	AB
6	INIA 309 Serranita - 135-131-100	30.41	AB
7	INIA 302 Amarilis - 0-0-0	27.49	B
8	INIA 309 Serranita - 0-0-0	27.31	B
9	Yungay - 0-0-0	26.62	B
	<b>Promedio</b>	<b>31.39</b>	

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

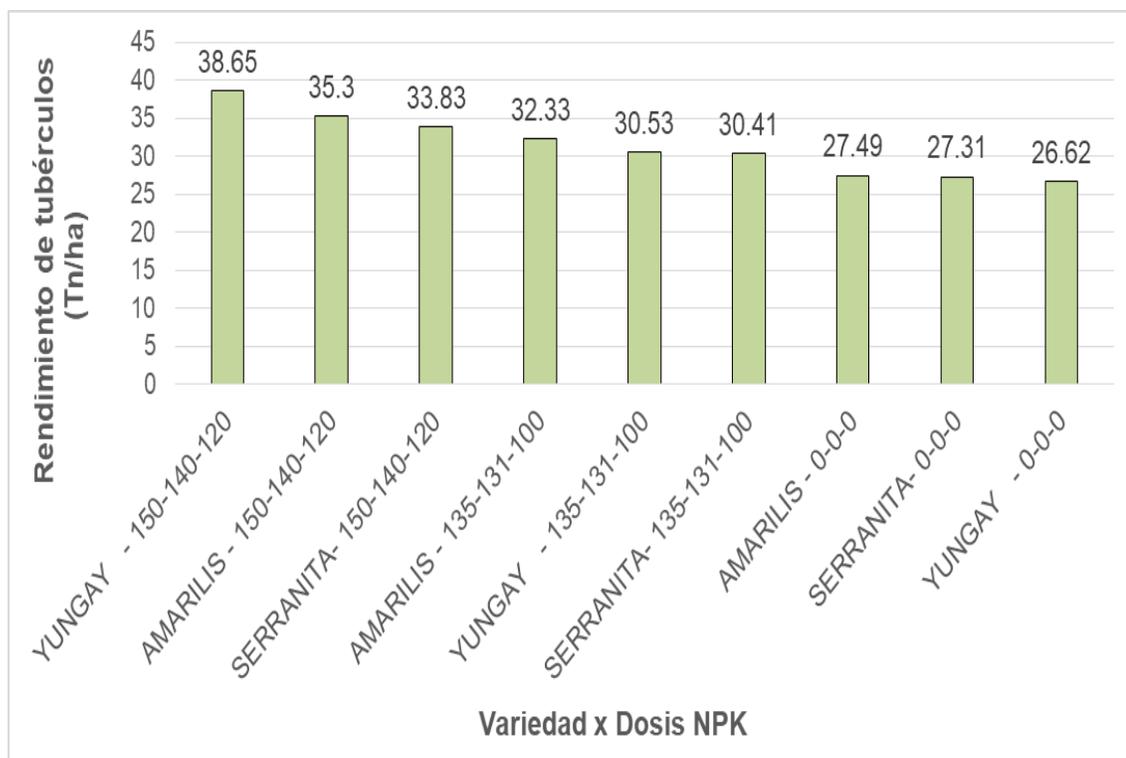


Figura 11. Rendimiento, según variedad por dosis.

La prueba de Duncan para localidad por variedad por dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando siete subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por quince tratamientos de los cuales la localidad Cachacara, con la variedad INIA 302 Amarilis y con dosis 150-140-120 NPK, obtuvo el mayor rendimiento con 49.08 t/ha, le siguen catorce tratamientos que variaron de Cachacara, Yungay, 150-140-120, Yacuchingana, INIA 302 Amarilis, 135-131-100 y cuyos valores fluctuaron de 46.25 a 29.72 t/ha, y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que en el último lugar se ubicó la localidad Rodeopampa, con la variedad Yungay y el testigo 0-0-0 con solo 16.53 t/ha. (Tabla 22, figura 12).

Tabla 22. Rendimiento, según localidad por variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad por variedad por dosis NPK	Rdto (t/ha)	Sign.
1	Cachacara – INIA 302 Amarilis - 150-140-120	49.08	A
2	Cachacara - Yungay - 150-140-120	46.25	AB
3	Cachacara - INIA 302 Amarilis - 135-131-100	45.83	AB
4	Cachacara – INIA 309 Serranita - 150-140-120	42.92	ABC
5	Cachacara - INIA 302 Amarilis - 0-0-0	42.22	ABCD
6	Cachacara - S INIA 309 Serranita - 135-131-100	40.56	ABCDE
7	Cachacara - Yungay - 135-131-100	38.06	ABCDEF
8	Cachacara - INIA 309 Serranita - 0-0-0	37.64	ABCDEF
9	Rodeopampa - Yungay - 150-140-120	35.67	ABCDEFG
10	Cachacara - Yungay - 0-0-0	34.44	ABCDEFG
11	Yacuchingana - Yungay - 150-140-120	34.03	ABCDEFG
12	Yacuchingana - INIA 302 Amarilis - 150-140-120	33.89	ABCDEFG
13	Yacuchingana - INIA 309 Serranita - 150-140-120	30.83	ABCDEFG
14	Yacuchingana - Yungay - 135-131-100	30.83	ABCDEFG
15	Yacuchingana - INIA 302 Amarilis - 135-131-100	29.72	ABCDEFG
16	Yacuchingana - Yungay - 0-0-0	28.89	BCDEFG
17	Rodeopampa - INIA 309 Serranita - 150-140-120	27.75	BCDEFG
18	Yacuchingana - INIA 309 Serranita - 135-131-100	26.53	BCDEFG
19	Yacuchingana - INIA 309 Serranita - 0-0-0	25.56	CDEFG
20	Rodeopampa - INIA 309 Serranita - 135-131-100	24.14	CDEFG
21	Rodeopampa - INIA 302 Amarilis - 150-140-120	22.92	DEFG
22	Rodeopampa - Yungay - 135-131-100	22.69	DEFG
23	Yacuchingana - INIA 302 Amarilis - 0-0-0	21.53	EFG
24	Rodeopampa - INIA 302 Amarilis - 135-131-100	21.44	EFG
25	Rodeopampa - INIA 302 Amarilis - 0-0-0	18.72	FG
26	Rodeopampa - INIA 309 Serranita - 0-0-0	18.72	FG
27	Rodeopampa – Yungay - 0-0-0	16.53	G
	<b>Promedio</b>	<b>31.38</b>	

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

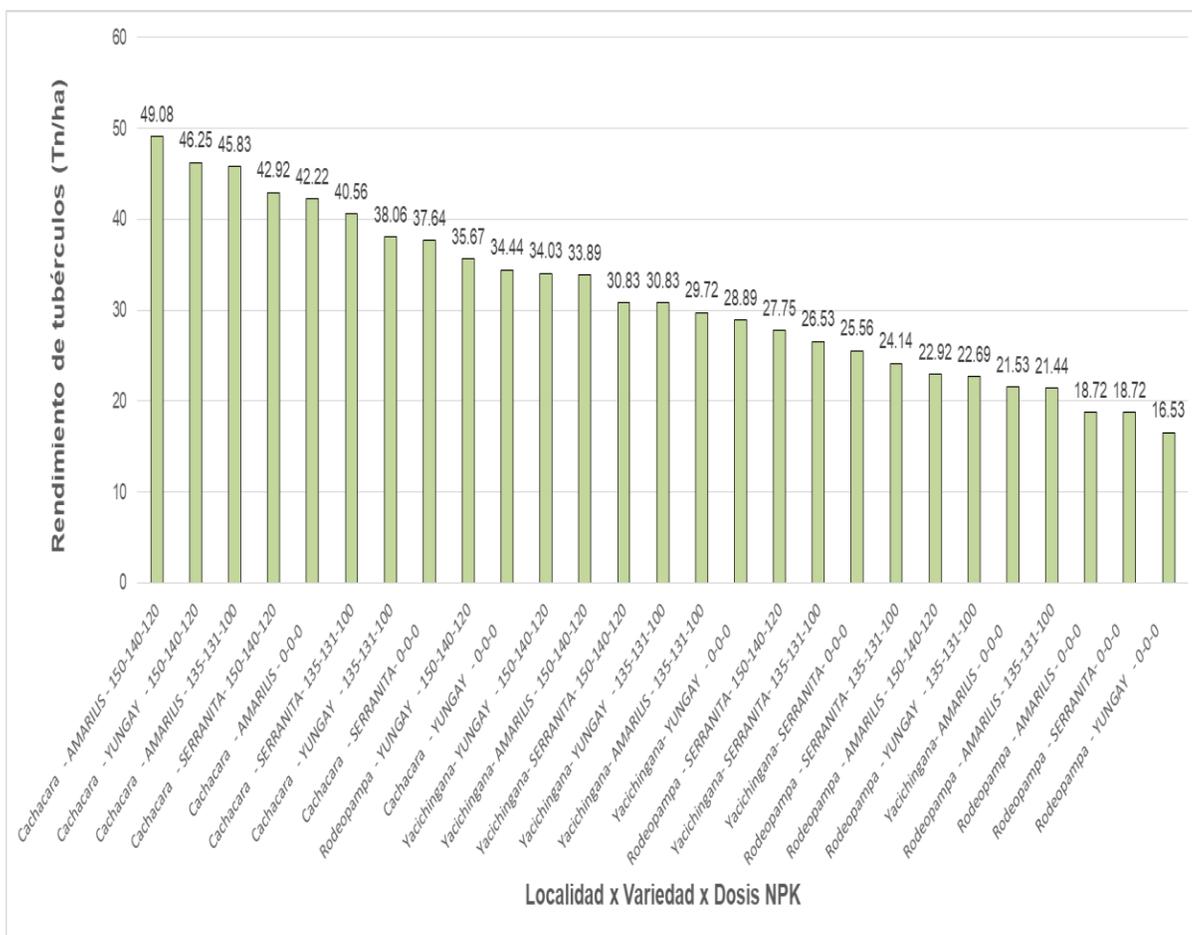


Figura 12. Rendimiento, según localidad por variedad por dosis.

#### 4.1.2. Número total de tubérculos por planta

El análisis de varianza para esta evaluación indica que existió alta significación estadística solo para el factor localidad, mostrando un comportamiento heterogéneo en el número total de tubérculos por planta, debido al diferente efecto de la localidad. (Tabla 23).

Tabla 23. Análisis de varianza para número total de tubérculos por planta.

<b>F. V.</b>	<b>S. C.</b>	<b>G. L.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Modelo	11.80	28	0.42	1.70	0.0483
Bloque	0.47	2	0.23	0.94	0.3956
Localidad	7.17	2	3.59	14.48	<0.0001
Variedad	0.92	2	0.46	1.85	0.1667
Dosis NPK	0.68	2	0.34	1.37	0.2643
Localidad x variedad	1.51	4	0.38	1.52	0.2090
Localidad x dosis NPK	0.03	4	0.01	0.03	0.9983
Variedad x dosis NPK	0.51	4	0.13	0.52	0.7234
Localidad x variedad x dosis NPK	0.52	8	0.06	0.26	0.9755
Error	12.87	52	0.25		
Total	24.67	80			

CV = 14.86 %

El coeficiente de variabilidad fue de 14.86 %, valor que indica que los datos son regularmente homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 23).

El promedio experimental de tubérculos/planta fue 10.52, inferior a lo encontrado por (Padilla, 2018), (Díaz, 2017) y (Monteza, 2018) con 13.35, 13.13 y 31.73 tubérculos por planta en la variedad Única, Amarilis y Yungay respectivamente, debido al diferente efecto de los tratamientos.

La prueba de Duncan para el factor localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, que obtuvieron la mayor cantidad de tubérculos/planta y son las localidades de Cachacara y Yacuchingana con 12.44 y 11.29 tubérculos/planta, respectivamente y superaron estadísticamente a la localidad de Rodeopampa con solo 7.84 tubérculos/planta que se ubicó en el último lugar. (Tabla 24, figura 13).

Tabla 24. Número total de tubérculos por planta, según localidad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad	N° total tubérculos/planta	Sign.
1	Cachacara	12.44	A
2	Yacuchingana	11.29	A
3	Rodeopampa	7.84	B
	<b>Promedio</b>	<b>10.52</b>	

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

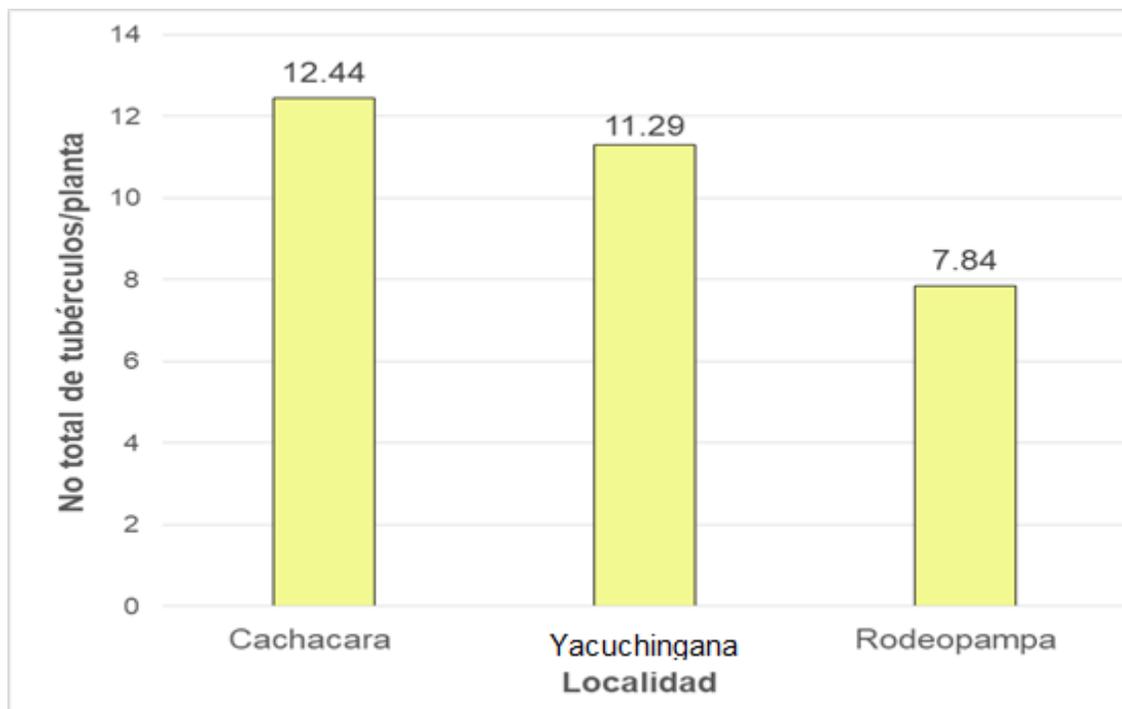


Figura 13. Número total de tubérculos por planta, según localidad.

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, de las variedades estudiadas, aunque la variedad Yungay con 14.47 tubérculos por planta, se encuentra ocupando el primer lugar en el orden de mérito. (Tabla 25, figura 14).

Tabla 25. Número total de tubérculos por planta, según variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Variedad	N° total de tubérculos/planta	Sign.
1	Yungay	11.47	A
2	INIA 302 Amarilis	10.37	A
3	INIA 309 Serranita	9.73	A
	<b>Promedio</b>	<b>10.52</b>	

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

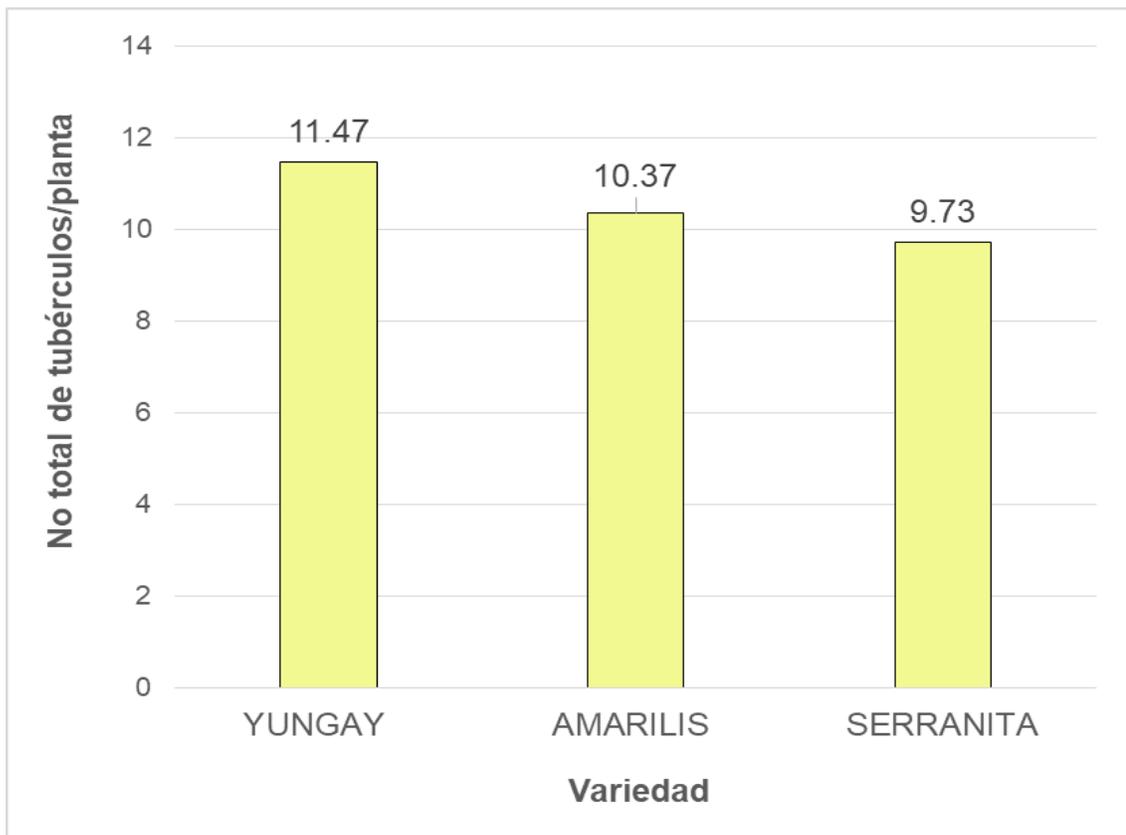


Figura 14. Número total de tubérculos por planta, según variedad.

La prueba de Duncan para dosis, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, con las dosis estudiadas, aunque la dosis con los niveles más altos de N-P-K, se encuentra ocupando el primer lugar en el orden de mérito, con (11.13 tubérculos por planta (Tabla 26, figura 15).

Tabla 26. Número total de tubérculos por planta, según dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Dosis PNK	N° total de tubérculos/planta	Sign.
1	150-140-120	11.13	A
2	135-131-100	10.75	A
3	0-0-0	9.68	A
	<b>Promedio</b>	<b>10.52</b>	

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

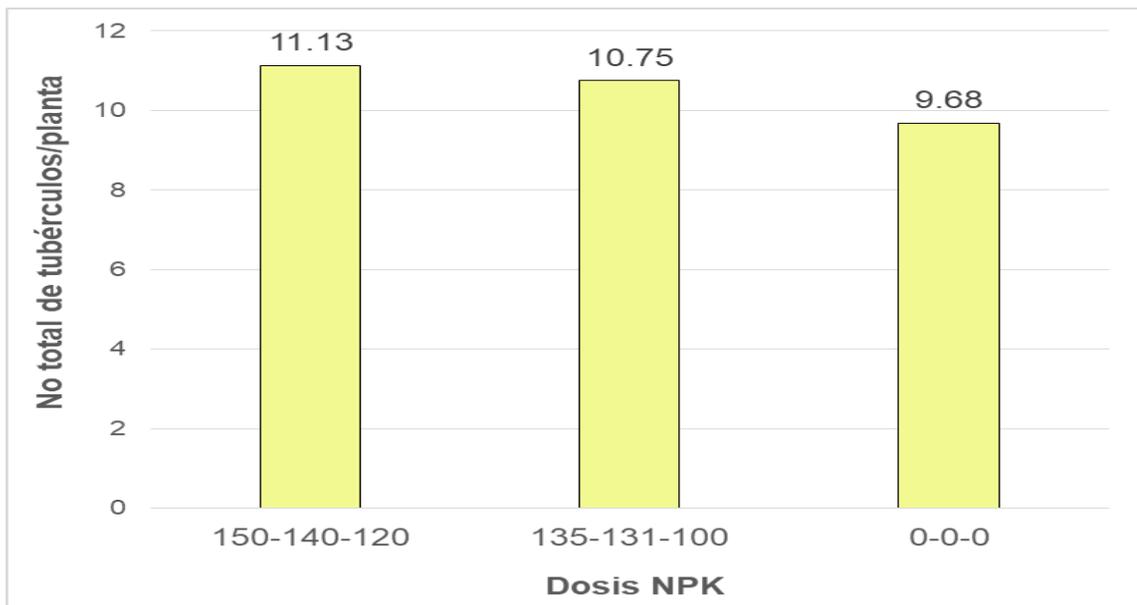


Figura 15. Número total de tubérculos por planta, según dosis.

La prueba de Duncan para la interacción localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando cuatro subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por cinco tratamientos de los cuales Cachacara - Yungay obtuvo la mayor cantidad con 14.02 tubérculos/planta, le siguen Yacuchingana - Amarilis,

Cachacara - Amarilis, Yacuchingana - Yungay y Cachacara - Serranita, que obtuvieron 12.56, 12.22, 11.76 y 11.07 tubérculos/planta, y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que en el último lugar se ubicó Rodeopampa - Amarilis con solo 6.32 tubérculos/planta. (Tabla 27, figura 16).

Tabla 27. Número total de tubérculos por planta, según localidad por variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad por variedad	N° total de tubérculos/planta	Sign.
1	Cachacara - Yungay	14.02	A
2	YacUchingana - Amarilis	12.56	AB
3	Cachacara - Amarilis	12.22	ABC
4	Yacuchingana - Yungay	11.76	ABC
5	Cachacara - Serranita	11.07	ABC
6	Yacuchingana - Serranita	9.54	BCD
7	Rodeopampa - Yungay	8.61	CD
8	Rodeopampa - Serranita	8.58	CD
9	Rodeopampa - Amarilis	6.32	D
	Promedio	10.52	

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

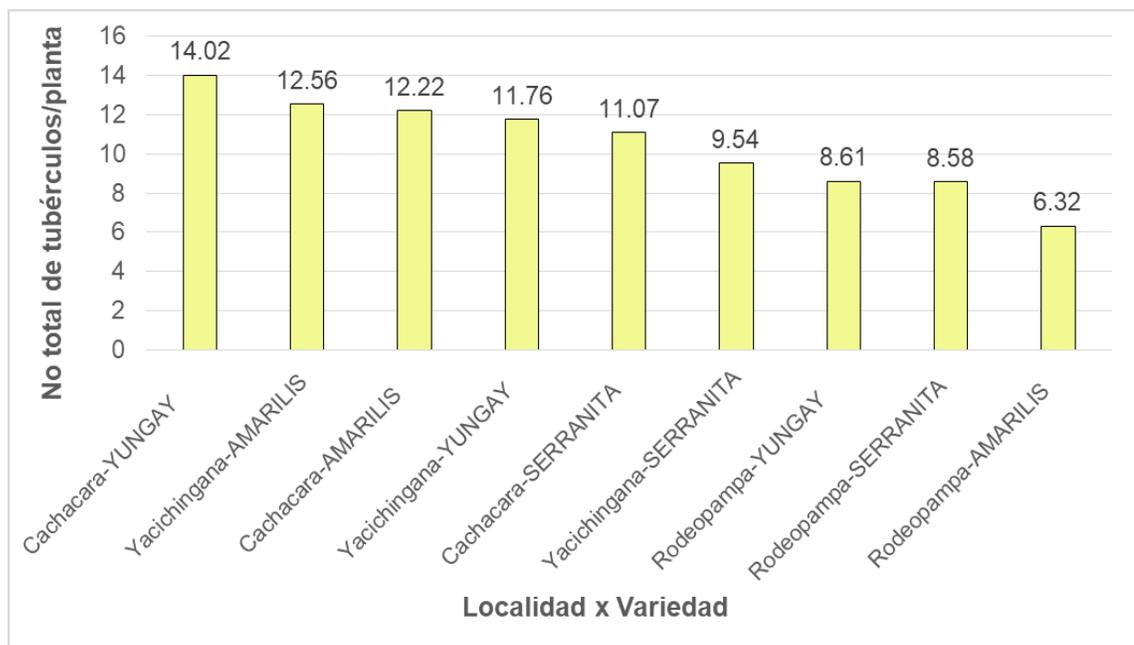


Figura 16. Número total de tubérculos por planta, según localidad por variedad.

La prueba de Duncan para localidad por dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando tres subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por seis tratamientos, de los cuales Cachacara - 150-140-120 con 13.18 tubérculos/planta, obtuvo la mayor cantidad, le siguen cinco tratamientos que variaron de Cachacara - 135-131-100 a Yacuchingana - 0-0-0 y cuyos valores fluctuaron de 12.73 a 10.36 tubérculos/planta y superaron estadísticamente al resto de tratamientos, mientras que en el último lugar se ubicó Rodeopampa - 0-0-00 con solo 7.28 tubérculos/planta. (Tabla 28, figura 17).

Tabla 28. Número total de tubérculos por planta, según localidad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad por dosis NPK	N° total de tubérculos/planta	Sign.
1	Cachacara - 150-140-120	13.18	A
2	Cachacara - 135-131-100	12.73	A
3	Yacuchingana - 150-140-120	11.81	AB
4	Yacuchingana - 135-131-100	11.69	AB
5	Cachacara - 0-0-0	11.40	AB
6	Yacuchingana - 0-0-0	10.36	ABC
7	Rodeopampa - 150-140-120	8.41	BC
8	Rodeopampa - 135-131-100	7.82	C
9	Rodeopampa - 0-0-0	7.28	C
	<b>Promedio</b>	<b>10.52</b>	

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

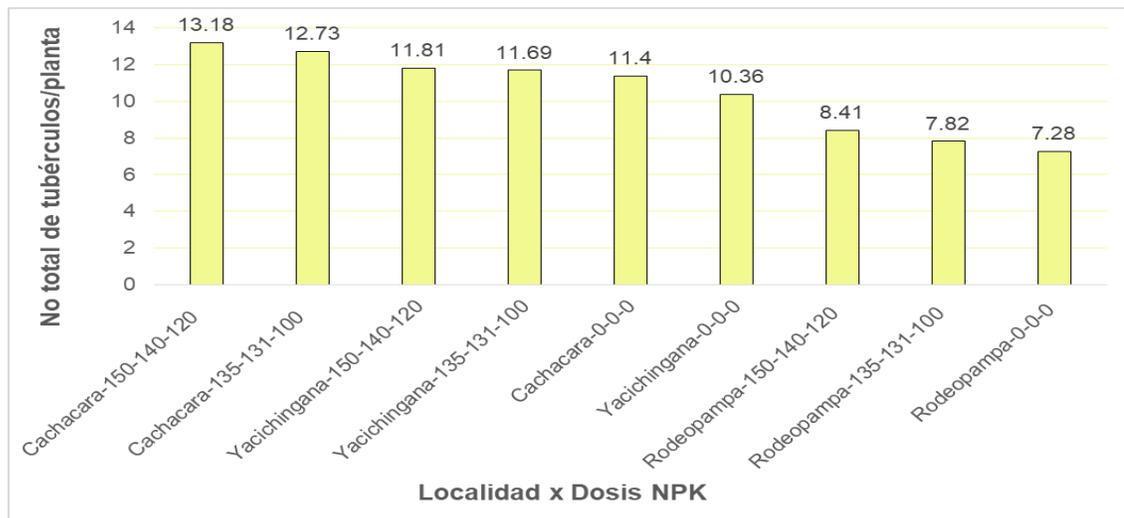


Figura 17. Número total de tubérculos por planta, según localidad por dosis.

La prueba de Duncan para variedad por dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por ocho tratamientos, de los cuales Yungay - 150-140-120 con 13.07 tubérculos/planta, obtuvo la mayor cantidad, le siguen siete tratamientos que variaron de Amarilis - 135-131-100 a Amarilis - 0-0-00 y cuyos valores fluctuaron de 11.12 a 9.34 tubérculos/planta y superaron estadísticamente a Serranita-0-0-0 con solo 9.14 tubérculos/planta, que se ubicó en el último lugar. (Tabla 29, figura 18).

Tabla 29. Número total de tubérculos por planta, según variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Variedad por dosis NPK	N° total de tubérculos/planta	Sign.
1	Yungay - 150-140-120	13.07	A
2	Amarilis - 135-131-100	11.12	AB
3	Yungay - 135-131-100	10.76	AB
4	Amarilis - 150-140-120	10.64	AB
5	Yungay - 0-0-0	10.57	AB
6	Serranita - 135-131-100	10.37	AB
7	Serranita - 150-140-120	9.68	AB
8	Amarilis - 0-0-0	9.34	AB
9	Serranita - 0-0-0	9.14	B
	<b>Promedio</b>	<b>10.52</b>	

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

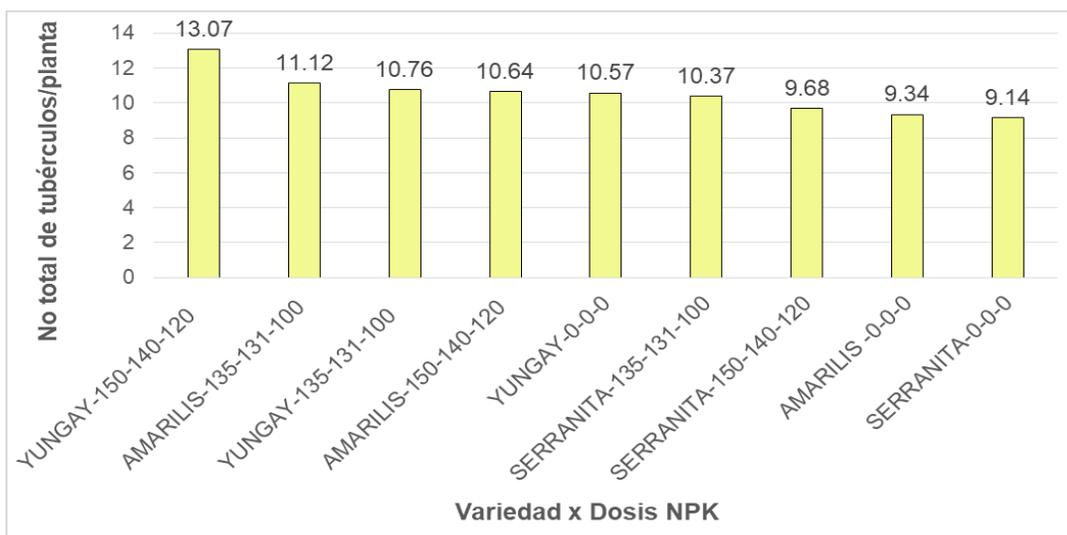


Figura 18. Número total de tubérculos por planta, según variedad por dosis.

La prueba de Duncan para localidad por variedad por dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando seis subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por veinte tratamientos de los cuales Cachacara - Yungay - 150-140-120, obtuvo el mayor número total de tubérculos por planta con 15.75, le siguen diecinueve tratamientos que variaron de Yacuchingana - Amarilis - 135-131-100 a Yacuchingana - Serranita - 150-140-120 y cuyos valores fluctuaron de 14.63 a 9.05 tubérculos/planta, y superaron estadísticamente al resto de tratamientos, ya que obtuvieron valores comparables y que influyeron en un mayor rendimiento de tubérculos. Mientras que en el último lugar se ubicó Rodeopampa – Amarilis - 135-131-100, con solo 6.01 tubérculos/planta. (Tabla 30, figura 19).

Tabla 30. Número total de tubérculos por planta, según localidad por variedad por dosis. Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017.

O.M.	Localidad por variedad por dosis NPK	N° total de tubérculos/planta	Sign.
1	Cachacara - Yungay - 150-140-120	15.75	A
2	Yacuchingana - Amarilis - 135-131-100	14.63	AB
3	Yacuchingana - Yungay - 150-140-120	13.50	ABC
4	Cachacara - Yungay - 135-131-100	13.34	ABCD
5	Cachacara - Yungay - 0-0-0	12.97	ABCDE
6	Yacuchingana - Amarilis - 150-140-120	12.86	ABCDE
7	Cachacara - Amarilis - 135-131-100	12.71	ABCDEF
8	Cachacara - Amarilis - 150-140-120	12.68	ABCDEF
9	Cachacara - Serranita - 135-131-100	12.14	ABCDEF
10	Cachacara - Amarilis - 0-0-0	11.27	ABCDEF
11	Yacuchingana - Yungay - 0-0-0	11.15	ABCDEF
12	Cachacara - Serranita - 150-140-120	11.10	ABCDEF
13	Yacuchingana - Yungay - 135-131-100	10.65	ABCDEF
14	Yacuchingana - Amarilis - 0-0-0	10.18	ABCDEF
15	Cachacara - Serranita - 0-0-0	9.97	ABCDEF
16	Rodeopampa - Yungay - 150-140-120	9.96	ABCDEF
17	Yacuchingana - Serranita - 135-131-100	9.79	ABCDEF
18	Yacuchingana - Serranita - 0-0-0	9.77	ABCDEF
19	Rodeopampa - Serranita - 135-131-100	9.17	ABCDEF
20	Yacuchingana - Serranita - 150-140-120	9.05	ABCDEF
21	Rodeopampa - Serranita - 150-140-120	8.88	BCDEF
22	Rodeopampa - Yungay - 135-131-100	8.29	BCDEF
23	Rodeopampa - Serranita - 0-0-0	7.68	CDEF
24	Rodeopampa - Yungay - 0-0-0	7.60	CDEF
25	Rodeopampa – Amarilis - 0-0-0	6.56	DEF
26	Rodeopampa – Amarilis - 150-140-120	6.39	EF
27	Rodeopampa – Amarilis - 135-131-100	6.01	F
	<b>Promedio</b>	<b>10.52</b>	

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

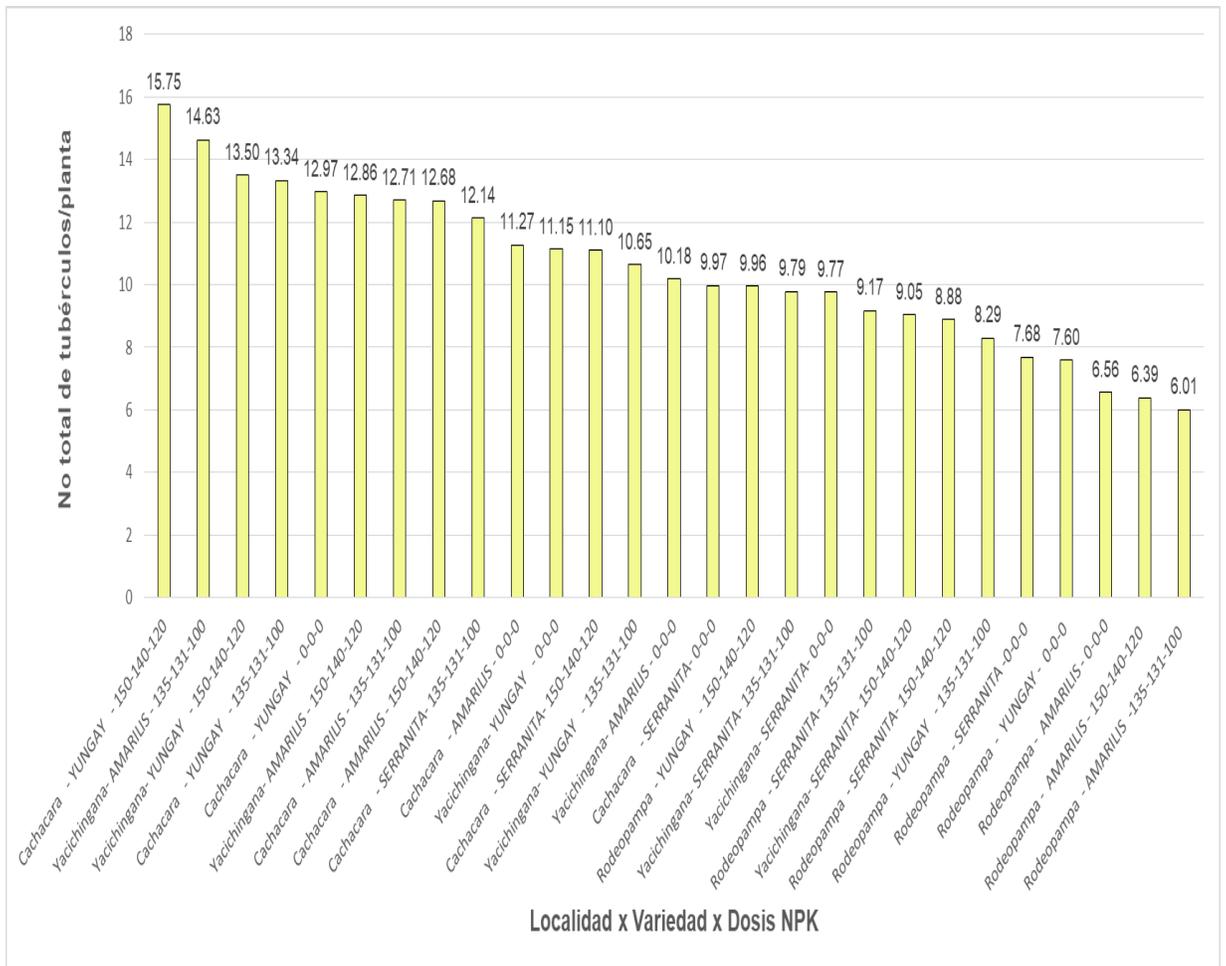


Figura 19. Número total de tubérculos por planta, según localidad por variedad por dosis.

#### 4.1.3. Número de tubérculos comerciales por planta.

El análisis de varianza para esta evaluación indica que existió alta significación estadística solo para localidad, mostrando un comportamiento heterogéneo en el número de tubérculos comerciales por planta, debido al diferente efecto de los tratamientos. (Tabla 31).

Tabla 31. Análisis de varianza para número de tubérculos comerciales por planta.

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	P-Valor
Modelo	12.52	28	0.45	3.44	0.0001
Bloque	0.20	2	0.10	0.77	0.4705
Localidad	10.29	2	5.15	39.57	<0.0001
Variedad	0.19	2	0.10	0.73	0.4845
Dosis NPK	0.74	2	0.37	2.85	0.0667
Localidad x variedad	0.56	4	0.14	1.07	0.3820
Localidad x dosis NPK	0.02	4	4.3E-03	0.03	0.9978
Variedad x dosis NPK	0.13	4	0.03	0.24	0.9114
Localidad x variedad x dosis NPK	0.40	8	0.05	0.39	0.9238
Error	6.76	52	0.13		
Total	19.29	80			

CV = 12.89 %

El coeficiente de variabilidad fue de 12.89 %, valor bajo, que indica que los datos son regularmente homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 31).

El promedio experimental fue de 7.07 tubérculos comerciales/planta.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando tres subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado

por la localidad Cachacara, que obtuvo el mayor número de tubérculos comerciales/planta con 9.41, y supero estadísticamente al resto de tratamientos, le sigue la localidad Yacuchingana con 7.21 tubérculos comerciales/planta y en el último lugar se ubicó la localidad Rodeopampa, con solo 4.58 tubérculos comerciales/planta. (Tabla 32, figura 20).

Tabla 32. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad	N° tubérculos comerciales/planta	Sign.
1	Cachacara	9.41	A
2	Yacuchingana	7.21	B
3	Rodeopampa	4.58	C
	<b>Promedio</b>	<b>7.07</b>	

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

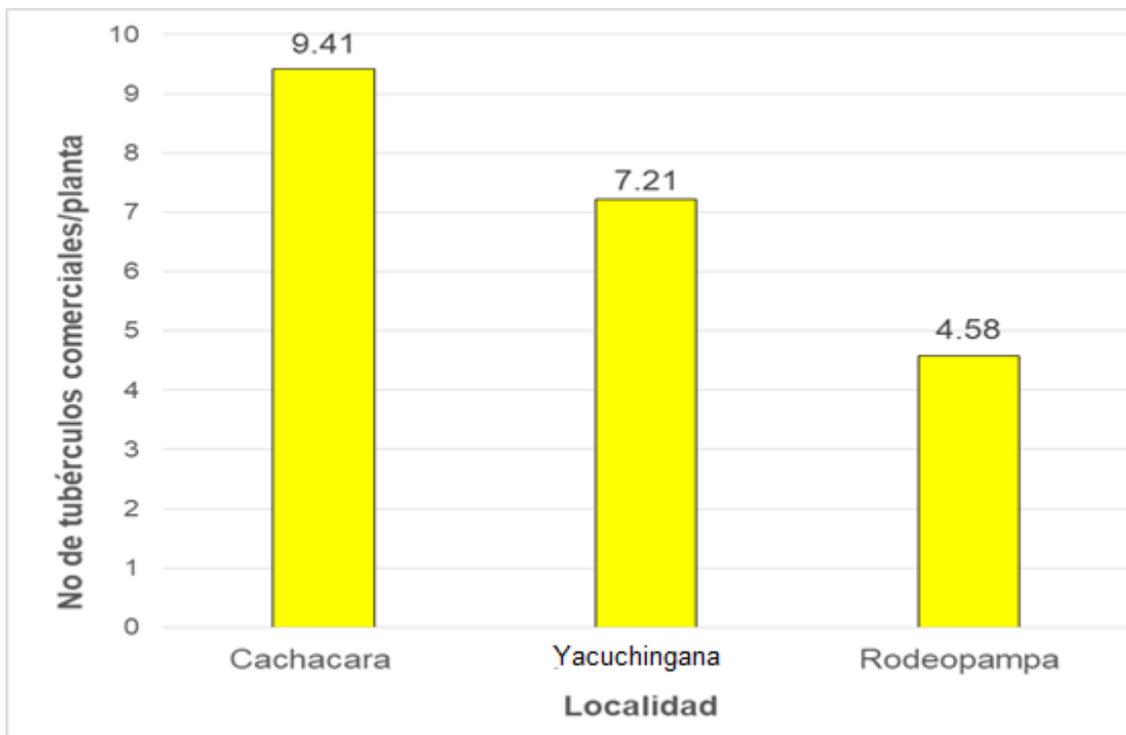


Figura 20. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad.

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, con las variedades estudiadas. (Tabla 33, figura 21).

Tabla 33. Número de tubérculos comerciales por planta, según variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Variedad	N° tubérculos comerciales/planta	Sign.
1	INIA 302 Amarilis	7.36	A
2	Yungay	7.19	A
3	INIA 309 Serranita	6.64	A
	<b>Promedio</b>	<b>7.06</b>	

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

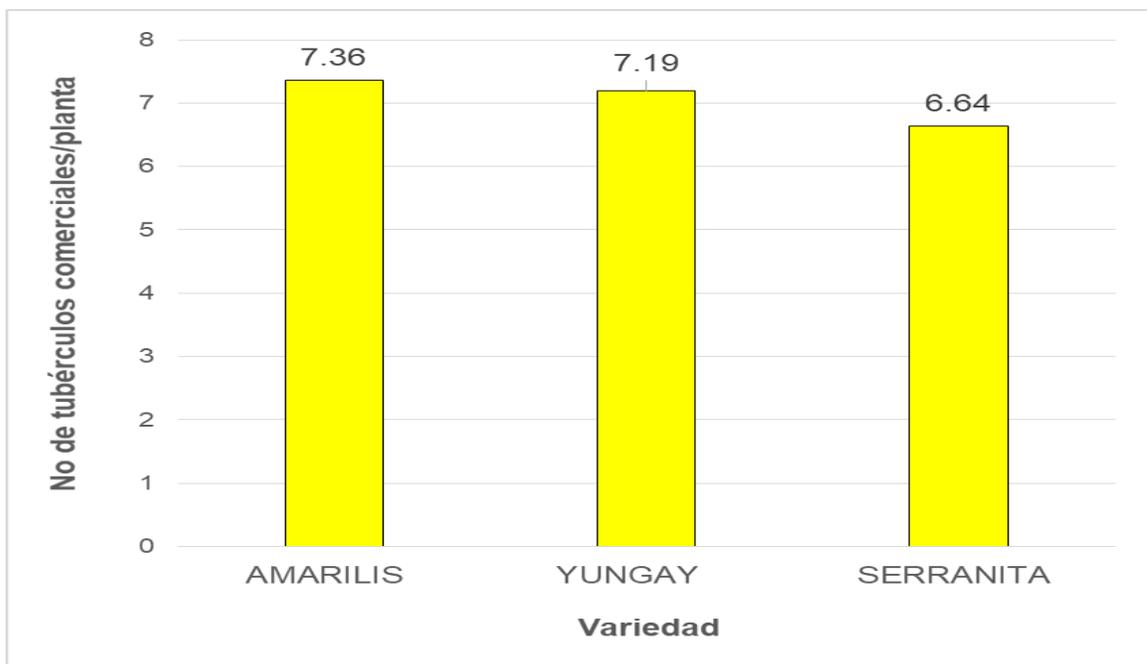


Figura 21. Número de tubérculos comerciales por planta, según variedad.

La prueba de Duncan para dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por las dosis 150-140-120 y 135-131-100, que presentaron los mayores valores con 7.51 y 7.37 tubérculos comerciales/planta, respectivamente y superaron estadísticamente la

dosis 0-0-0 con solo 6.32 tubérculos comerciales/planta, que se ubicó en el último lugar de orden de mérito del cuadro. (Tabla 34, figura 22).

Tabla 34. Número de tubérculos comerciales por planta, según dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Dosis PNK	N° tubérculos comerciales/planta	Sign.
1	150-140-120	7.51	A
2	135-131-100	7.37	AB
3	0-0-0	6.32	B
	<b>Promedio</b>	<b>7.07</b>	

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

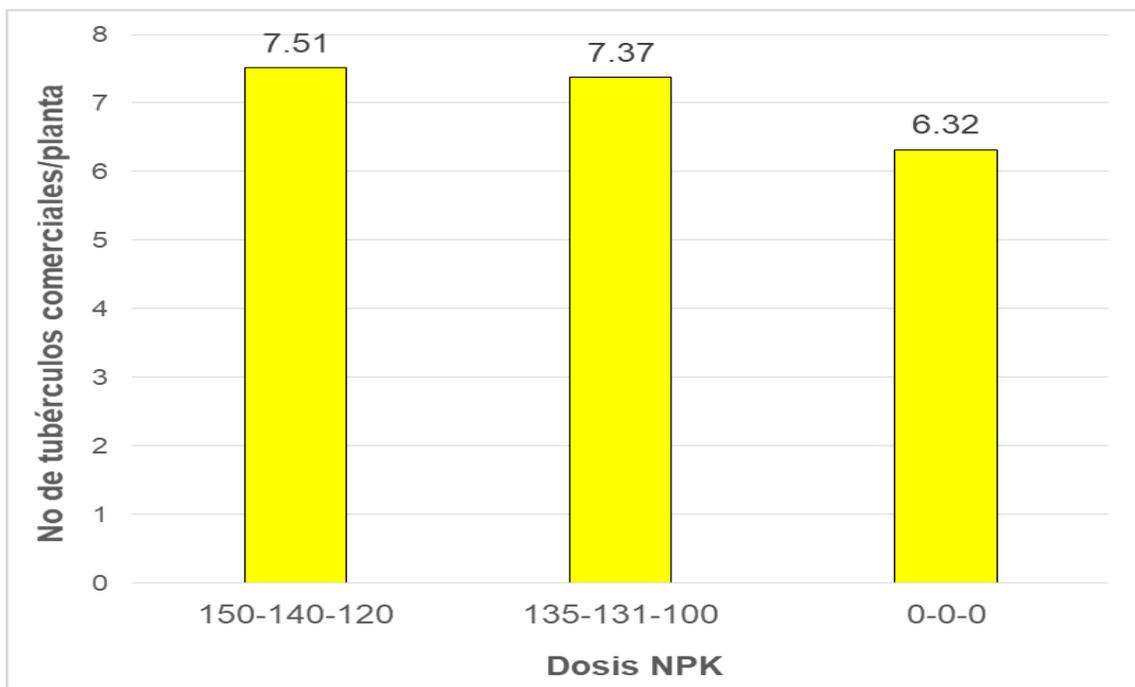


Figura 22. Número de tubérculos comerciales por planta, según dosis.

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando cinco subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por cuatro tratamientos de los cuales Cachacara - Amarilis con 9.81 tubérculos comerciales/planta, obtuvo el mayor valor, le siguen Cachacara - Yungay,

Cachacara - Serranita y Yacuchingana - Amarilis con 9.74, 8.68 y 8.13 tubérculos comerciales/planta, y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que en el último lugar se ubicó Rodeopampa - Amarilis con solo 4.14 tubérculos comerciales/planta. (Tabla 35, figura 23).

Tabla 35. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad por variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad por variedad	N° tubérculos comerciales/planta	Sign.
1	Cachacara - Amarilis	9.81	A
2	Cachacara - Yungay	9.74	A
3	Cachacara - Serranita	8.68	AB
4	Yacuchingana- Amarilis	8.13	ABC
5	Yacuchingana- Yungay	7.24	BC
6	Yacuchingana- Serranita	6.25	CD
7	Rodeopampa - Serranita	5.00	DE
8	Rodeopampa - Yungay	4.59	DE
9	Rodeopampa - Amarilis	4.14	E
	<b>Promedio</b>	<b>7.06</b>	

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

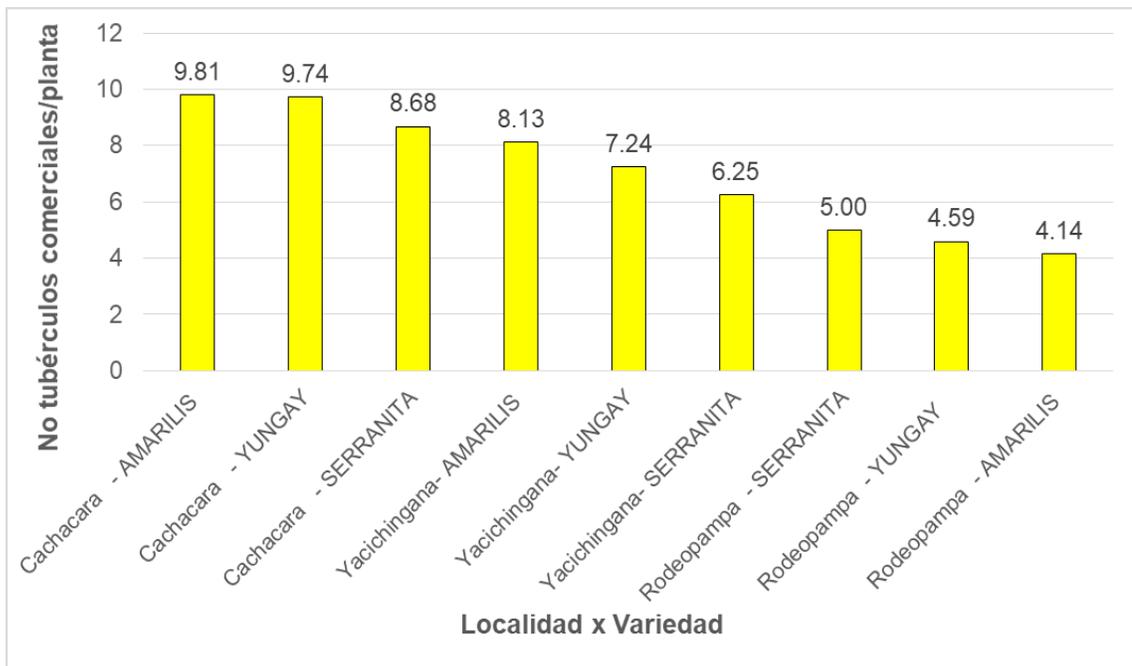


Figura 23. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad por variedad.

La prueba de Duncan para localidad por dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando cinco subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por tres tratamientos, de los cuales Cachacara - 150-140-120 obtuvo el mayor número de tubérculos comerciales/planta con 9.86, le siguen Cachacara - 135-131-100 y Cachacara - 0-0-0, con 9.68 y 8.70 tubérculos comerciales/planta, respectivamente y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que en el último lugar se ubicó Rodeopampa - 0-0-0 con solo 3.97 tubérculos comerciales/planta. (Tabla 36, figura 24).

Tabla 36. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad por dosis NPK	Nº tubérculos comerciales/planta	Sign.
1	Cachacara - 150-140-120	9.86	A
2	Cachacara - 135-131-100	9.68	AB
3	Cachacara - 0-0-0	8.70	AB
4	Yacuchingana - 135-131-100	7.70	BC
5	Yacuchingana - 150-140-120	7.63	BC
6	Yacuchingana - 0-0-0	6.29	CD
7	Rodeopampa - 150-140-120	5.03	DE
8	Rodeopampa - 135-131-100	4.74	DE
9	Rodeopampa - 0-0-0	3.97	E
	<b>Promedio</b>	<b>7.07</b>	

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

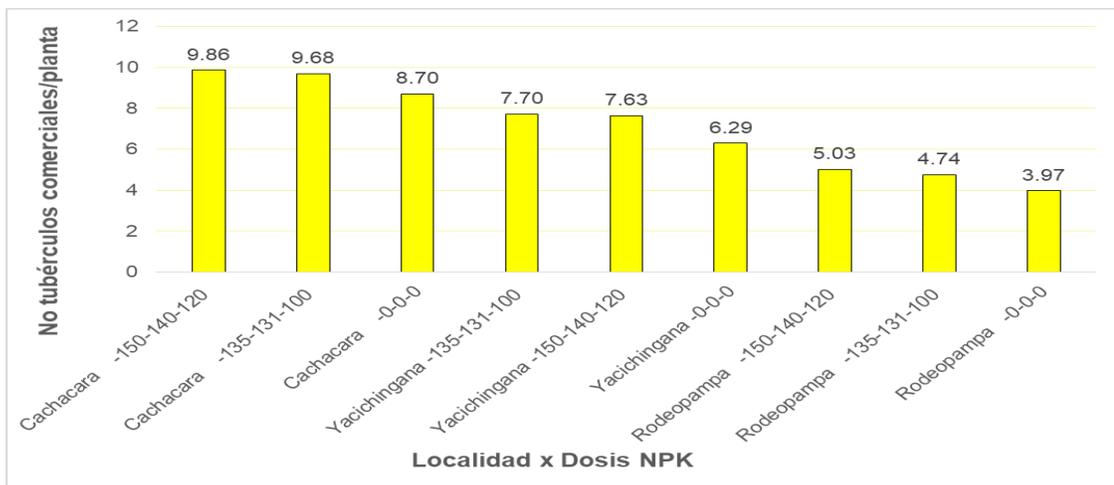


Figura 24. Número tubérculos comerciales por planta, según localidad por dosis.

La prueba de Duncan para variedad por dosis, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. (Tabla 37, figura 25).

Tabla 37. Número de tubérculos comerciales por planta, según variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Variedad por dosis NPK	N° tubérculos comerciales/planta	Sign.
1	Yungay - 150-140-120	7.89	A
2	Amarilis - 135-131-100	7.88	A
3	Amarilis - 150-140-120	7.85	A
4	Serranita - 135-131-100	7.13	A
5	Yungay - 135-131-100	7.10	A
6	Serranita - 150-140-120	6.78	A
7	Yungay - 0-0-0	6.58	A
8	Amarilis - 0-0-0	6.36	A
9	Serranita - 0-0-0	6.02	A
	<b>Promedio</b>	<b>7.07</b>	

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

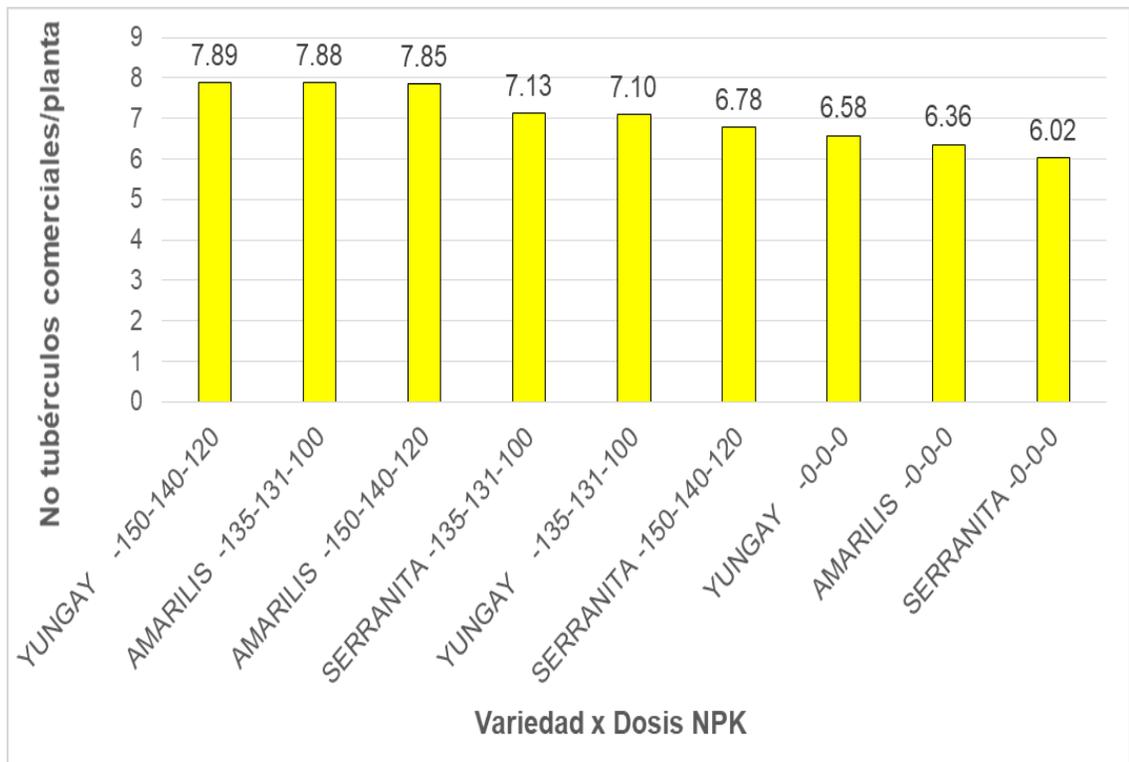


Figura 25. Número de tubérculos comerciales por planta, según variedad por dosis.

La prueba de Duncan para localidad por variedad por dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando ocho subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por trece tratamientos de los cuales Cachacara – Yungay - 150-140-120, obtuvo el mayor valor con 10.76 tubérculos comerciales/planta, siguen doce tratamientos que variaron de Cachacara – Amarilis -150-140-120 a Yacuchingana-Yungay - 135-131-100 y cuyos valores fluctuaron de 10.35 a 7.21 tubérculos comerciales/planta, todos estos tratamientos presentaron valores comparables y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que en el último lugar se ubicó Rodeopampa - Yungay - 0-0-0 con solo 3.76 tubérculos comerciales/planta. (Tabla 38, figura 26).

Tabla 38. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad por variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016.

O.M.	Localidad por variedad por dosis NPK	N° tubérculos comerciales/planta	Sign.
1	Cachacara - Yungay - 150-140-120	10.76	A
2	Cachacara - Amarilis - 150-140-120	10.35	AB
3	Cachacara - Amarilis - 135-131-100	10.03	ABC
4	Cachacara - Serranita - 135-131-100	9.91	ABCD
5	Yacuchingana - Amarilis - 135-131-100	9.51	ABCD
6	Cachacara - Yungay - 0-0-0	9.37	ABCDE
7	Cachacara - Yungay - 135-131-100	9.10	ABCDE
8	Cachacara - Amarilis - 0-0-0	9.07	ABCDE
9	Yacuchingana - Amarilis - 150-140-120	8.67	ABCDEF
10	Cachacara - Serranita - 150-140-120	8.47	ABCDEF
11	Yacuchingana - Yungay - 150-140-120	7.89	ABCDEFGH
12	Cachacara - Serranita - 0-0-0	7.66	ABCDEFGH
13	Yacuchingana - Yungay - 135-131-100	7.21	ABCDEFGH
14	Yacuchingana - Yungay - 0-0-0	6.61	BCDEFGH
15	Yacuchingana - Serranita - 135-131-100	6.37	CDEFGH
16	Yacuchingana - Serranita - 150-140-120	6.34	CDEFGH
17	Yacuchingana - Amarilis - 0-0-0	6.21	CDEFGH
18	Yacuchingana - Serranita - 0-0-0	6.05	DEFGH
19	Rodeopampa - Serranita - 150-140-120	5.54	EFGH
20	Rodeopampa - Serranita - 135-131-100	5.12	FGH
21	Rodeopampa - Yungay - 150-140-120	5.03	FGH
22	Rodeopampa - Yungay - 135-131-100	4.99	FGH
23	Rodeopampa - Amarilis - 150-140-120	4.52	GH
24	Rodeopampa - Serranita - 0-0-0	4.35	GH
25	Rodeopampa - Amarilis - 135-131-100	4.10	GH
26	Rodeopampa - Amarilis - 0-0-0	3.81	H
27	Rodeopampa - Yungay - 0-0-0	3.76	H
	<b>Promedio</b>	<b>7.07</b>	

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

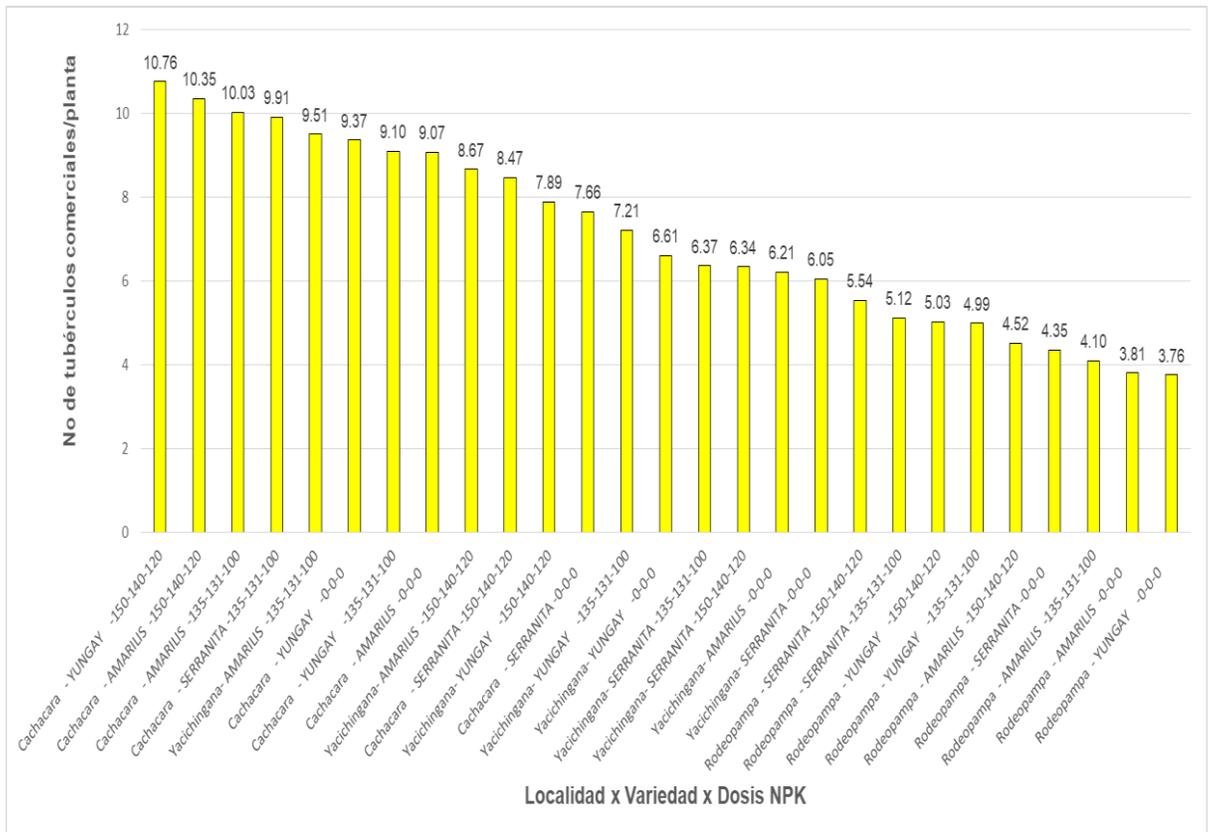


Figura 26. Número de tubérculos comerciales por planta, según localidad por variedad por dosis.

#### 4.1.4. Número de tubérculos no comerciales por planta

El análisis de varianza para esta evaluación indica que existió alta significación estadística solo para Variedad, mostrando un comportamiento heterogéneo en el número de tubérculos no comerciales por planta, debido al diferente efecto de los tratamientos. (Tabla 39).

Tabla 39. Análisis de varianza para número de tubérculos no comerciales por planta.

<b>F. V.</b>	<b>S. C.</b>	<b>G. L.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Modelo	4.67	28	0.17	1.11	0.3677
Bloque	0.28	2	0.14	0.93	0.3991
Localidad	0.75	2	0.37	2.47	0.0942
Variedad	1,59	2	0.80	5.27	0.0082
Dosis NPK	0.06	2	0.03	0.18	0.8337
Localidad x variedad	1.01	4	0.25	1.68	0.1693
Localidad x dosis NPK	0.06	4	0.02	0.10	0.9811
Variedad x dosis NPK	0.56	4	0.14	0.93	0.4533
Localidad x variedad x dosis NPK	0.36	8	0.05	0.30	0.9622
Error	7.84	52	0.15		
Total	12,52	80			

CV = 18.73 %

El coeficiente de variabilidad fue de 18.73 %, valor que indica que los datos son regularmente variables (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una regular precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 39).

El promedio experimental fue de 3.46 tubérculos no comerciales/planta.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por la localidad Yacuchingana, que obtuvo el mayor número de tubérculos no comerciales/planta con 4.08, le sigue la localidad Rodeopampa con 3.26 tubérculos no comerciales/planta y superaron estadísticamente a la localidad Cachacara, con solo 3.03 tubérculos no comerciales/planta. (Tabla 40, figura 27).

Tabla 40. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad	Nº tubérculos no comerciales/planta	Sign.
1	Yacuchingana	4.08	A
2	Rodeopampa	3.26	AB
3	Cachacara	3.03	B
	<b>Promedio</b>	<b>3.46</b>	

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

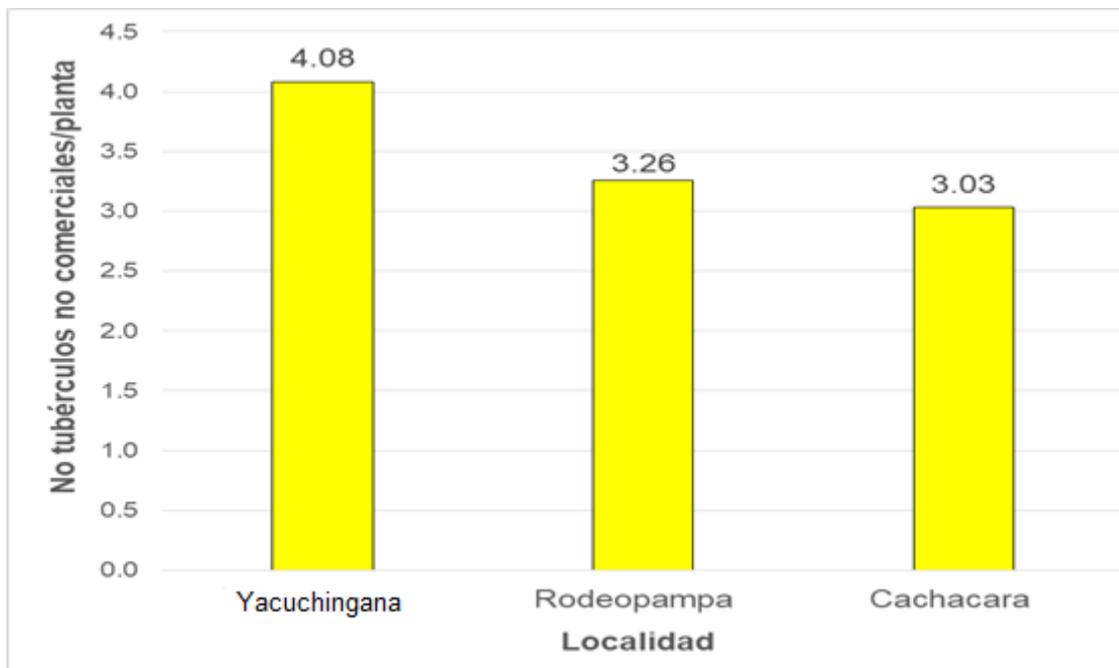


Figura 27. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad

La prueba de Duncan para variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por la variedad Yungay con 4.27 tubérculos no comerciales/planta y superaron estadísticamente las variedades Serranita y Amarilis con 3.09 y 3.00 tubérculos no comerciales/planta respectivamente. (Tabla 41, figura 28).

Tabla 41. Número de tubérculos no comerciales por planta, según variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Variedad	N° tubérculos no comerciales/planta	Sign.
1	Yungay	4.27	A
2	INIA 309 Serranita	3.09	B
3	INIA 302 Amarilis	3.00	B
	<b>Promedio</b>	<b>3.45</b>	

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

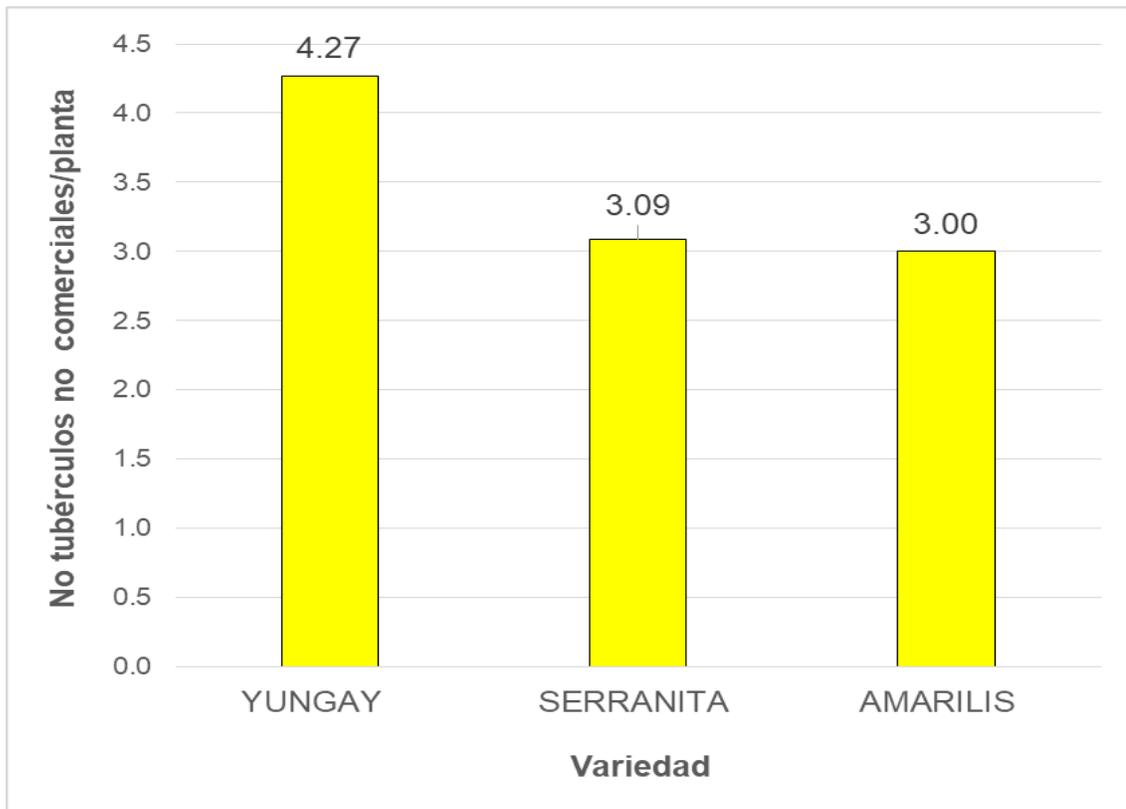


Figura 28. Número de tubérculos no comerciales por planta, según variedad.

La prueba de Duncan para dosis, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. (Tabla 42, figura 29).

Tabla 42. Número de tubérculos no comerciales por planta, según dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Dosis PNK	N° tubérculos no comerciales/planta	Sign.
1	150-140-120	3.62	A
2	135-131-100	3.38	A
3	0-0-0	3.36	A
	Promedio	3.45	

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

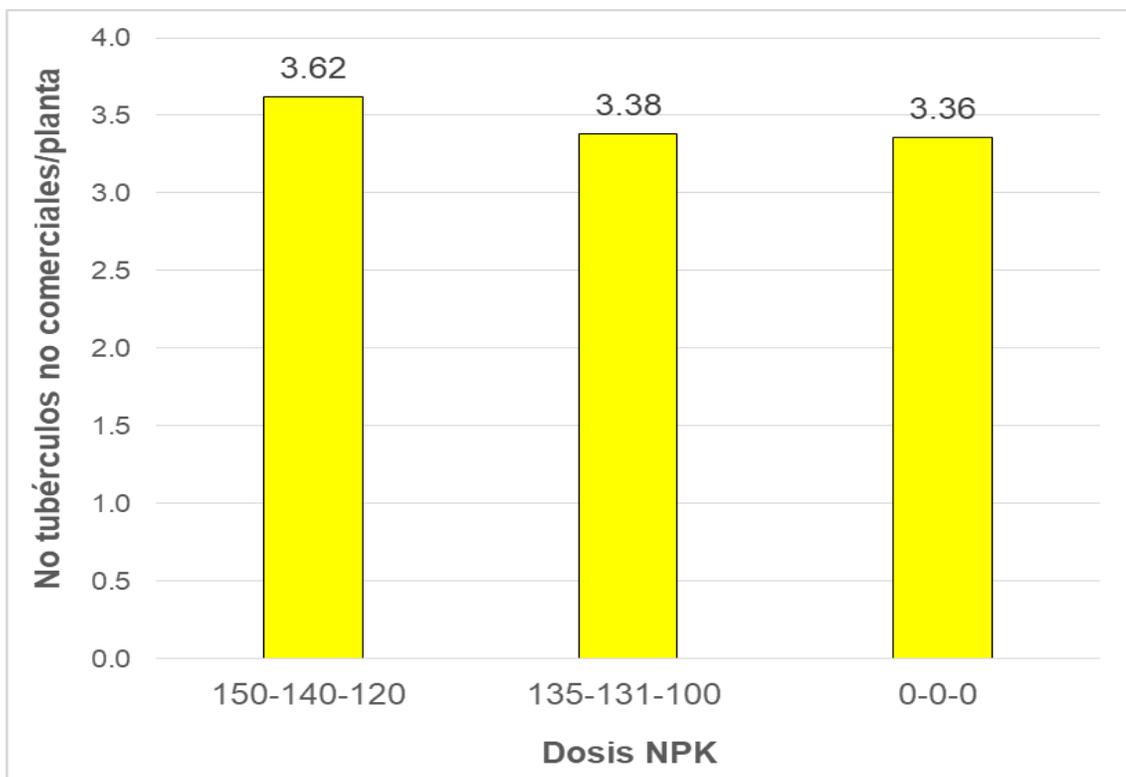


Figura 29. Número de tubérculos no comerciales por planta, según dosis.

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando tres subconjuntos diferentes, el primero y

superior, conformado por seis tratamientos de los cuales Yacuchingana - Yungay con 4.53 tubérculos no comerciales/planta, obtuvo el mayor valor, le siguen cinco tratamientos que variaron de Yacuchingana - Amarilis a Yacuchingana - Serranita y cuyos valores fluctuaron de 4.43 a 3.28 tubérculos no comerciales/planta, y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que en el último lugar se ubicó Rodeopampa - Amarilis con solo 2.18 tubérculos no comerciales/planta. (Tabla 43, figura 30).

Tabla 43. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad por variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017.

O.M.	Localidad por variedad	N° tubérculos no comerciales/planta	Sign.
1	Yacuchingana - Yungay	4.53	A
2	Yacuchingana - Amarilis	4.43	A
3	Cachacara - Yungay	4.28	A
4	Rodeopampa - Yungay	4.02	AB
5	Rodeopampa - Serranita	3.58	ABC
6	Yacuchingana - Serranita	3.28	ABC
7	Cachacara - Amarilis	2.41	BC
8	Cachacara - Serranita	2.39	BC
9	Rodeopampa - Amarilis	2.18	C
	Promedio	3.46	

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

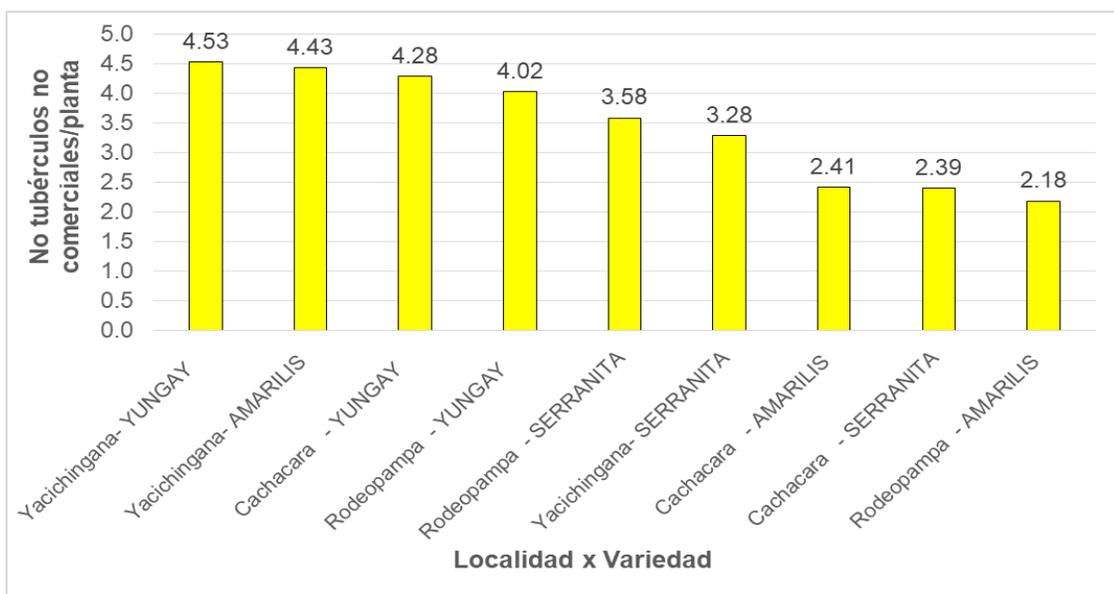


Figura 30. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad por variedad.

La prueba de Duncan para localidad por dosis, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. (Tabla 44, figura 31).

Tabla 44. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad por dosis NPK	Nº tubérculos no comerciales/planta	Sign.
1	Yacuchingana - 150-140-120	4.17	A
2	Yacuchingana - 0-0-0	4.08	A
3	Yacuchingana - 135-131-100	3.99	A
4	Rodeopampa - 150-140-120	3.38	A
5	Cachacara - 150-140-120	3.32	A
6	Rodeopampa - 0-0-0	3.31	A
7	Rodeopampa - 135-131-100	3.09	A
8	Cachacara - 135-131-100	3.06	A
9	Cachacara - 0-0-0	2.70	A
	Promedio	3.46	

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

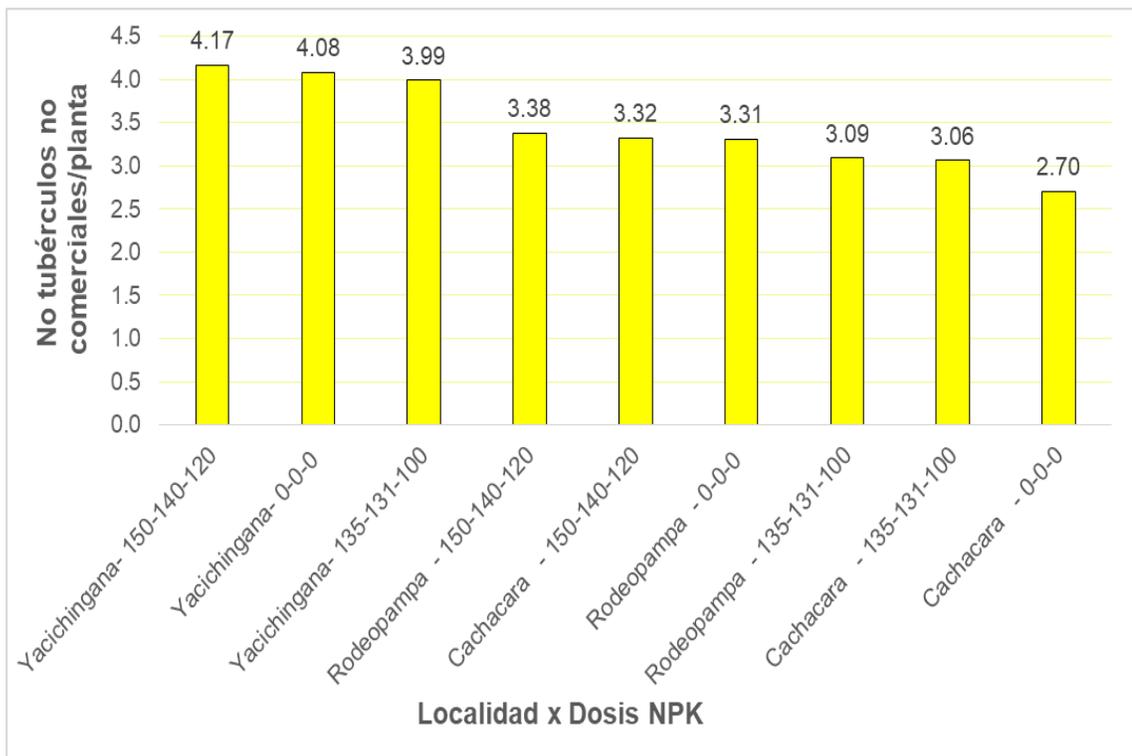


Figura 31. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad por dosis.

La prueba de Duncan para variedad por dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por tres tratamientos, de los cuales Yungay - 150-140-120, obtuvo el mayor número de tubérculos no comerciales/planta con 5.18, le siguen Yungay - 0-0-0 y Yungay - 135-131-100, con 3.99 y 3.66 tubérculos no comerciales/planta respectivamente y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que en el último lugar se ubicó Amarilis - 150-140-120 con solo 2.80 tubérculos no comerciales/planta. (Tabla 45, figura 32).

Tabla 45. Número de tubérculos no comerciales por planta, según variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Variedad por dosis NPK	Nº tubérculos no comerciales/planta	Sign.
1	Yungay - 150-140-120	5.18	A
2	Yungay - 0-0-0	3.99	AB
3	Yungay - 135-131-100	3.66	AB
4	Serranita - 135-131-100	3.24	B
5	Amarilis - 135-131-100	3.24	B
6	Serranita - 0-0-0	3.12	B
7	Amarilis - 0-0-0	2.97	B
8	Serranita - 150-140-120	2.90	B
9	Amarilis - 150-140-120	2.80	B
	<b>Promedio</b>	<b>3.46</b>	

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

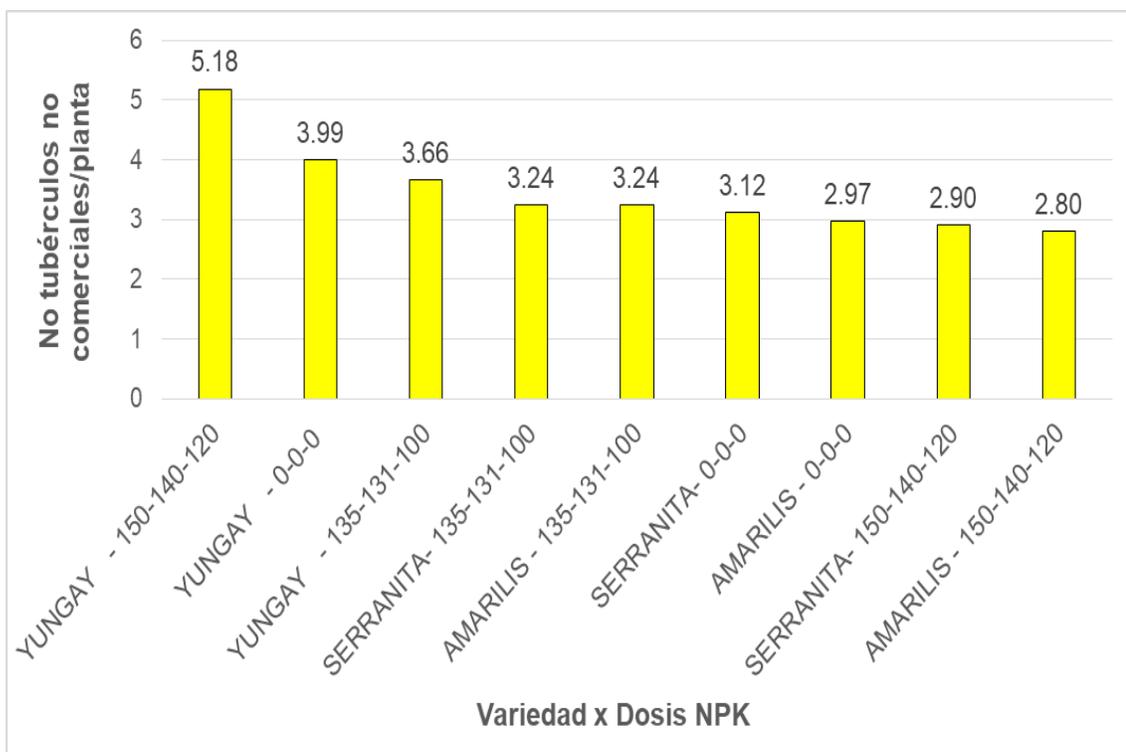


Figura 32. Número de tubérculos no comerciales por planta, según variedad por dosis.

La prueba de Duncan para localidad por variedad por dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por veinticinco tratamientos de los cuales Yacuchingana – Yungay - 150-140-120, obtuvo el mayor valor con 5.61 tubérculos no comerciales/planta, le siguen veinticuatro que variaron de Yacuchingana - Amarilis - 135-131-100 a Cachacaca – Amarilis - 0-0-0 y cuyos valores fluctuaron de 5.12 a 2.20 tubérculos no comerciales/planta, y superaron estadísticamente a Rodeopampa - Amarilis - 135-131-100 y a Rodeopampa - Amarilis - 150-140-120, que obtuvieron 1.91 y 1.87 tubérculos no comerciales/planta, respectivamente y se ubicaron en los últimos lugares de orden de mérito. (Tabla 46, figura 33).

Tabla 46. Número de tubérculos no comerciales por planta, según localidad por variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 -2017”.

O.M.	Localidad por variedad por dosis NPK	N° tubérculos no comerciales/planta	Sign.
1	Yacuchingana – Yungay - 150-140-120	5.61	A
2	Yacuchingana - amarilis - 135-131-100	5.12	AB
3	Cachacara – Yungay - 150-140-120	4.99	AB
4	Rodeopampa – Yungay - 150-140-120	4.93	AB
5	Yacuchingana – Yungay - 0-0-0	4.54	AB
6	Cachacara – Yungay - 135-131-100	4.25	AB
7	Yacuchingana – Amarilis - 150-140-120	4.19	AB
8	Rodeopampa - Serranita - 135-131-100	4.06	AB
9	Yacuchingana – Amarilis - 0-0-0	3.97	AB
10	Rodeopampa – Yungay - 0-0-0	3.84	AB
11	Yacuchingana – Serranita - 0-0-0	3.72	AB
12	Cachacara – Yungay - 0-0-0	3.59	AB
13	Yacuchingana – Yungay - 135-131-100	3.43	AB
14	Yacuchingana - Serranita - 135-131-100	3.42	AB
15	Rodeopampa - Serranita - 150-140-120	3.34	AB
16	Rodeopampa – Serranita - 0-0-0	3.33	AB
17	Rodeopampa - Yungay - 135-131-100	3.3	AB
18	Rodeopampa – Amarilis - 0-0-0	2.75	AB
19	Yacuchingana - Serranita - 150-140-120	2.71	AB
20	Cachacara - Amarilis - 135-131-100	2.68	AB
21	Cachacara – Serranita - 150-140-120	2.63	AB
22	Cachacara – Amarilis - 150-140-120	2.33	AB
23	Cachacara - Serranita - 0-0-0	2.31	AB
24	Cachacara - Serranita - 135-131-100	2.24	AB
25	Cachacara - Amarilis - 0-0-0	2.20	AB
26	Rodeopampa – Amarilis - 135-131-100	1.91	B
27	Rodeopampa – Amarilis - 150-140-120	1.87	B
	<b>Promedio</b>	<b>3.45</b>	

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

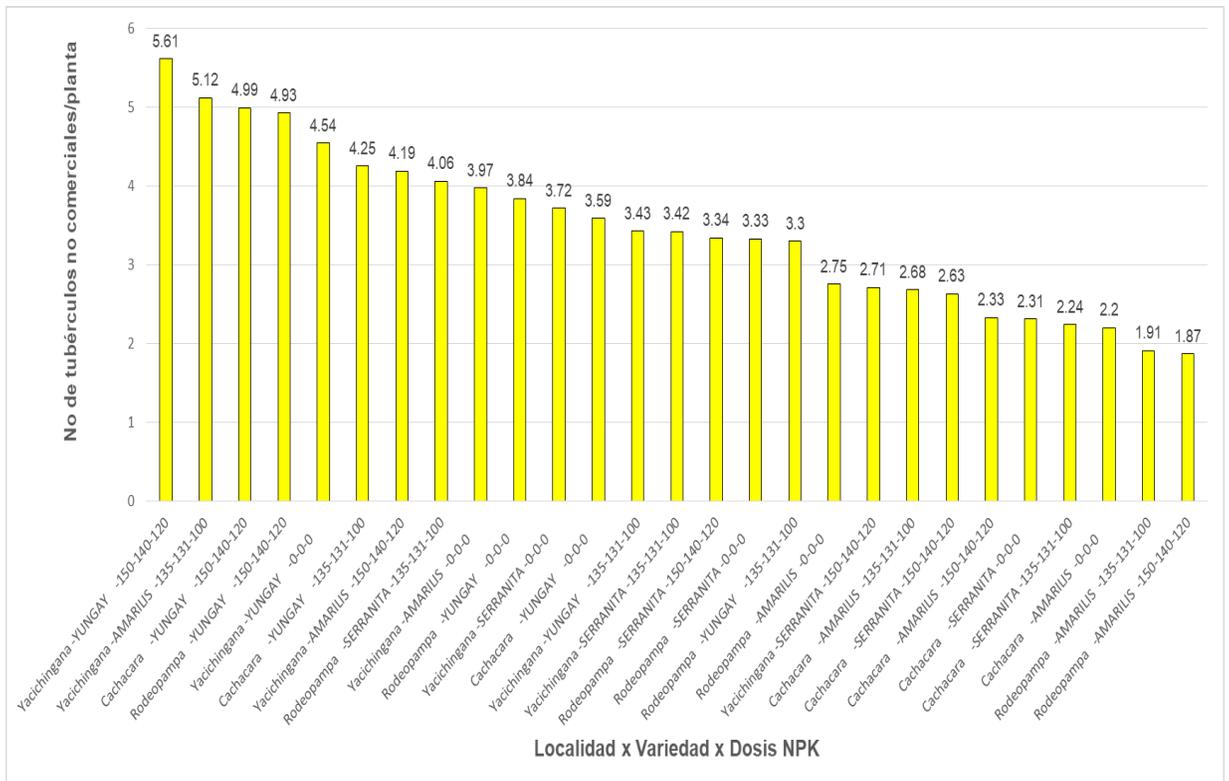


Figura 33. Análisis de varianza para peso promedio de tubérculos por planta.

#### 4.1.5. Peso promedio de tubérculos por planta

El análisis de varianza para esta evaluación indica que existió alta significación estadística para localidad y dosis, mostrando un comportamiento heterogéneo en el peso promedio de tubérculos por planta, debido al diferente efecto de los tratamientos. (Tabla 47).

Tabla 47. Análisis de varianza para peso promedio de tubérculos por planta.

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	P-Valor
Modelo	0.57	28	0.02	2.16	0.0081
Bloque	0.01	2	2.7E-03	0.29	0.7530
Localidad	0.42	2	0.21	22.64	<0.0001
Variedad	0.01	2	3.5E-03	0,37	0.6905
Dosis NPK	0.08	2	0.04	4.11	0.0220
Localidad x variedad	0.02	4	4.2E-03	0.45	0.7742
Localidad x dosis NPK	0.01	4	1.5E-03	0.16	0.9580
Variedad x dosis NPK	0.01	4	2.0E-03	0.21	0.9294
Localidad x variedad x dosis NPK	0.02	8	2.8E-03	0.30	0.9623
Error	0.49	52	0.01		
Total	1.05	80			

CV = 22.63 %

El coeficiente de variabilidad fue de 22.63 %, valor que indica que los datos son regularmente variables (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una regular precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 47).

El peso promedio de tubérculos por planta fue 1.77 similar a lo encontrado por (Padilla, 2018) con 1.34 kilos y superior a (Monteza, 2018) con 2.49 kilos en la variedad Única y Yungay respectivamente, debido al diferente efecto de los tratamientos.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando tres subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por la localidad Cachacara, que obtuvo el mayor peso promedio de tubérculos/planta con 2.23 Kg, y superó estadísticamente a la localidad Yacuchingana con 1.87 Kg y a la localidad Rodeopampa, que solo obtuvo 1.20 kg promedio de tubérculos/planta y se ubicó en el último lugar de orden de mérito. (Tabla 48, figura 34).

Tabla 48. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad	Peso promedio de tubérculos/planta (Kg)	Sign.
1	Cachacara	2.23	A
2	Yacuchingana	1.87	B
3	Rodeopampa	1.20	C
	<b>Promedio</b>	<b>1.77</b>	

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

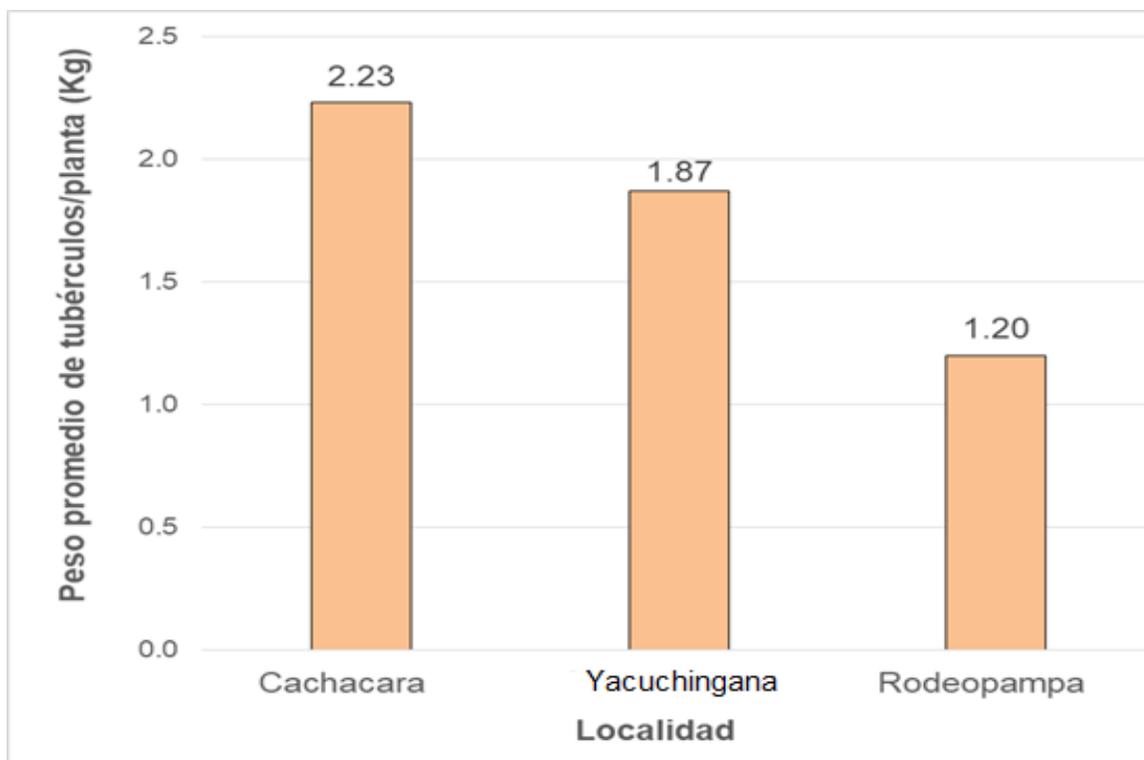


Figura 34. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad.

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. (Tabla 49, figura 35).

Tabla 49. Peso promedio de tubérculos por planta, según variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Variedad	Peso promedio tubérculos/planta (kg)	Sign.
1	INIA 302 Amarilis	1.82	A
2	Yungay	1.81	A
3	INIA 309 Serranita	1.67	A
	<b>Promedio</b>	<b>1.77</b>	

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

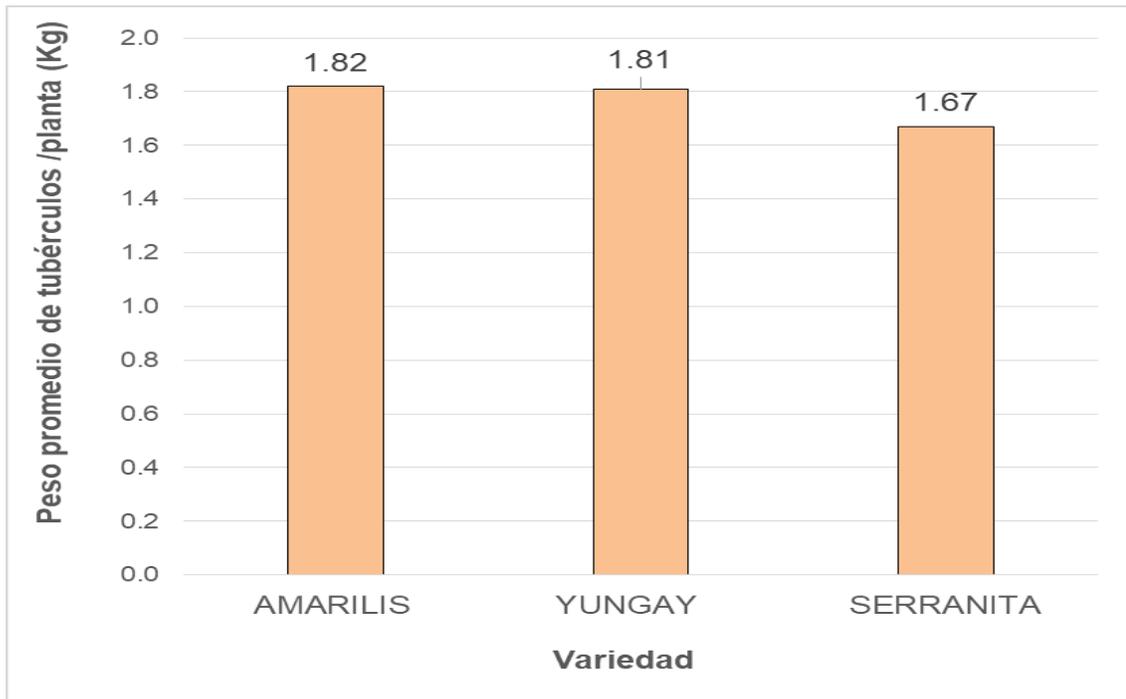


Figura 35. Peso promedio de tubérculos por planta, según variedad.

La prueba de Duncan para dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por la dosis 150-140-120, que obtuvo el mayor peso promedio con 2.00 kg, le sigue la dosis 135-131-100 con el que se obtuvo 1.77 kg de tubérculos/planta y superaron al testigo

sin aplicación 0-0-0, con el que obtuvo solo 1.53 kg promedio de tubérculos. (Tabla 50, figura 36).

Tabla 50. Peso promedio de tubérculos por planta, según dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Dosis PNK	Peso promedio de tubérculos/planta (kg)	Sign.
1	150-140-120	2.00	A
2	135-131-100	1.77	AB
3	0-0-0	1.53	B
	<b>Promedio</b>	<b>1.77</b>	

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

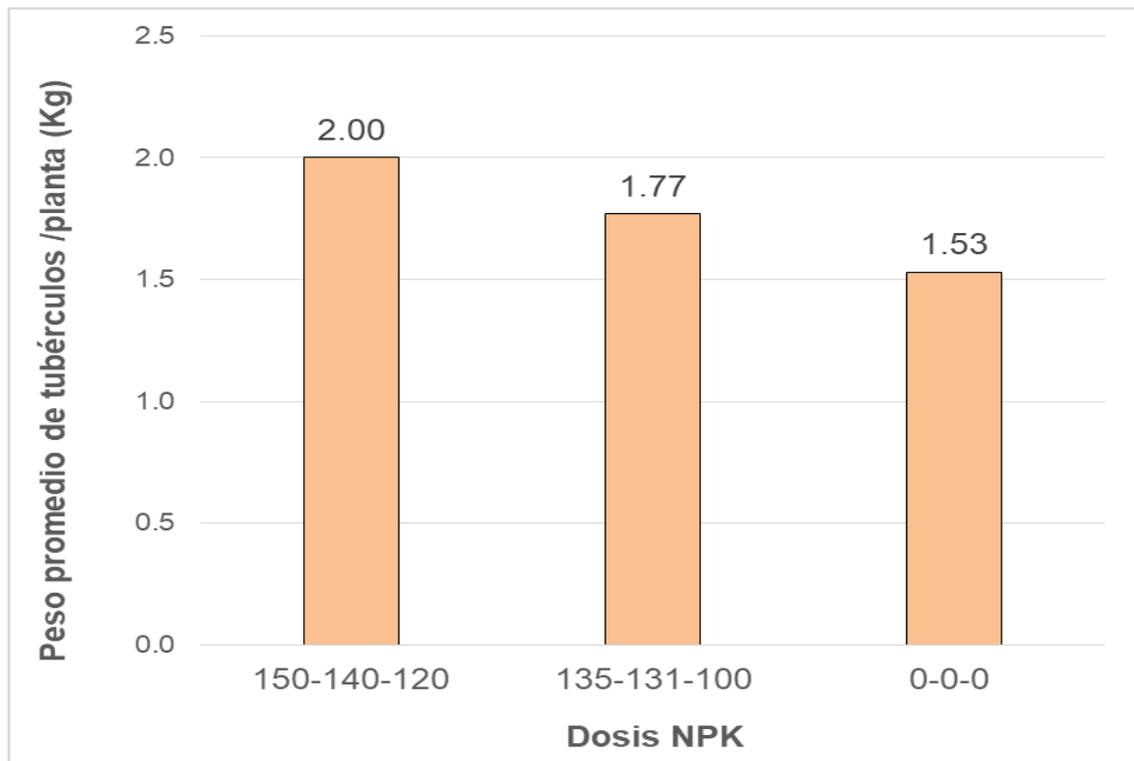


Figura 36. Peso promedio de tubérculos por planta, según dosis.

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando tres subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por cinco tratamientos de los cuales Cachacara - Amarilis con 2.41 kg de tubérculos/planta, obtuvo el mayor peso, le siguen cuatro tratamientos que variaron

de Cachacara - Serranita a Yacuchingana - Amarilis, que obtuvieron valores comparables y cuyos valores fluctuaron de 2.14 a 1.96 kg de tubérculos/planta, y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que el tratamiento Rodeopampa - Amarilis, con 1.09 kg promedio de tubérculos/planta se ubicó en el último lugar de orden de mérito. (Tabla 51, figura 37).

Tabla 51. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad por variedad. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad por variedad	Peso promedio de tubérculos/planta (kg)	Sign.
1	Cachacara - Amarilis	2.41	A
2	Cachacara - Serranita	2.14	AB
3	Cachacara - Yungay	2.13	AB
4	Yacuchingana - Yungay	2.00	AB
5	Yacuchingana - Amarilis	1.96	AB
6	Yacuchingana - Serranita	1.65	BC
7	Rodeopampa - Yungay	1.30	C
8	Rodeopampa - Serranita	1.20	C
9	Rodeopampa - Amarilis	1.09	C
	<b>Promedio</b>	<b>1.76</b>	

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

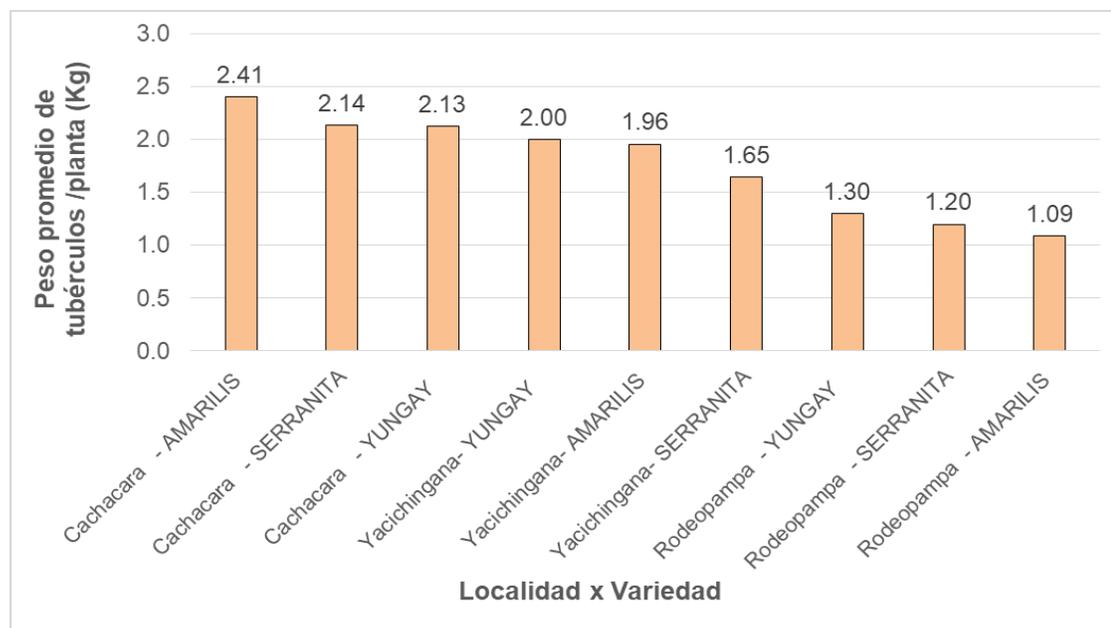


Figura 37. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad por variedad.

La prueba de Duncan para localidad por dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando cinco subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por cinco tratamientos de los cuales Cachacara - 150-140-120 con 2.45 kg de tubérculos/planta, obtuvo el mayor peso, le siguen Cachacara - 135-131-100, Yacuchingana - 150-140-120, Cachacara - 0-0-0 y Yacuchingana - 135-131-100 y que obtuvieron 2.21, 2.06, 2.03 y 1.91 kg de tubérculos/planta respectivamente y superaron estadísticamente al resto de tratamientos, mientras que Rodeopampa - 0-0-0, sólo obtuvo 0.92 kg promedio de tubérculos/planta y se ubicó en el último lugar de orden de mérito. (Tabla 52, figura 38).

Tabla 52. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Localidad por dosis NPK	Peso promedio de tubérculos/planta (kg)	Sign.
1	Cachacara - 150-140-120	2.45	A
2	Cachacara - 135-131-100	2.21	AB
3	Yacuchingana - 150-140-120	2.06	ABC
4	Cachacara - 0-0-0	2.03	ABC
5	Yacuchingana - 135-131-100	1.91	ABC
6	Yacuchingana - 0-0-0	1.64	BCD
7	Rodeopampa - 150-140-120	1.48	CDE
8	Rodeopampa - 135-131-100	1.19	DE
9	Rodeopampa - 0-0-0	0.92	E
	<b>Promedio</b>	<b>1.77</b>	

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

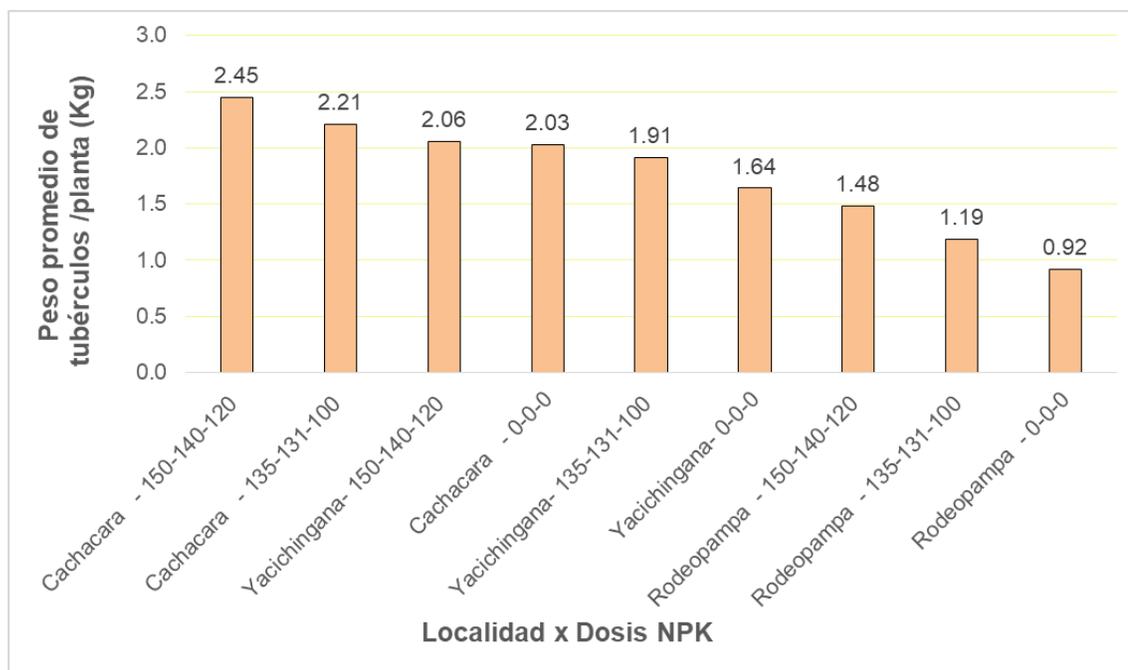


Figura 38. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad por dosis.

La prueba de Duncan para variedad por dosis, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. (Tabla 53, figura 39).

Tabla 53. Peso promedio de tubérculos por planta, según variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	Variedad por dosis NPK	Peso promedio de tubérculos/planta (kg)	Sign.
1	Yungay - 150-140-120	2.15	A
2	Amarilis - 150-140-120	2.02	A
3	Amarilis - 135-131-100	1.89	A
4	Serranita - 150-140-120	1.83	A
5	Yungay - 135-131-100	1.73	A
6	Serranita - 135-131-100	1.68	A
7	Amarilis - 0-0-0	1.55	A
8	Yungay - 0-0-0	1.54	A
9	Serranita - 0-0-0	1.49	A
	<b>Promedio</b>	<b>1.76</b>	

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

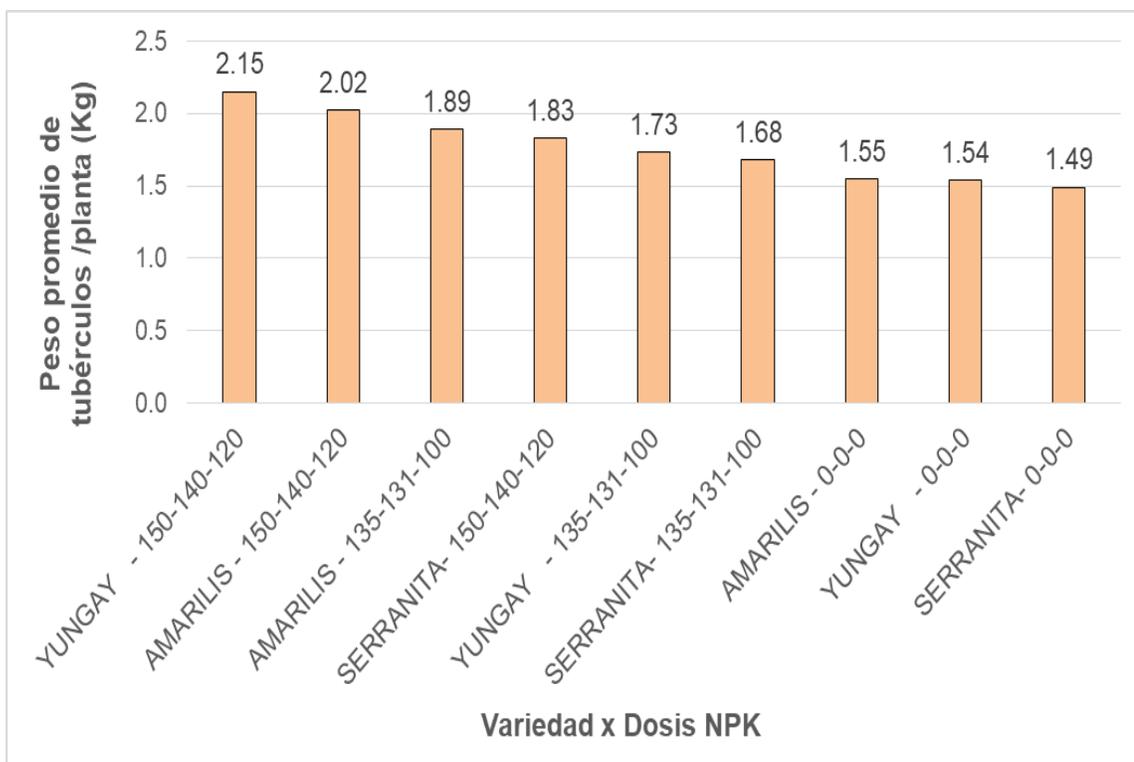


Figura 39. Peso promedio de tubérculos por planta, según variedad por dosis.

La prueba de Duncan para localidad por variedad por dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando seis subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por diecinueve tratamientos de los cuales Cachacara - Amarilis - 150-140-120, obtuvo el mayor peso promedio con 2.60 kg de tubérculos/planta, le siguen dieciocho tratamientos que variaron de Cachacara - Yungay - 150-140-120 a Yacuchingana - Amarilis - 0-0-0, y cuyos valores fluctuaron de 2.48 a 1.46 kg, y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que en el último lugar se ubicó Rodeopampa - Yungay - 0-0-0, con solo 0.85 kg promedio de tubérculos/planta. (Tabla 54, figura 40).

Tabla 54. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad por variedad por dosis. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 20

O.M.	Localidad por variedad por dosis NPK	Peso promedio de tubérculos/planta (kg)	Sign.
1	Cachacara - Amarilis - 150-140-120	2.60	A
2	Cachacara – Yungay - 150-140-120	2.48	AB
3	Cachacara - Amarilis - 135-131-100	2.39	ABC
4	Cachacara – Serranita - 150-140-120	2.25	ABCD
5	Yacuchingana - Amarilis - 150-140-120	2.25	ABCD
6	Cachacara - Amarilis - 0-0-0	2.24	ABCD
7	Cachacara – Serranita - 135-131-100	2.18	ABCD
8	Yacuchingana - Amarilis - 135-131-100	2.17	ABCD
9	Yacuchingana – Yungay - 150-140-120	2.11	ABCDE
10	Cachacara – Yungay - 135-131-100	2.04	ABCDEF
11	Cachacara – Serranita - 0-0-0	2.00	ABCDEF
12	Yacuchingana – Yungay - 135-131-100	1.96	ABCDEF
13	Yacuchingana – Yungay - 0-0-0	1.93	ABCDEF
14	Rodeopampa – Yungay - 150-140-120	1.86	ABCDEF
15	Cachacara – Yungay - 0-0-0	1.85	ABCDEF
16	Yacuchingana – Serranita - 150-140-120	1.83	ABCDEF
17	Yacuchingana – Serranita - 135-131-100	1.60	ABCDEF
18	Yacuchingana – Serranita - 0-0-0	1.53	ABCDEF
19	Yacuchingana - Amarilis - 0-0-0	1.46	ABCDEF
20	Rodeopampa – Serranita - 150-140-120	1.40	BCDEF
21	Rodeopampa – Serranita - 135-131-100	1.26	CDEF
22	Rodeopampa – Yungay - 135-131-100	1.20	CDEF
23	Rodeopampa - Amarilis - 150-140-120	1.20	CDEF
24	Rodeopampa - Amarilis - 135-131-100	1.11	DEF
25	Rodeopampa - Amarilis - 0-0-0	0.96	EF
26	Rodeopampa – Serranita - 0-0-0	0.94	EF
27	Rodeopampa – Yungay - 0-0-0	0.85	F
	<b>Promedio</b>	<b>1.76</b>	

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

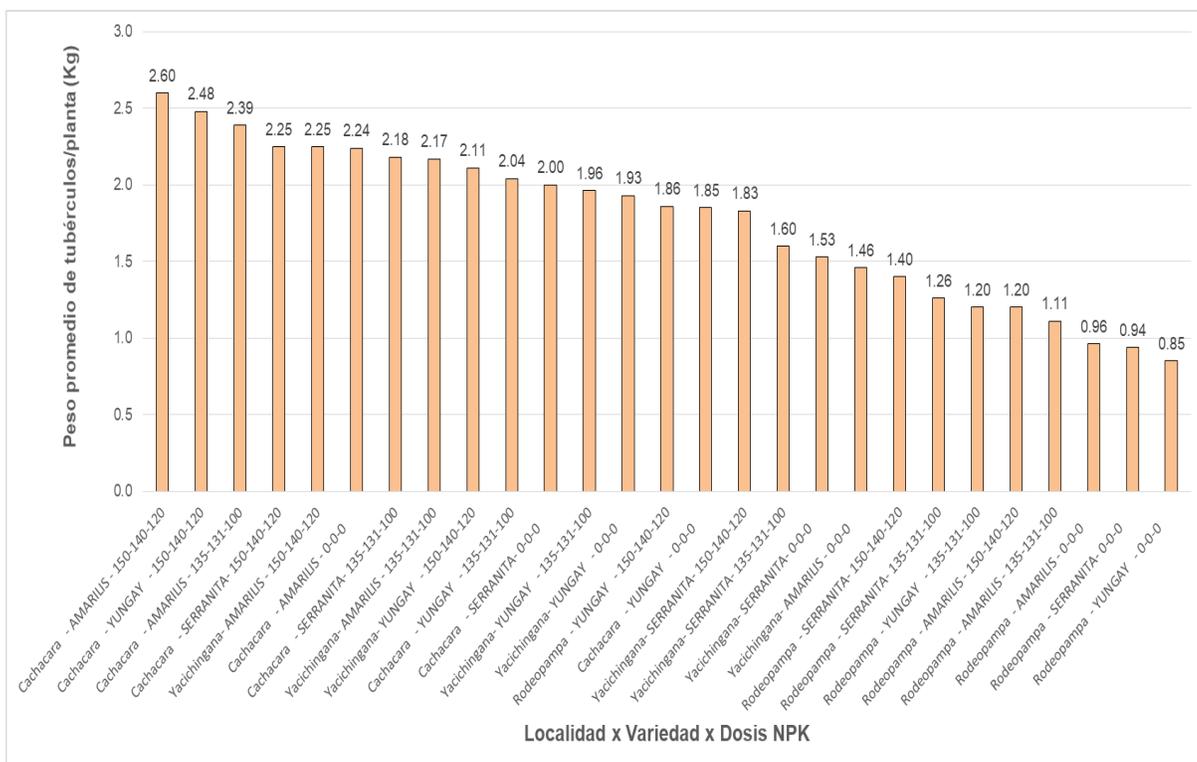


Figura 40. Peso promedio de tubérculos por planta, según localidad por variedad por dosis.

#### 4.2. Correlaciones de Pearson para los atributos evaluados

En la tabla 55, se muestra la matriz de correlaciones de Pearson para cada par de variables, observándose una asociación positiva y altamente significativa del rendimiento de tubérculos por hectárea con número de tubérculos por planta, número de tubérculos comerciales por planta, número de tubérculos no comerciales por planta, peso promedio de tubérculos por planta, peso promedio de tubérculos no comerciales por planta y porcentaje de tubérculos comerciales y no comerciales por planta, indicando que a medida que se incrementan estas variables independientes en una unidad, el rendimiento de tubérculos por hectáreas se incrementa en el valor del coeficiente de regresión toneladas por hectárea (Tabla 55).

Tabla 55. Correlaciones de Pearson para los atributos evaluados.

	<b>Rdto. t/ha</b>	<b>Emergencia %</b>	<b>N° Tuberc/pta</b>
N° Tubérculos/pta	0.776	-0.248	
	0.000	0.026	
N° Tubérculos comerciales/pta	0.837	-0.168	0.904
	0.000	0.134	0.000
N° Tub. no comerciales/pta	0.358	-0.271	0.737
	0.001	0.014	0.000
Peso tubérc. comerciales/pta	0.956	-0.186	0.807
	0.000	0.096	0.000
Peso tub. no Com/pta	0.298	-0.167	0.553
	0.007	0.135	0.000
Peso promedio tubérculos/pta	0.956	-0.201	0.847
	0.000	0.072	0.000

Contenido de la celda: Correlación de Pearson. Valor P.

### 4.3. Regresiones del rendimiento de tubérculos y las variables evaluadas

#### 4.3.1. Análisis de regresión Polinomial: Rendimiento de tubérculos t/ha versus peso de tubérculos por planta.

El análisis de varianza para la relación del rendimiento versus peso de tubérculos por planta fue de tipo lineal ( $p=0.01$ ).

El análisis de varianza secuencial corrobora los resultados del análisis cuadrático con una alta significación estadística ( $p=0.01$ ).

La ecuación de regresión es:

$$\text{Rdto. t/ha} = 2.003 + 16.65 \text{ peso promedio tubérculos/planta}$$

$$S = 3.59491 \text{ R-cuad.} = 91.4 \% \text{ R-cuad. (ajustado)} = 91.396 \%$$

Resultados que indican que por cada kilo que se incremente en el peso promedio de tubérculo por planta, el rendimiento se incrementará en 16.65 toneladas por hectárea, con un coeficiente de determinación de 91.4 %, valor alto que denota una alta asociación entre tales variables. (Tabla 56. figura 41).

Tabla 56. Análisis de varianza de la regresión de rendimiento por hectárea y peso de tubérculos por planta.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Regresión	1	10913.8	10913.8	844.50	0.000
Error	79	1020.9	12.9		
Total	80	11934.8			

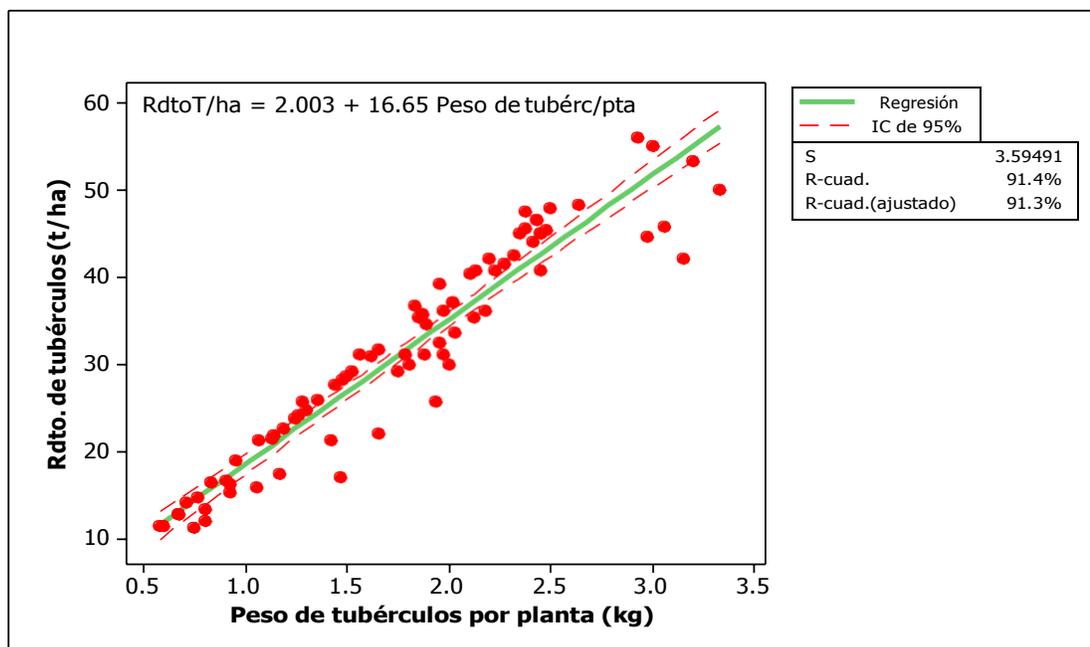


Figura 41. Rendimiento de tubérculo versus peso de tubérculos por planta.

#### 4.3.2. Análisis de regresión Polinomial: Rendimiento de tubérculos t/ha versus número de tubérculos no comerciales por planta.

El análisis de varianza para la relación del rendimiento versus número de tubérculos no comerciales por planta fue de tipo lineal ( $p=0.01$ ).

El análisis de varianza secuencial corrobora los resultados del análisis de varianza con una alta significación estadística ( $p=0.01$ ).

La ecuación de regresión es:

$$\text{Rdto. t/ha} = 22.65 + 2.528 \text{ N}^\circ \text{ de tubérculos no comerciales/planta.}$$

$$S = 11.4780 \text{ R-cuad.} = 12.8\% \text{ R-cuad.(ajustado)} = 11.7\%$$

Resultados que indican que por cada tubérculo no comercial se incremente por planta, el rendimiento se incrementará en 2.58 toneladas por hectárea, con un coeficiente de determinación de 12.8%. (Tabla 57, figura 42).

Tabla 57. Análisis de varianza de la regresión Polinomial: Rendimiento t/ha versus número de tubérculos no comerciales por planta.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Regresión	3	1613.5	537.817	4.01	0.010
Error	77	10321.3	134.043		
Total	80	11934.8			

Tabla 58. Análisis de varianza secuencial.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Regresión	1	1526.89	11.59	0.001
Error	1	3.26	0.02	0.876
Total	1	83.30	0.62	0.433

Tabla 59. Análisis de varianza de la regresión lineal.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Regresión	1	1526.9	1526.89	11.59	0.001
Error	79	10407.9	131.75		
Total	80	11934.8			

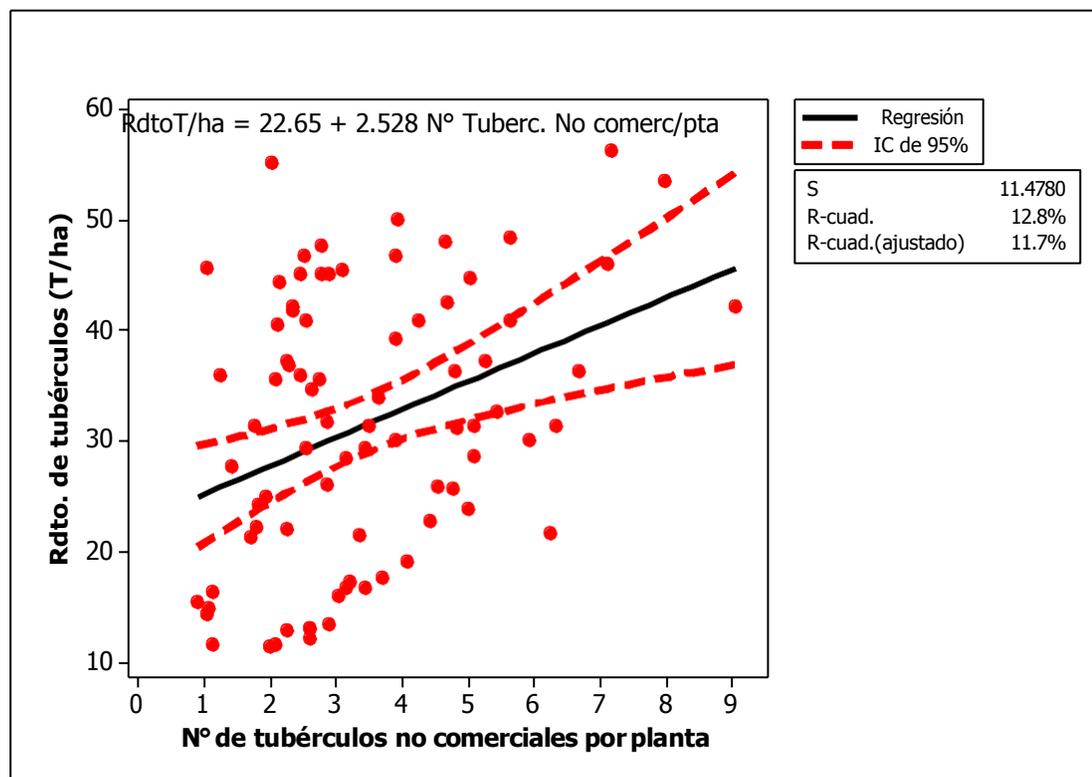


Figura 42. Rendimiento de tubérculos versus número de tubérculos no comerciales por planta.

#### 4.4. Regresión múltiple

Al aplicar la metodología Stepwise (paso a paso), se encontró que las variables que más influyen en el rendimiento de tubérculos por hectárea fueron: Peso promedio de tubérculos por planta, número de tubérculos no comerciales por planta y porcentaje de emergencia, con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 98.55\%$ .

**La ecuación de regresión es:**

$$\text{Rdto. t/ha} = -29.6831 + 17.9157 \text{ Peso promedio tubérculos/planta} + 0.354119 \text{ Emergencia \%} - 0.299537 \text{ número de tubérculos no comerciales/planta.}$$

Resultados que indican que por cada kilo que se incremente en el peso promedio de tubérculo por planta, el rendimiento se incrementará en 17.9157 toneladas por hectárea, manteniendo constante el resto de variables.

Tabla 60. Regresión paso a paso: Rendimiento t/ha versus emergencia %, número de tubérculos por planta

Alfa a entrar: 0.15 Alfa a retirar: 0.15

La respuesta es Rendimiento t/ha en 9 predictores, con N = 81

<b>Paso</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Constante	2.003	-31.072	-29.683
Peso promedio tubérculos/planta	16.65	17.60	17.92
Valor T	29.06	75.80	73.05
Valor P	0.000	0.000	0.000
Emergencia %	0.365	0.354	
Valor T	20.56	20.49	
Valor P	0.000	0.000	
N° tubérculos no comerciales/planta		-0.30	
Valor T		-2.96	
Valor P		0.004	
S	3.59	1.43	1.36
R-cuad.	91.45	98.67	98.80
R-cuad.(ajustado)	91.34	98.63	98.76

### **Coefficientes**

		EE del		
Termino	Coef.	Coef.	T	P
Constante	-29.6831	1.65680	-17.9159	0.000
Peso promedio tubérculos/planta	17.9157	0.24524	73.0538	0.000
Emergencia %	0.3541	0.01728	20.4887	0.000
N° tubérculos no comerciales/planta.	-0.2995	0.10135	-2.9555	0.004

### **Resumen del modelo**

S = 1.36204 R-cuad. = 98.80 % R-cuad.(ajustado) = 98.76 %

PRESS = 173.173 R-cuad.(pred.) = 98.55 %

Tabla 61. Análisis de varianza de la regresión múltiple.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Sec.</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>CM Ajust.</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Regresión</b>	3	11791.9	11791.9	3930.64	2118.77	0.0000000
Peso prom. Tub/Pta	1	10913.8	9900.7	9900.66	5336.85	0.0000000
Emergencia %	1	861.9	778.8	778.77	419.79	0.0000000
N° Tub. No Com/pta	1	16.2	16.2	16.20	8.74	0.0041408
<b>Error</b>	77	142.8	142.8	1.86		
Falta de ajuste	76	142.8	142.8	1.88	*	*
Falta puro	1	0.0	0.0	0.00		
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>11934.8</b>				

#### 4.5. Análisis económico

Para este fin se efectuaron los cálculos de costos para cada tratamiento por hectárea para la variable rendimiento. Además de encontrarse diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en el presente trabajo de investigación, económicamente hay una interesante posibilidad de rentabilidad, al hacer los cálculos del retorno a la inversión.

En la tabla 62, se dan los rendimientos, costo de producción (CP=10,000 sin considerar los fertilizantes), ingreso total (IT), costos de fertilizantes y de aplicación, costo total, beneficio (IT-CT) y el índice de rentabilidad (IT/CT), considerando para nuestro estudio y costos del producto comercial según precios en el mercado de Cutervo en el mes de mayo del 2019, lo que permite calcular el número de veces en que se recupera la inversión, se encontró que el mayor beneficio, se obtiene en la localidad de Cachacara, con la variedad INIA 302 Amarilis y con dosis de 150N-140P-120K con un beneficio de S/. 42,621.60 y un índice de rentabilidad de 4.75, valor que indica que por cada sol que se invierta en producir papa variedad INIA 302 Amarilis, se recupera el sol y se gana 3.75 soles. Se observa que en todos los demás tratamientos existió una rentabilidad positiva, por ser mayor que 1.0; por lo que también se gana por aplicar fertilizantes.

Tabla 62. Análisis económico. “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades comerciales de papa (Solanum tuberosum L.) en tres localidades del distrito de Cutervo 2016 – 2017”.

O.M.	TRATAMIENTOS	Riño	Ingreso	Dosis			Costo fertilizak			Costo	Costo	Costo	Costo	Beneficio	Rentabilidad
		(Tn/ha)	S/	N	P2O5	K2O	N	P	K	fertiliz	prod	apll	Total	UT-CT	IT/CT
1	Cachacara-AMARILIS-150-140-120	49.08	53988.0	150	140	120	2.82	3.91	2.3	1246.4	10000	120	11365.4	42621.60	4.75
2	Cachacara-YUNGAY-150-140-120	46.25	50875.0	150	140	120	2.82	3.91	2.3	1246.4	10000	120	11365.4	30503.60	4.18
3	Cachacara-AMARILIS-135-131-100	45.83	50113.0	135	131	100	2.82	3.91	2.3	1122.91	10000	120	11242.9	39174.09	4.48
4	Cachacara-SERRANITA-150-140-120	42.92	47212.0	150	140	120	2.82	3.91	2.3	1246.4	10000	120	11365.4	35815.60	4.15
5	Cachacara-AMARILIS-0-0-0	42.22	46442.0	0	0	0	0	0	0	0	10000	0	10000	36442.00	4.54
6	Cachacara-SERRANITA-135-131-100	40.56	44616.0	135	131	100	2.82	3.91	2.3	1122.91	10000	120	11242.9	33373.09	3.97
7	Cachacara-YUNGAY-135-131-100	38.06	41866.0	135	131	100	2.82	3.91	2.3	1122.91	10000	120	11242.9	30623.09	3.77
8	Cachacara-SERRANITA-0-0-0	37.64	41404.0	0	0	0	0	0	0	0	10000	0	10000	31404.00	4.14
9	Rodeopampa-YUNGAY-150-140-120	35.67	39237.0	150	140	120	2.82	3.91	2.3	1246.4	10000	120	11365.4	27870.60	3.45
10	Cachacara-YUNGAY-0-0-0	34.44	37884.0	0	0	0	0	0	0	0	10000	0	10000	27884.00	3.79
11	Yacuchingana-YUNGAY-150-140-120	34.03	37433.0	150	140	120	2.82	3.91	2.3	1246.4	10000	120	11365.4	20060.60	3.29
12	Yacuchingana-AMARILIS-150-140-120	33.89	37279.0	150	140	120	2.82	3.91	2.3	1246.4	10000	120	11365.4	25912.60	3.28
13	Yacuchingana-SERRANITA-150-140-120	30.83	33913.0	150	140	120	2.82	3.91	2.3	1246.4	10000	120	11365.4	22545.60	2.98
14	Yacuchingana-YUNGAY-135-131-100	30.83	33913.0	135	131	100	2.82	3.91	2.3	1122.91	10000	120	11242.9	22670.09	3.02
15	Yacuchingana-AMARILIS-135-131-100	29.72	32692.0	135	131	100	2.82	3.91	2.3	1122.91	10000	120	11242.9	21449.09	2.91
16	Yacuchingana-YUNGAY-0-0-0	28.89	31779.0	0	0	0	0	0	0	0	10000	0	10000	21779.00	3.18
17	Rodeopampa-SERRANITA-150-140-120	27.75	30525.0	150	140	120	2.82	3.91	2.3	1246.4	10000	120	11365.4	19153.60	2.69
18	Yacuchingana-SERRANITA-135-131-100	26.53	29183.0	135	131	100	2.82	3.91	2.3	1122.91	10000	120	11242.9	17940.09	2.60
19	Yacuchingana-SERRANITA-0-0-0	25.56	28116.0	0	0	0	0	0	0	0	10000	0	10000	18116.00	2.81
20	Rodeopampa-SERRANITA-135-131-100	24.14	26554.0	135	131	100	2.82	3.91	2.3	1122.91	10000	120	11242.9	15311.09	2.36
21	Rodeopampa-AMARILIS-150-140-120	22.92	25212.0	150	140	120	2.82	3.91	2.3	1246.4	10000	120	11365.4	13845.60	2.22
22	Rodeopampa-YUNGAY-135-131-100	22.69	24959.0	135	131	100	2.82	3.91	2.3	1122.91	10000	120	11242.9	13715.09	2.22
23	Yacuchingana-AMARILIS-0-0-0	21.53	23683.0	0	0	0	0	0	0	0	10000	0	10000	13683.00	2.37
24	Rodeopampa-AMARILIS-135-131-100	21.44	23584.0	135	131	100	2.82	3.91	2.3	1122.91	10000	120	11242.9	12341.09	2.10
25	Rodeopampa-AMARILIS-0-0-0	18.72	20592.0	0	0	0	0	0	0	0	10000	0	10000	10592.00	2.06
26	Rodeopampa-SERRANITA-0-0-0	18.72	20592.0	0	0	0	0	0	0	0	10000	0	10000	10592.00	2.06
27	Rodeopampa-YUNGAY-0-0-0	16.53	18183.0	0	0	0	0	0	0	0	10000	0	10000	5183.00	1.82
													Max	42021.00	

## V. CONCLUSIONES

Considerando las condiciones en la que se efectuó el presente trabajo de investigación, los materiales empleados, los objetivos propuestos, los resultados obtenidos con una confianza del 95 % y un error  $\alpha=0.05$ , se concluye lo siguiente:

1. Aceptar la hipótesis alterna planteada al inicio de la investigación, ya que la fertilización influye positivamente en las características del cultivo de papa, en especial rendimiento como lo demuestra el P-valor  $<0.01$ .
2. La mejor dosis de fertilización fue utilizando 150-140-120 de NPK, con un rendimiento de 35.93 t/ha, seguido de 135-131-100 NPK con 31.09 t/ha, en tanto que el testigo sin aplicación rindió 27.14 t/ha. Para variedades no se encontró significación estadística; sin embargo, la variedad Yungay rindió 31.93 t/ha de tubérculos de papa.
3. En la localidad de Cachacara, se identificó el máximo rendimiento con 41.89 t/ha, le sigue Yacuchingana, con 29.09 t/ha, mientras que en Rodeopampa se obtuvo 23.18 tt/ha, superando al promedio de rendimiento a nivel nacional 14 toneladas. (MINAGRI, 2014).
4. La mayor rentabilidad se encontró con la variedad INIA 302 Amarilis, con dosis de 150-140-120 NPK, con un beneficio de S/. 42,621.60 y un índice de rentabilidad de 4.75; es decir, se recupera el sol y se gana 3.75 soles. Además se observa que en todos los demás tratamientos existió una rentabilidad positiva.
5. Según la metodología Stepwise (regresión múltiple) se encontró que la variable que más influyó en el rendimiento de tubérculos fue el peso de tubérculos por planta, con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 98.55 \%$ .

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Utilizar el tratamiento más rentable que fue en la localidad de Cachacara, con la variedad INIA 302 Amarilis y con dosis de 150-140-120 NPK que tiene el mejor beneficio y un índice de rentabilidad de 4.75 soles.
2. Que las instituciones y organizaciones de la provincia de Cutervo, involucradas al sector agrario difundan los resultados de este trabajo de investigación.
3. Realizar trabajos de investigación complementarios en base a los resultados obtenidos en el presente trabajo en otras localidades y comparar los rendimientos obtenidos. Trabajar con las asociaciones de agricultores para disminuir costos y aumenten sus ingresos

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arismendi, L. 2001. Investigación sobre el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Oriente de Venezuela.
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. Campos, B. 2014. Efectos de la adición de los abonos orgánicos y la fertilización química en la papa cultivar Huayro, tesis Ing. Agr. UNALM-Lima, Perú. pp. 14-16.
7. IV Censo Nacional Agropecuario – CENAGRO. (INEI 2012). Ministerio de Agricultura y Riego. Lima – Perú.
8. Centro Internacional de la Papa (CIP). 2002. Informe Técnico Anual 2001-2002 del Proyecto FONTAGRO. Selección y Utilización de Variedades de Papa con Resistencia a Enfermedades para el Procesamiento Industrial de América Latina. Centro Internacional de la Papa – CIP. Lima, Perú. pp. 84.
9. Cervantes, M. 2002. Exposición Absorción de nutrientes y requerimiento nutricional del cultivo de papa. INIA – Cajamarca.
10. Díaz, O. 2017. “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”. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Cutervo – Cajamarca – Perú.
11. Egúsqiza, B.R. (2000) La Papa: producción, transformación y comercialización. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Asociación de Exportadores (ADEX), Lima, Perú.
12. Egúsqiza, R. 2008. La papa, producción, transformación y comercialización. 1 ed. Lima Per. CIMAGRAF S.R.L. 192 p.
13. Egúsqiza, R. 2012. Producción de papa en la sierra. Lima – Perú. 26 pág.

14. 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.
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. Gómez, R. (2000) Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papa, Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú.
17. 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.
18. INIA. 2013. El cultivo de papa. Estación Experimental Agraria Baños del Inca – Cajamarca - Perú.
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. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). 2014. Nuevo paquete tecnológico duplicaría el rendimiento de papa en Huancavelica. Huancavelica – Perú. Boletín electrónico, 29 mayo de 2014 23:15: [prensa@agronegocios.pe](mailto:prensa@agronegocios.pe).
21. Maldonado, L. Suarez, V., y Thiale, G. 2008. Estudio de la adaptación de variedades de papa en zonas pobres del Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima – Perú. Documento de trabajo.
22. Martínez A. G. 1988. "Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría". Edit. Trillas. México D. F.- México.
23. Martínez O, R. 1995. Coeficientes de variabilidad Agronomía Tropical. 20(2): 81-95 pp.
24. MINAGRI – Ministerio de Agricultura y Riego – Agencia Agraria de Cutervo. 2017. Exposición Situación actual, tendencia y perspectiva del cultivo de papa en la provincia de Cutervo – Cajamarca.
25. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). Dirección General de Negocios Agrarios (DIGNA), (Edición mayo 2016). Boletín de papa. Lima – Perú.

26. 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.
27. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2014. Cultivos de importancia nacional. Disponible en <http://minagri.gob.com>
28. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) – Dirección General de Competitividad Agraria (DGCA). Dirección de Promoción de la Competitividad. Dirección de Información Agraria (1ra Ed. Actualizado a diciembre 2013). Principales agroeconómicos de la Cadena Productiva de Papa. ([www.minagri.gob.pe](http://www.minagri.gob.pe)).
29. Ministerio de Agricultura - Dirección General de Competitividad Agraria Dirección de Información Agraria, 2012. Informe anual. Lima – Perú.
30. Mollinedo Depaz, R. Anselmo. 2014. Tesis. Evaluación de tres programas de fertilización en el cultivo de papa, en tres localidades de Alta Verapaz (2012-2013). Guatemala de la Asunción.
31. Molinos & Cía. 2017. Propiedades físicas y químicas de los fertilizantes sintéticos. Lima – Perú.
32. Monteza, U. 2018. “Efecto de tres niveles de fósforo y tres fuentes de nitrógeno en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad Yungay en la provincia de Cutervo, región Cajamarca 2017- 2018”. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Cutervo – Cajamarca – Perú.
33. 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.
34. Padilla, A. 2018. “Efecto de mezclas físicas y compuestas en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad Única en el distrito de Cutervo, 2018”. Trabajo de investigación. Cutervo – Cajamarca – Perú.
35. Pardave, C. (2004). Cultivo y comercialización del cultivo de papa. Perú. Palomino. 133 pp.
36. Ríos, J.Y.; Jaramillo, S.C.; González, L.H.; Cotes, J.M. 2010. “Determinación del efecto de diferentes niveles de fertilización en papa (*Solanum tuberosum ssp.* Andigena) de la

- variedad DIACOL Capiro” en un suelo con propiedades Ándicas en el Centro Agropecuario Paysandú de la Universidad Nacional de Colombia (Medellín).
37. Sánchez, R. (2003). “Cultivo y Comercialización de la Papa“. Primera impresión. Lima – Perú, 43 – 44 pp.
  38. Steel R. y J. H. Torrie, 1985. "Bioestadística: Principios y Procedimientos", 2º edición. Edit. Mac Graw Hill. Colombia.
  39. Toma y Rubio. 2008. Estadística aplicada. Primera parte. Apuntes de estudio 64. Universidad del Pacífico. Centro de investigación. 342 pp.
  40. Universidad Nacional Agraria La Molina, 2011. Guía técnica – Curso taller manejo integrado de papa. Jornada de capacitación UNALM – AGROBANCO. Cuzco – Perú. Disponible:  
[http://www.agrobanco.com/pdfs/Capacitacionesproductores/papa/MANEJO\\_INTEGRADO\\_DE\\_PAPA.pdf](http://www.agrobanco.com/pdfs/Capacitacionesproductores/papa/MANEJO_INTEGRADO_DE_PAPA.pdf).
  41. Valderrama, K. 2015. Efecto de tres dosis de materia orgánica y En-compost en el rendimiento de *Solanum tuberosum L.* Var. Yungay. Santiago de Chuco. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú.
  42. Vásquez, E. 2003. Influencia de los Factores Ambientales en la Predicción del Comportamiento de los Clones de Papa para la Costa del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis. Ing. Agr. Lima, Perú. pp. 102.
  43. Velásquez, C. 2016. Ponencia sobre nutrición de cultivos. 28 diapositivas. Cutervo – Cajamarca – Perú.
  44. Villagarcía, S. 2003. El cultivo de la papa - La nutrición mineral y la fertilización de la papa. UNASAM – Huaraz – Ancash – Perú. Pág. 28.

## ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de varianza de las características evaluadas

#### Anexo 1.1. Rendimiento de tubérculo t/ha

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto. t/ha	81	0.52	0.26	10.85

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.43	28	0.05	2.00	0.0152
Bloque	0.02	2	0.01	0.37	0.6946
Localidad	1.07	2	0.54	20.90	<0.0001
Variedad	2.2E-03	2	1.1E-03	0.04	0.9581
Dosis NPK	0.21	2	0.11	4.19	0.0205
Localidad*Variedad	0.03	4	0.01	0.32	0.8619
Localidad*Dosis NPK	0.02	4	0.01	0.20	0.9375
Variedad*Dosis NPK	0.02	4	5.0E-03	0.19	0.9405
Localidad*Variedad*Dosis N..	0.05	8	0.01	0.27	0.9742
Error	1.33	52	0.03		
Total	2.77	80			

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 99.9593 gl: 52

Bloque	Medias	n	E.E.
2.00	32.44	27	1.92 A
3.00	31.63	27	1.92 A
1.00	30.08	27	1.92 A

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

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 99.9593 gl: 52

Localidad	Medias	n	E.E.
Cachacara	41.89	27	1.92 A
Yacuchingana	29.09	27	1.92 B
Rodeopampa	23.18	27	1.92 C

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

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 99.9593 gl: 52

Variedad	Medias	n	E.E.
YUNGAY	31.93	27	1.92 A
AMARILIS	31.71	27	1.92 A
SERRANITA	30.52	27	1.92 A

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

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 99.9593 gl: 52

Dosis NPK	Medias	n	E.E.
150-140-120	35.93	27	1.92 A
135-131-100	31.09	27	1.92 A B
0-0-0	27.14	27	1.92 B

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

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 99.9593 gl: 52

Localidad	Variedad	Medias	n	E.E.		
Cachacara	AMARILIS	45.71	9	3.33	A	
Cachacara	SERRANITA	40.37	9	3.33	A	B
Cachacara	YUNGAY	39.58	9	3.33	A	B
Yacuchingana	YUNGAY	31.25	9	3.33		B C
Yacuchingana	AMARILIS	28.38	9	3.33		C
Yacuchingana	SERRANITA	27.64	9	3.33		C
Rodeopampa	YUNGAY	24.96	9	3.33		C
Rodeopampa	SERRANITA	23.54	9	3.33		C
Rodeopampa	AMARILIS	21.03	9	3.33		C

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

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 99.9593 gl: 52

Localidad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.			
Cachacara	150-140-120	46.08	9	3.33	A		
Cachacara	135-131-100	41.48	9	3.33	A	B	
Cachacara	0-0-0	38.10	9	3.33	A	B	C
Yacuchingana	150-140-120	32.92	9	3.33		B	C D
Yacuchingana	135-131-100	29.03	9	3.33			C D
Rodeopampa	150-140-120	28.78	9	3.33			C D
Yacuchingana	0-0-0	25.32	9	3.33			D E
Rodeopampa	135-131-100	22.76	9	3.33			D E
Rodeopampa	0-0-0	17.99	9	3.33			E

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

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 99.9593 gl: 52

Variedad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.		
YUNGAY	150-140-120	38.65	9	3.33	A	
AMARILIS	150-140-120	35.30	9	3.33	A	B
SERRANITA	150-140-120	33.83	9	3.33	A	B
AMARILIS	135-131-100	32.33	9	3.33	A	B
YUNGAY	135-131-100	30.53	9	3.33	A	B
SERRANITA	135-131-100	30.41	9	3.33	A	B
AMARILIS	0-0-0	27.49	9	3.33		B
SERRANITA	0-0-0	27.31	9	3.33		B
YUNGAY	0-0-0	26.62	9	3.33		B

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

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 99.9593 gl: 52

Localidad	Variedad	Dosis NPK	Medias n	E.E.
Cachacara	- AMARILIS	- 150-140-120	49.08	3 5.77 A
Cachacara	- YUNGAY	- 150-140-120	46.25	3 5.77 AB
Cachacara	- AMARILIS	- 135-131-100	45.83	3 5.77 AB
Cachacara	- SERRANITA-	150-140-120	42.92	3 5.77 ABC
Cachacara	- AMARILIS	- 0-0-0	42.22	3 5.77 ABCD
Cachacara	- SERRANITA-	135-131-100	40.56	3 5.77 ABCDE
Cachacara	- YUNGAY	- 135-131-100	38.06	3 5.77 ABCDEF
Cachacara	- SERRANITA-	0-0-0	37.64	3 5.77 ABCDEF
Rodeopampa	- YUNGAY	- 150-140-120	35.67	3 5.77 ABCDEFG
Cachacara	- YUNGAY	- 0-0-0	34.44	3 5.77 ABCDEFG
Yacuchingana	- YUNGAY	- 150-140-120	34.03	3 5.77 ABCDEFG
Yacuchingana	- AMARILIS	- 150-140-120	33.89	3 5.77 ABCDEFG
Yacuchingana	- SERRANITA-	150-140-120	30.83	3 5.77 ABCDEFG
Yacuchingana	- YUNGAY	- 135-131-100	30.83	3 5.77 ABCDEFG
Yacuchingana	- AMARILIS	- 135-131-100	29.72	3 5.77 ABCDEFG
Yacuchingana	- YUNGAY	- 0-0-0	28.89	3 5.77 BCDEFG
Rodeopampa	- SERRANITA-	150-140-120	27.75	3 5.77 BCDEFG
Yacuchingana	- SERRANITA-	135-131-100	26.53	3 5.77 BCDEFG
Yacuchingana	- SERRANITA-	0-0-0	25.56	3 5.77 CDEFG
Rodeopampa	- SERRANITA-	135-131-100	24.14	3 5.77 CDEFG
Rodeopampa	- AMARILIS	- 150-140-120	22.92	3 5.77 DEFG
Rodeopampa	- YUNGAY	- 135-131-100	22.69	3 5.77 DEFG
Yacuchingana	- AMARILIS	- 0-0-0	21.53	3 5.77 EFG
Rodeopampa	- AMARILIS	- 135-131-100	21.44	3 5.77 EFG
Rodeopampa	- AMARILIS	- 0-0-0	18.72	3 5.77 FG
Rodeopampa	- SERRANITA-	0-0-0	18.72	3 5.77 FG
Rodeopampa	- YUNGAY	- 0-0-0	16.53	3 5.77 G

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

## Anexo 1.2. Número total tubérculos por planta

Variable N  $\bar{R}^2$   $\bar{R}^2$   $\bar{A}_j$   $\bar{C}_V$   
 N°tubxpta 81 0.48 0.20 14.86

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11.80	28	0.42	1.70	0.0483
Bloque	0.47	2	0.23	0.94	0.3956
Localidad	7.17	2	3.59	14.48	<0.0001
Variedad	0.92	2	0.46	1.85	0.1667
Dosis NPK	0.68	2	0.34	1.37	0.2643
Localidad*Variedad	1.51	4	0.38	1.52	0.2090
Localidad*Dosis NPK	0.03	4	0.01	0.03	0.9983
Variedad*Dosis NPK	0.51	4	0.13	0.52	0.7234
Localidad*Variedad*Dosis N..	0.52	8	0.06	0.26	0.9755
Error	12.87	52	0.25		
Total	24.67	80			

**Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 11.4281 gl: 52*

Bloque	Medias	n	E.E.
2.00	11.24	27	0.65 A
1.00	10.30	27	0.65 A
3.00	10.03	27	0.65 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 11.4281 gl: 52*

Localidad	Medias	n	E.E.
Cachacara	12.44	27	0.65 A
Yacuchingana	11.29	27	0.65 A
Rodeopampa	7.84	27	0.65 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 11.4281 gl: 52*

Variedad	Medias	n	E.E.
YUNGAY	11.47	27	0.65 A
AMARILIS	10.37	27	0.65 A
SERRANITA	9.73	27	0.65 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 11.4281 gl: 52*

Dosis NPK	Medias	n	E.E.
150-140-120	11.13	27	0.65 A
135-131-100	10.75	27	0.65 A
0-0-0	9.68	27	0.65 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 11.4281 gl: 52*

Localidad	Variedad	Medias	n	E.E.
Cachacara	YUNGAY	14.02	9	1.13 A
Yacuchingana	AMARILIS	12.56	9	1.13 A B
Cachacara	AMARILIS	12.22	9	1.13 A B
Yacuchingana	YUNGAY	11.76	9	1.13 A B C
Cachacara	SERRANITA	11.07	9	1.13 A B C
Yacuchingana	SERRANITA	9.54	9	1.13 B C D
Rodeopampa	YUNGAY	8.61	9	1.13 C D
Rodeopampa	SERRANITA	8.58	9	1.13 C D
Rodeopampa	AMARILIS	6.32	9	1.13 D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 11.4281 gl: 52*

Localidad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.
Cachacara	150-140-120	13.18	9	1.13 A
Cachacara	135-131-100	12.73	9	1.13 A
Yacuchingana	150-140-120	11.81	9	1.13 A B
Yacuchingana	135-131-100	11.69	9	1.13 A B
Cachacara	0-0-0	11.40	9	1.13 A B
Yacuchingana	0-0-0	10.36	9	1.13 A B C
Rodeopampa	150-140-120	8.41	9	1.13 B C
Rodeopampa	135-131-100	7.82	9	1.13 C
Rodeopampa	0-0-0	7.28	9	1.13 C

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

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 11.4281 gl: 52

Variedad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.
YUNGAY	150-140-120	13.07	9	1.13 A
AMARILIS	135-131-100	11.12	9	1.13 A B
YUNGAY	135-131-100	10.76	9	1.13 A B
AMARILIS	150-140-120	10.64	9	1.13 A B
YUNGAY	0-0-0	10.57	9	1.13 A B
SERRANITA	135-131-100	10.37	9	1.13 A B
SERRANITA	150-140-120	9.68	9	1.13 A B
AMARILIS	0-0-0	9.34	9	1.13 B
SERRANITA	0-0-0	9.14	9	1.13 B

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

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 11.4281 gl: 52

Localidad	Variedad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.
Cachacara	- YUNGAY	- 150-140-120	15.75	3	1.95 A
Yacuchingana	- AMARILIS	- 135-131-100	14.63	3	1.95 AB
Yacuchingana	- YUNGAY	- 150-140-120	13.50	3	1.95 ABC
Cachacara	- YUNGAY	- 135-131-100	13.34	3	1.95 ABCD
Cachacara	- YUNGAY	- 0-0-0	12.97	3	1.95 ABCDE
Yacuchingana	- AMARILIS	- 150-140-120	12.86	3	1.95 ABCDE
Cachacara	- AMARILIS	- 135-131-100	12.71	3	1.95 ABCDEF
Cachacara	- AMARILIS	- 150-140-120	12.68	3	1.95 ABCDEF
Cachacara	- SERRANITA	- 135-131-100	12.14	3	1.95 ABCDEF
Cachacara	- AMARILIS	- 0-0-0	11.27	3	1.95 ABCDEF
Yacuchingana	- YUNGAY	- 0-0-0	11.15	3	1.95 ABCDEF
Cachacara	- SERRANITA	- 150-140-120	11.10	3	1.95 ABCDEF
Yacuchingana	- YUNGAY	- 135-131-100	10.65	3	1.95 ABCDEF
Yacuchingana	- AMARILIS	- 0-0-0	10.18	3	1.95 ABCDEF
Cachacara	- SERRANITA	- 0-0-0	9.97	3	1.95 ABCDEF
Rodeopampa	- YUNGAY	- 150-140-120	9.96	3	1.95 ABCDEF
Yacuchingana	- SERRANITA	- 135-131-100	9.79	3	1.95 ABCDEF
Yacuchingana	- SERRANITA	- 0-0-0	9.77	3	1.95 ABCDEF
Rodeopampa	- SERRANITA	- 135-131-100	9.17	3	1.95 ABCDEF
Yacuchingana	- SERRANITA	- 150-140-120	9.05	3	1.95 ABCDEF
Rodeopampa	- SERRANITA	- 150-140-120	8.88	3	1.95 BCDEF
Rodeopampa	- YUNGAY	- 135-131-100	8.29	3	1.95 BCDEF
Rodeopampa	- SERRANITA	- 0-0-0	7.68	3	1.95 CDEF
Rodeopampa	- YUNGAY	- 0-0-0	7.60	3	1.95 CDEF
Rodeopampa	- AMARILIS	- 0-0-0	6.56	3	1.95 DEF
Rodeopampa	- AMARILIS	- 150-140-120	6.39	3	1.95 EF
Rodeopampa	- AMARILIS	- 135-131-100	6.01	3	1.95 F

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

### Anexo 1.3. Número de tubérculos comerciales por planta

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
NoTubComPta	81	0.65	0.46	12.89

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.52	28	0.45	3.44	0.0001
Bloque	0.20	2	0.10	0.77	0.4705
Localidad	10.29	2	5.15	39.57	<0.0001
Variedad	0.19	2	0.10	0.73	0.4845
Dosis NPK	0.74	2	0.37	2.85	0.0667
Localidad*Variedad	0.56	4	0.14	1.07	0.3820
Localidad*Dosis NPK	0.02	4	4.3E-03	0.03	0.9978
Variedad*Dosis NPK	0.13	4	0.03	0.24	0.9114
Localidad*Variedad*Dosis N..	0.40	8	0.05	0.39	0.9238
Error	6.76	52	0.13		
Total	19.29	80			

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.9947 gl: 52

Bloque	Medias	n	E.E.
2.00	7.46	27	0.38 A
1.00	6.93	27	0.38 A
3.00	6.81	27	0.38 A

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

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.9947 gl: 52

Localidad	Medias	n	E.E.
Cachacara	9.41	27	0.38 A
Yacuchingana	7.21	27	0.38 B
Rodeopampa	4.58	27	0.38 C

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

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.9947 gl: 52

Variedad	Medias	n	E.E.
AMARILIS	7.36	27	0.38 A
YUNGAY	7.19	27	0.38 A
SERRANITA	6.64	27	0.38 A

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

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.9947 gl: 52

Dosis NPK	Medias	n	E.E.
150-140-120	7.51	27	0.38 A
135-131-100	7.37	27	0.38 A B
0-0-0	6.32	27	0.38 B

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

**Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 3.9947 gl: 52*

Localidad	Variedad	Medias	n	E.E.			
Cachacara	AMARILIS	9.81	9	0.67	A		
Cachacara	YUNGAY	9.74	9	0.67	A		
Cachacara	SERRANITA	8.68	9	0.67	A	B	
Yacuchingana	AMARILIS	8.13	9	0.67	A	B	C
Yacuchingana	YUNGAY	7.24	9	0.67		B	C
Yacuchingana	SERRANITA	6.25	9	0.67		C	D
Rodeopampa	SERRANITA	5.00	9	0.67			D E
Rodeopampa	YUNGAY	4.59	9	0.67			D E
Rodeopampa	AMARILIS	4.14	9	0.67			E

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 3.9947 gl: 52*

Localidad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.			
Cachacara	150-140-120	9.86	9	0.67	A		
Cachacara	135-131-100	9.68	9	0.67	A	B	
Cachacara	0-0-0	8.70	9	0.67	A	B	
Yacuchingana	135-131-100	7.70	9	0.67		B	C
Yacuchingana	150-140-120	7.63	9	0.67		B	C
Yacuchingana	0-0-0	6.29	9	0.67		C	D
Rodeopampa	150-140-120	5.03	9	0.67			D E
Rodeopampa	135-131-100	4.74	9	0.67			D E
Rodeopampa	0-0-0	3.97	9	0.67			E

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 3.9947 gl: 52*

Variedad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.	
YUNGAY	150-140-120	7.89	9	0.67	A
AMARILIS	135-131-100	7.88	9	0.67	A
AMARILIS	150-140-120	7.85	9	0.67	A
SERRANITA	135-131-100	7.13	9	0.67	A
YUNGAY	135-131-100	7.10	9	0.67	A
SERRANITA	150-140-120	6.78	9	0.67	A
YUNGAY	0-0-0	6.58	9	0.67	A
AMARILIS	0-0-0	6.36	9	0.67	A
SERRANITA	0-0-0	6.02	9	0.67	A

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

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 3.9947 gl: 52

Localidad	Variedad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.	Cachacara	-
YUNGAY	-150-140-120		10.76	3	1.15	A	
Cachacara	- AMARILIS	-150-140-120	10.35	3	1.15	AB	
Cachacara	- AMARILIS	-135-131-100	10.03	3	1.15	ABC	
Cachacara	- SERRANITA	-135-131-100	9.91	3	1.15	ABCD	
Yacuchingana	- AMARILIS	-135-131-100	9.51	3	1.15	ABCD	
Cachacara	- YUNGAY	-0-0-0	9.37	3	1.15	ABCDE	
Cachacara	- YUNGAY	-135-131-100	9.10	3	1.15	ABCDE	
Cachacara	- AMARILIS	-0-0-0	9.07	3	1.15	ABCDE	
Yacuchingana	- AMARILIS	-150-140-120	8.67	3	1.15	ABCDEF	
Cachacara	- SERRANITA	-150-140-120	8.47	3	1.15	ABCDEF	
Yacuchingana	- YUNGAY	-150-140-120	7.89	3	1.15	ABCDEFG	
Cachacara	- SERRANITA	-0-0-0	7.66	3	1.15	ABCDEFGH	
Yacuchingana	- YUNGAY	-135-131-100	7.21	3	1.15	ABCDEFGH	
Yacuchingana	- YUNGAY	-0-0-0	6.61	3	1.15	BCDEFGH	
Yacuchingana	- SERRANITA	-135-131-100	6.37	3	1.15	CDEFGH	
Yacuchingana	- SERRANITA	-150-140-120	6.34	3	1.15	CDEFGH	
Yacuchingana	- AMARILIS	-0-0-0	6.21	3	1.15	CDEFGH	
Yacuchingana	- SERRANITA	-0-0-0	6.05	3	1.15	DEFGH	
Rodeopampa	- SERRANITA	-150-140-120	5.54	3	1.15	EFGH	
Rodeopampa	- SERRANITA	-135-131-100	5.12	3	1.15	FGH	
Rodeopampa	- YUNGAY	-150-140-120	5.03	3	1.15	FGH	
Rodeopampa	- YUNGAY	-135-131-100	4.99	3	1.15	FGH	
Rodeopampa	- AMARILIS	-150-140-120	4.52	3	1.15	GH	
Rodeopampa	- SERRANITA	-0-0-0	4.35	3	1.15	GH	
Rodeopampa	- AMARILIS	-135-131-100	4.10	3	1.15	GH	
Rodeopampa	- AMARILIS	-0-0-0	3.81	3	1.15	H	
Rodeopampa	- YUNGAY	-0-0-0	3.76	3	1.15	H	

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

#### Anexo 1.4. Número de tubérculos no comerciales por planta

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
NoTubNoComPta	81	0.37	0.04	18.73

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.67	28	0.17	1.11	0.3677
Bloque	0.28	2	0.14	0.93	0.3991
Localidad	0.75	2	0.37	2.47	0.0942
Variedad	1.59	2	0.80	5.27	0.0082
Dosis NPK	0.06	2	0.03	0.18	0.8337
Localidad*Variedad	1.01	4	0.25	1.68	0.1693
Localidad*Dosis NPK	0.06	4	0.02	0.10	0.9811
Variedad*Dosis NPK	0.56	4	0.14	0.93	0.4533
Localidad*Variedad*Dosis N..	0.36	8	0.05	0.30	0.9622
Error	7.84	52	0.15		
Total	12.52	80			

**Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 2.8921 gl: 52*

Bloque	Medias	n	E.E.
2.00	3.77	27	0.33 A
1.00	3.37	27	0.33 A
3.00	3.22	27	0.33 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 2.8921 gl: 52*

Localidad	Medias	n	E.E.
Yacuchingana	4.08	27	0.33 A
Rodeopampa	3.26	27	0.33 A B
Cachacara	3.03	27	0.33 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 2.8921 gl: 52*

Variedad	Medias	n	E.E.
YUNGAY	4.27	27	0.33 A
SERRANITA	3.09	27	0.33 B
AMARILIS	3.00	27	0.33 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 2.8921 gl: 52*

Dosis NPK	Medias	n	E.E.
150-140-120	3.62	27	0.33 A
135-131-100	3.38	27	0.33 A
0-0-0	3.36	27	0.33 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 2.8921 gl: 52*

Localidad	Variedad	Medias	n	E.E.
Yacuchingana	YUNGAY	4.53	9	0.57 A
Yacuchingana	AMARILIS	4.43	9	0.57 A
Cachacara	YUNGAY	4.28	9	0.57 A
Rodeopampa	YUNGAY	4.02	9	0.57 A B
Rodeopampa	SERRANITA	3.58	9	0.57 A B C
Yacuchingana	SERRANITA	3.28	9	0.57 A B C
Cachacara	AMARILIS	2.41	9	0.57 B C
Cachacara	SERRANITA	2.39	9	0.57 B C
Rodeopampa	AMARILIS	2.18	9	0.57 C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Duncan Alfa=0.05***Error: 2.8921 gl: 52*

Localidad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.
Yacuchingana	150-140-120	4.17	9	0.57 A
Yacuchingana	0-0-0	4.08	9	0.57 A
Yacuchingana	135-131-100	3.99	9	0.57 A
Rodeopampa	150-140-120	3.38	9	0.57 A
Cachacara	150-140-120	3.32	9	0.57 A
Rodeopampa	0-0-0	3.31	9	0.57 A
Rodeopampa	135-131-100	3.09	9	0.57 A
Cachacara	135-131-100	3.06	9	0.57 A
Cachacara	0-0-0	2.70	9	0.57 A

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

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 2.8921 gl: 52

Variedad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.
YUNGAY	150-140-120	5.18	9	0.57 A
YUNGAY	0-0-0	3.99	9	0.57 A B
YUNGAY	135-131-100	3.66	9	0.57 A B
SERRANITA	135-131-100	3.24	9	0.57 B
AMARILIS	135-131-100	3.24	9	0.57 B
SERRANITA	0-0-0	3.12	9	0.57 B
AMARILIS	0-0-0	2.97	9	0.57 B
SERRANITA	150-140-120	2.90	9	0.57 B
AMARILIS	150-140-120	2.80	9	0.57 B

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

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 2.8921 gl: 52

Localidad	Variedad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.
Yacuchingana	-YUNGAY	-150-140-120	5.61	3	0.98 A
Yacuchingana	-AMARILIS	-135-131-100	5.12	3	0.98 AB
Cachacara	-YUNGAY	-150-140-120	4.99	3	0.98 AB
Rodeopampa	-YUNGAY	-150-140-120	4.93	3	0.98 AB
Yacuchingana	-YUNGAY	-0-0-0	4.54	3	0.98 AB
Cachacara	-YUNGAY	-135-131-100	4.25	3	0.98 AB
Yacuchingana	-AMARILIS	-150-140-120	4.19	3	0.98 AB
Rodeopampa	-SERRANITA	-135-131-100	4.06	3	0.98 AB
Yacuchingana	-AMARILIS	-0-0-0	3.97	3	0.98 AB
Rodeopampa	-YUNGAY	-0-0-0	3.84	3	0.98 AB
Yacuchingana	-SERRANITA	-0-0-0	3.72	3	0.98 AB
Cachacara	-YUNGAY	-0-0-0	3.59	3	0.98 AB
Yacuchingana	-YUNGAY	-135-131-100	3.43	3	0.98 AB
Yacuchingana	-SERRANITA	-135-131-100	3.42	3	0.98 AB
Rodeopampa	-SERRANITA	-150-140-120	3.34	3	0.98 AB
Rodeopampa	-SERRANITA	-0-0-0	3.33	3	0.98 AB
Rodeopampa	-YUNGAY	-135-131-100	3.30	3	0.98 AB
Rodeopampa	-AMARILIS	-0-0-0	2.75	3	0.98 AB
Yacuchingana	-SERRANITA	-150-140-120	2.71	3	0.98 AB
Cachacara	-AMARILIS	-135-131-100	2.68	3	0.98 AB
Cachacara	-SERRANITA	-150-140-120	2.63	3	0.98 AB
Cachacara	-AMARILIS	-150-140-120	2.33	3	0.98 AB
Cachacara	-SERRANITA	-0-0-0	2.31	3	0.98 AB
Cachacara	-SERRANITA	-135-131-100	2.24	3	0.98 AB
Cachacara	-AMARILIS	-0-0-0	2.20	3	0.98 AB
Rodeopampa	-AMARILIS	-135-131-100	1.91	3	0.98 B
Rodeopampa	-AMARILIS	-150-140-120	1.87	3	0.98 B

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

## Anexo 1.5. Peso promedio de tubérculos por planta

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PesoPromTubPta	81	0.54	0.29	22.63

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.57	28	0.02	2.16	0.0081
Bloque	0.01	2	2.7E-03	0.29	0.7530
Localidad	0.42	2	0.21	22.64	<0.0001
Variedad	0.01	2	3.5E-03	0.37	0.6905
Dosis NPK	0.08	2	0.04	4.11	0.0220
Localidad*Variedad	0.02	4	4.2E-03	0.45	0.7742
Localidad*Dosis NPK	0.01	4	1.5E-03	0.16	0.9580
Variedad*Dosis NPK	0.01	4	2.0E-03	0.21	0.9294
Localidad*Variedad*Dosis N..	0.02	8	2.8E-03	0.30	0.9623
Error	0.49	52	0.01		
Total	1.05	80			

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.3615 gl: 52

Bloque Medias n E.E.

2.00	1.82	27	0.12	A
3.00	1.78	27	0.12	A
1.00	1.70	27	0.12	A

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

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.3615 gl: 52

Localidad Medias n E.E.

Cachacara	2.23	27	0.12	A
Yacuchingana	1.87	27	0.12	B
Rodeopampa	1.20	27	0.12	C

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

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.3615 gl: 52

Variedad Medias n E.E.

AMARILIS	1.82	27	0.12	A
YUNGAY	1.81	27	0.12	A
SERRANITA	1.67	27	0.12	A

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

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.3615 gl: 52

Dosis NPK Medias n E.E.

150-140-120	2.00	27	0.12	A
135-131-100	1.77	27	0.12	A
0-0-0	1.53	27	0.12	B

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

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.3615 gl: 52

Localidad	Variedad	Medias	n	E.E.		
Cachacara	AMARILIS	2.41	9	0.20	A	
Cachacara	SERRANITA	2.14	9	0.20	A	B
Cachacara	YUNGAY	2.13	9	0.20	A	B
Yacuchingana	YUNGAY	2.00	9	0.20	A	B
Yacuchingana	AMARILIS	1.96	9	0.20	A	B
Yacuchingana	SERRANITA	1.65	9	0.20		B C
Rodeopampa	YUNGAY	1.30	9	0.20		C
Rodeopampa	SERRANITA	1.20	9	0.20		C
Rodeopampa	AMARILIS	1.09	9	0.20		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.3615 gl: 52

Localidad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.			
Cachacara	150-140-120	2.45	9	0.20	A		
Cachacara	135-131-100	2.21	9	0.20	A	B	
Yacuchingana	150-140-120	2.06	9	0.20	A	B	C
Cachacara	0-0-0	2.03	9	0.20	A	B	C
Yacuchingana	135-131-100	1.91	9	0.20	A	B	C
Yacuchingana	0-0-0	1.64	9	0.20		B	C D
Rodeopampa	150-140-120	1.48	9	0.20		C	D E
Rodeopampa	135-131-100	1.19	9	0.20			D E
Rodeopampa	0-0-0	0.92	9	0.20			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.3615 gl: 52

Variedad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.	
YUNGAY	150-140-120	2.15	9	0.20	A
AMARILIS	150-140-120	2.02	9	0.20	A
AMARILIS	135-131-100	1.89	9	0.20	A
SERRANITA	150-140-120	1.83	9	0.20	A
YUNGAY	135-131-100	1.73	9	0.20	A
SERRANITA	135-131-100	1.68	9	0.20	A
AMARILIS	0-0-0	1.55	9	0.20	A
YUNGAY	0-0-0	1.54	9	0.20	A
SERRANITA	0-0-0	1.49	9	0.20	A

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

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.3615 gl: 52

Localidad	Variedad	Dosis NPK	Medias	n	E.E.	
Cachacara	- AMARILIS	- 150-140-120	2.60	3	0.35	A
Cachacara	- YUNGAY	- 150-140-120	2.48	3	0.35	AB
Cachacara	- AMARILIS	- 135-131-100	2.39	3	0.35	ABC
Cachacara	- SERRANITA-	150-140-120	2.25	3	0.35	ABCD
Yacuchingana	AMARILIS	- 150-140-120	2.25	3	0.35	ABCD
Cachacara	- AMARILIS	- 0-0-0	2.24	3	0.35	ABCD
Cachacara	- SERRANITA-	135-131-100	2.18	3	0.35	ABCD
Yacuchingana	- AMARILIS	- 135-131-100	2.17	3	0.35	ABCD
Yacuchingana	- YUNGAY	- 150-140-120	2.11	3	0.35	ABCDE
Cachacara	- YUNGAY	- 135-131-100	2.04	3	0.35	ABCDEF
Cachacara	- SERRANITA-	0-0-0	2.00	3	0.35	ABCDEF
Yacuchingana	- YUNGAY	- 135-131-100	1.96	3	0.35	ABCDEF
Yacuchingana	- YUNGAY	- 0-0-0	1.93	3	0.35	ABCDEF
Rodeopampa	- YUNGAY	- 150-140-120	1.86	3	0.35	ABCDEF
Cachacara	- YUNGAY	- 0-0-0	1.85	3	0.35	ABCDEF
Yacuchingana	- SERRANITA-	150-140-120	1.83	3	0.35	ABCDEF
Yacuchingana	- SERRANITA-	135-131-100	1.60	3	0.35	ABCDEF
Yacuchingana	- SERRANITA-	0-0-0	1.53	3	0.35	ABCDEF
Yacuchingana	- AMARILIS	- 0-0-0	1.46	3	0.35	ABCDEF
Rodeopampa	- SERRANITA-	150-140-120	1.40	3	0.35	BCDEF
Rodeopampa	- SERRANITA-	135-131-100	1.26	3	0.35	CDEF
Rodeopampa	- YUNGAY	- 135-131-100	1.20	3	0.35	CDEF
Rodeopampa	- AMARILIS	- 150-140-120	1.20	3	0.35	CDEF
Rodeopampa	- AMARILIS	- 135-131-100	1.11	3	0.35	DEF
Rodeopampa	- AMARILIS	- 0-0-0	0.96	3	0.35	EF
Rodeopampa	- SERRANITA-	0-0-0	0.94	3	0.35	EF
Rodeopampa	- YUNGAY	- 0-0-0	0.85	3	0.35	F

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

**Anexo 2. Ficha técnica del cultivo de papa variedad Yungay.**

NOMBRE CIENTÍFICO	<i>SOLANUM TUBEROSUM SP ANDIGENA.</i>
Familia	<i>Solanaceae.</i>
Variedad	Yungay.
Origen	(Saskia x Earline) x (Huagalina x Renacimiento) Liberada por la UNA La Molina en 1971.
Época de siembra	Noviembre a febrero.
Época de cosecha	Abril a julio. Se cosecha segando previamente el follaje y se recogen los tubérculos roturando el suelo con picos.
Agroecología	<p>De amplia adaptación a diversos pisos ecológicos y épocas de siembra.</p> <p><u>Clima</u>            Temperatura mínima: 8°C            Temperatura óptima: 18°C-22°C            Temperatura máxima: 24°C  <u>Precipitación:</u> 600 mm – 900 mm anuales</p> <p><u>Topografía</u>            Inclinación del terreno: menor a 25%</p> <p><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> de 1,500 msnm a 3,600msnm</p>
Momento de cosecha	Epidermis adherida, no se desprende al presionar el tubérculo. La cosecha y envasado es manual.
Periodo vegetativo	5 a 6 meses, tardía.
Rendimiento	Potencial 30,000 a 40,000 kg por ha. En la zona en estudio 10,000 Kg por ha.
Envase utilizado	Sacos de polipropileno de 100 kg.
Descripción	Plantas de porte alto y vigoroso. Hojas con foliolos medianamente anchos. Follaje verde oscuro, buena cobertura foliar. Flor rojiza. Limitada floración y fructificación. Tubérculo oval chato, cáscara amarillenta de pigmentación rosada en los ojos, que son superficiales. Tendencia a producir estolones largos, por lo que requiere aporques altos y anchos.
Calidad culinaria	Muy buena, pulpa amarillenta, textura harinosa, hasta 26% de materia seca.

Enfermedades	Susceptible a la “ranchara” ( <i>Phytophthora infestans</i> ), tolerante a “rhizoctonias” ( <i>Rhizoctonia solani</i> ), susceptible al virus MTPV.
Tipo de siembra	Siembra directa.
Cantidad de semilla	1,500 a 2,000 kg de tubérculo semilla. Semilla propia.
Suelos	Suelos profundos, francos, franco arcilloso, arcilloso, con buen drenaje.
Abonamiento y fertilización	Aplicación de estiércol descompuesto y fertilizantes sintéticos (urea, 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 “campana grande” el riego es mediante la precipitación pluvial. En las zonas más bajas se utiliza el riego por gravedad.
Distanciamiento	1.0 a 1.1 m entre surcos y 0.30 a 0.40 m entre plantas.
Utilización	Por lo regular se consume hervida, al horno y en la preparación de diversos potajes.

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

### Anexo 3. Ficha técnica del cultivo de papa variedad INIA 302 Amarilis.

<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b><i>SOLANUM TUBEROSUM SPANDIGENA.</i></b>
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 segando previamente el follaje y se recogen los tubérculos roturando el suelo con picos.
Agroecología	<p>De amplia adaptación costa y sierra.</p> <p><b><u>Clima</u></b>            Temperatura mínima: 10°C            Temperatura óptima: 18°C-23°C            Temperatura máxima: 25°C  <b><u>Precipitación:</u></b> 600 mm – 900 mm anuales  <b><u>Topografía</u></b>            Inclinación del terreno: menor a 25%  <b><u>Suelos</u></b>            Textura: media (Franco, franco arcilloso )            Drenaje: bueno            Pedregosidad: menor de 15%            Profundidad: mayor a 50 cm            Características químicas            pH: 5.4 a 6.6  <b><u>Altitud</u></b> 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 folíolos 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 “rancha” ( <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 4. Resultado análisis de suelo localidad Yacuchingana – Cutervo – 2016.

### LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE: PP SUELOS 089 – SEGUNDO HUAMAN MUÑOZ

PROCEDENCIA : Cutervo - Yacuchingana

Fecha: 29/09/2016

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	Al meq/100 g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Maíz	SU0887-EEBI-16	35.30	150.0	3.4	2.86	3.90	41	28	31	F Ar

#### INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MUY ALTO

Potasio (K) : MUY BAJO

pH (reacción) : EXTREMADAMENTE ACIDO

Materia orgánica (M.O) : MEDIO

Clase textural : FRANCO ARCILLOSO

#### RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a Sembrar: PAPA

NUTRIENTES	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	T/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	T/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	T/ha
Cantidad	160	100	120									

Recomendaciones y  
Observaciones Especiales:

## Anexo 5. Resultado análisis de suelo localidad Cachacara – Cutervo – 2016.

### LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : PP SUELOS 089 – BERNABE CARRASCO

PROCEDENCIA : Cutervo – Rodeopampa

Fecha: 29/09/2016

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Arveja	SU0889-EEBI-16	34.34	210.0	4.6	2.38	1.56	43	22	35	F Ar

#### INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MUY ALTO

Potasio (K) : BAJO

pH (reacción) : FUERTEMENTE ACIDO

Materia orgánica (M.O) : MEDIO

Clase textural : FRANCO ARCILLOSO

#### RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

*Cultivo a Sembrar:* PAPA

NUTRIENTES	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	T/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	T/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	T/ha
Cantidad	160	100	120									

Recomendaciones y  
Observaciones Especiales:

## Anexo 6. Resultado análisis de suelo localidad Rodeopampa – Cutervo – 2016.

### LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : PP SUELOS 089 – MIGUEL SANCHEZ LLAJA

PROCEDENCIA : Cutervo - Cachacara

Fecha: 29/09/2016

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Arveja	SU0888-EEBI-16	32.44	170.0	3.8	2.66	0.98	33	26	41	Ar

### INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MUY ALTO

Potasio (K) : MUY BAJO

pH (reacción) : EXTREMADAMENTE ACIDO

Materia orgánica (M.O) : MEDIO

Clase textural : ARCILLOSO

### RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

*Cultivo a Sembrar:* PAPA

NUTRIENTES	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	T /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	T /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	T/ha
Cantidad	150	100	120									

Recomendaciones y  
Observaciones Especiales:

Anexo 7. Mapa de la provincia de Cutervo.



## Anexo 8. Láminas fotográficas.



Fertilización y siembra del experimento de papa. Localidad Rodeopampa.



Fertilización y siembra del experimento de papa. Localidad Yacuchingana.



Diseño, fertilización y siembra del experimento de papa. Localidad Cachacara.



Control de plagas y enfermedades experimento papa. Localidad Cachacara.



Control de plagas y enfermedades experimento papa. Localidad Yacuchingana.



Evaluación experimento de papa. Localidad Yacuchingana.



Evaluación experimento de papa. Localidad Cachacara.



Evaluación experimento de papa. Localidad Rodeopampa.



Cosecha y evaluación de rendimiento experimento de papa. Localidad Yacuchingana.



Cosecha y evaluación de rendimiento experimento de papa. Localidad Cachacara.



Cosecha y evaluación de rendimiento experimento de papa. Localidad Rodeopampa.