



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



**“Ensayo de rendimiento y calidad de dos variedades de maíz morado y un testigo (*Zea mays* L.), en dos localidades del distrito de Cutervo, 2016 - 2017”**

**TESIS**

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

**AUTORES:**

**Genebrardo Carranza Martínez**  
**Víctor Hernán Herrera González**

**ASESOR:**

**Dr. Gilberto Chávez Santa Cruz**

**LAMBAYEQUE - PERÚ**

**31 de diciembre del 2019**

## TESIS

“Ensayo de rendimiento y calidad de dos variedades de maíz morado y un testigo  
(*Zea mays* L.), en dos localidades del distrito de Cutervo, 2016 - 2017”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

---

**Genebrardo Carranza Martínez**  
Autor

---

**Víctor Hernán Herrera Gonzales**  
Autor

---

**Dr. Gilberto Chávez Santa Cruz**  
Asesor

**APROBADO POR:**

---

**Dr. Ricardo Chávarry Flores**  
Presidente del jurado

---

**Dr. Wilfredo Nieto Delgado**  
Secretario del jurado

---

**Ing. Lorenzo Ecurra Puicón**  
Vocal



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**DECANATO**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En la ciudad de Lambayeque a los trece días del mes enero del año dos mil veinte, siendo las ocho de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía de nuestra Universidad, los miembros del Jurado, dando inicio a la lectura del Decreto N° 499-2019-FAG de fecha 31 de diciembre del 2019, mediante el cual autoriza la sustentación de la tesis, dicho jurado está conformado por los siguientes docentes:

<b>Dr. RICARDO CHAVARRY FLORES</b>	<b>Presidente</b>
<b>Dr. WILFREDO NIETO DELGADO</b>	<b>Secretario</b>
<b>Ing. LORENZO ESCURRA PUICÓN</b>	<b>Vocal</b>
<b>Ing. M.Sc. GILBERTO CHÁVEZ SANTA CRUZ</b>	<b>Patrocinador</b>

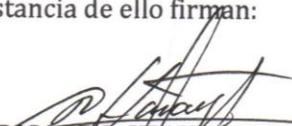
Para evaluar y calificar el trabajo de Tesis Titulado: **"ENSAYO DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE DOS VARIEDADES DE MAIZ MORADO Y UN TESTIGO (Zea mays L.), EN DOS LOCALIDADES DEL DISTRITO DE CUTERVO 2016-2017"**, presentado por el Bachiller **VICTOR HERNÁN HERRERA GONZÁLES**.

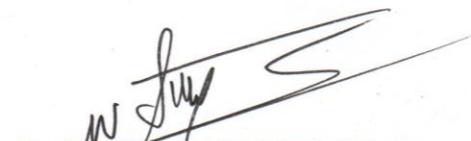
Después de escuchar la exposición y las respuestas a las preguntas formuladas por los Miembros del Jurado, se acordó calificar el trabajo como:

*MUY BUENO*

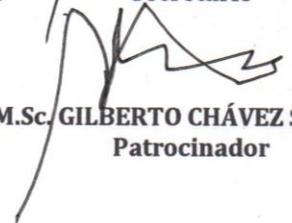
En consecuencia el Bachiller en referencia queda apto para recibir el Título Profesional de **INGENIERO AGRONOMO**, de conformidad con la Ley Universitaria, Estatuto y Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Para constancia de ello firman:

  
**Dr. RICARDO CHAVARRY FLORES**  
 Presidente

  
**Dr. WILFREDO NIETO DELGADO**  
 Secretario

  
**Ing. LORENZO ESCURRA PUICÓN**  
 Vocal

  
**Ing. M.Sc. GILBERTO CHÁVEZ SANTA CRUZ**  
 Patrocinador

OBSERVACIONES: .....

.....

.....

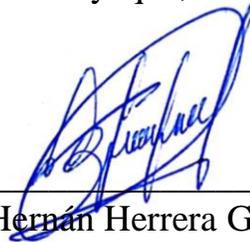
## Declaración jurada de Originalidad

Nosotros, Genebrardo Carranza Martínez y Víctor Hernán Herrera Gonzales investigadores principales y Gilberto Chávez Santa Cruz asesor del trabajo de investigación **“Ensayo de rendimiento y calidad de dos variedades de maíz morado y un testigo (*Zea mays* L.), en dos 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, asumimos 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.

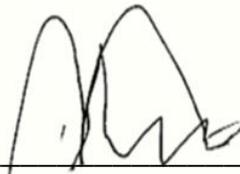
Lambayeque, diciembre del 2019



Genebrardo Carranza Martínez  
Autor



Víctor Hernán Herrera Gonzales  
Autor



Dr. Gilberto Chávez Santa Cruz  
Asesor

## CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Gilberto Chávez Santa Cruz, asesor de tesis, de los Bachilleres Genebrardo Carranza Martínez y Víctor Hernán Herrera Gonzáles egresados de la Escuela Profesional de Agronomía, identificado con código universitario N° 100127-C y 100374-K respectivamente, han elaborado la tesis titulada: **“Ensayo de rendimiento y calidad de dos variedades de maíz morado y un testigo (*Zea mays* L.), en dos localidades del distrito de Cutervo, 2016 - 2017”**, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, agosto del 2022



---

**Dr. Gilberto Chávez Santa Cruz**  
**DNI N° 17531022**  
**Asesor de tesis**

# Ensayo de rendimiento y calidad de dos variedades de maíz morado y un testigo (*Zea mays* L.), en dos localidades del distrito de Cutervo, 2016 - 2017

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://studylib.es">studylib.es</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://creativecommons.org">creativecommons.org</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://pablosaraviatasayco.files.wordpress.com">pablosaraviatasayco.files.wordpress.com</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador Trabajo del estudiante	1%

9	<a href="http://repositorio.una.ac.cr">repositorio.una.ac.cr</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="http://www.inia.gob.pe">www.inia.gob.pe</a> Fuente de Internet	1 %
12	<a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
13	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://biblat.unam.mx">biblat.unam.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://www.yumpu.com">www.yumpu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://www.ars.usda.gov">www.ars.usda.gov</a> Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Instituto Especializado de Estudios Superiores Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
18	<a href="http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080">guaiaca.ufpel.edu.br:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://pirhua.udep.edu.pe">pirhua.udep.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://maizymorado.blogspot.com">maizymorado.blogspot.com</a> Fuente de Internet	

		<1 %
21	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
22	bdigital.uncu.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
23	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
24	sqperu.org.pe Fuente de Internet	<1 %
25	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 40 words

Excluir bibliografía

Activo



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Genebrardo Carranza Martínez Y Víctor Hernán Herrera Gon...  
Título del ejercicio: INFORMES DE TESIS  
Título de la entrega: Ensayo de rendimiento y calidad de dos variedades de maíz ...  
Nombre del archivo: Informe\_final\_tesis\_Ma\_z\_V\_ctor\_y\_Genebrardo\_31\_agosto\_20...  
Tamaño del archivo: 3.7M  
Total páginas: 142  
Total de palabras: 25,930  
Total de caracteres: 138,665  
Fecha de entrega: 31-ago.-2022 12:43a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 1889867242

TESIS

"Ensayo de rendimiento y calidad de dos variedades de maíz morado y un testigo  
(Zea mays L.), en dos localidades del distrito de Cutervo, 2016 - 2017"

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO

 Genebrardo Carranza Martínez Autor	 Víctor Hernán Herrera Gonzales Autor
 Dr. Gilberto Chávez Santa Cruz Asesor	

APROBADO POR:

 Dr. Ricardo Chávarry Flores Presidente del Jurado
 Dr. Wilfredo Nieto Delgado Secretario del Jurado
 Ing. Lorenzo Ecurra Paicón Vocal

1

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a Dios por estar siempre con nosotros en cada paso que damos, cuidándonos y dándonos fortaleza para continuar. A nuestros padres, quienes a lo largo de nuestra vida han velado por nuestro bienestar y educación siendo nuestro apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que nos hemos propuesto sin dudar ni un solo momento en nuestra inteligencia y capacidad, a nuestros tíos por su apoyo incondicional en cada momento.

Genebrardo Carranza Martínez  
Víctor Hernán Herrera Gonzales

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios por darnos la vida, salud y las fuerzas para alcanzar nuestras metas trazadas; en segundo lugar, a nuestros padres, a nuestros hermanos y demás familiares quienes de alguna forma nos han brindado su apoyo incondicional, la cual nos ha servido para seguir superándonos en cada momento, a nuestros maestros por sus valiosas enseñanzas y haber impartido parte de su conocimiento hacia nosotros. Por último, a nuestros amigos quienes de una y otra manera nos han brindado su apoyo y de forma tan especial queremos agradecer infinitamente a nuestro asesor Dr. Gilberto Chávez Santa Cruz por habernos ayudado en todo momento en la culminación de dicho proyecto de tesis.

Genebrardo Carranza Martínez  
Víctor Hernán Herrera Gonzales

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	20
I. DISEÑO TEORICO .....	22
1.1. ANTECEDENTES.....	22
1.2. MARCO TEÓRICO.....	26
1.2.1. El colorante .....	26
1.2.2. Genética de la coloración.....	28
1.2.3. Antocianinas .....	28
1.2.4. Ventajas comparativas de las antocianinas del maíz morado. ....	30
1.2.5. Variedades del maíz morado.....	30
1.2.6. Características del maíz morado .....	30
1.2.7. Derivados del maíz morado .....	31
1.2.8. Coloración del maíz morado.....	32
1.2.9. Diversidad del maíz en el Perú. ....	32
1.2.10. Beneficios del maíz morado.....	33
1.2.11. Producción del maíz morado .....	34
1.2.12. Estadística de la exportación.....	35
1.2.13. Coronta de maíz morado.....	37
1.2.14. Característica botánicas y valor de uso sistema antioxidante. ....	38
1.2.15. Naturaleza química de las antocianinas. ....	41
1.2.16. Rendimiento de maíz morado y antocianinas. ....	41
1.2.17. Características del producto.....	42
1.2.18. Composición química .....	42
1.2.19. Características de calidad.....	43
1.2.20. Análisis multivariado .....	47
1.2.21. Coeficiente de variabilidad .....	47
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	49
2.1 ÁREA EXPERIMENTAL.....	49
2.1.1 Ubicación y geográfica de la parcela experimental .....	49
2.2 ANÁLISIS DE SUELO.....	53
2.2.1 Muestreo y análisis de Suelo .....	53
2.3 CLIMATOLOGÍA.....	55
2.3.1 Caracterización climática y ecológica .....	55
2.4 EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO .....	56
2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS Y CONCEPTOS.....	59
2.6 METODOLOGÍA DE LA SELECCIÓN .....	60
2.6.1 Características del campo experimental .....	60
2.7 MARCO METODOLÓGICO .....	61
2.7.1 Diseño de contrastación de hipótesis.....	61
2.7.2 Las pruebas de hipótesis planteada para la asociación son: .....	61
2.8 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	62

2.9	MATERIALES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	62
2.9.1	Equipos, materiales y herramientas.....	62
2.9.2	Las Técnicas .....	63
2.9.3	Los Instrumentos .....	63
2.10	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	63
2.10.1	Características Evaluadas.....	63
2.10.2	Diseño del plan experimental.....	65
2.11	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.....	69
III.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	71
3.1	PRUEBA DE LOS SUPUESTOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA .....	71
3.2	ANÁLISIS UNIVARIADO.....	74
3.2.1	Rendimiento en grano en toneladas por hectárea .....	74
3.2.2	Longitud de mazorca .....	78
3.2.3	Calidad de la mazorca.....	81
3.2.4	Días a la floración femenina.....	85
3.2.5	Días a la floración masculina.....	88
3.2.6	Altura de planta. ....	92
3.2.7	Altura de inserción de mazorca .....	95
3.2.8	Porcentaje acame de raíz .....	99
3.2.9	Porcentaje acame de tallo .....	102
3.2.10	Prolificidad.....	105
3.2.11	Porcentaje de afección .....	108
3.2.12	Porcentaje de grado P-1 .....	110
3.2.13	Porcentaje grado de P-2 .....	113
3.2.14	Porcentaje de grado P-3 de afección.....	117
3.2.15	Porcentaje de grado P-4 .....	120
3.2.16	Porcentaje de grado P-5 .....	122
3.2.17	Porcentaje de grado P-6 .....	125
3.2.18	Porcentaje de emergencia .....	128
3.2.19	Número de hileras por mazorca .....	131
3.2.20	Diámetro de mazorca .....	134
3.2.21	Número de granos por hileras .....	137
3.2.22	Número de granos por mazorca .....	140
3.2.23	Peso de 100 granos.....	143
3.3	REGRESIONES Y CORRELACIONES SIMPLES DEL RENDIMIENTO Y ATRIBUTOS MÉTRICOS	146
3.4	REGRESIÓN MÚLTIPLE .....	148
3.5	ANÁLISIS MULTIVARIADO .....	151
3.5.1	Componentes principales.....	151
3.5.2	Análisis de los componentes principales .....	152
3.5.3	Dendogramas .....	154
IV.	CONCLUSIONES .....	156

V. RECOMENDACIONES .....	157
VI. BIBLIOGRAFÍA .....	158
VII. ANEXOS .....	160
7.1 LÁMINAS FOTOGRÁFICAS DEL EXPERIMENTO DE MAÍZ EN LA LOCALIDAD DE YATÚN ...	160
7.2 LÁMINAS FOTOGRÁFICAS DEL ENSAYO DE INVESTIGACIÓN EN LA LOCALIDAD DE CULLANMAYO.....	168

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de antocianinas (gr/100 gr) en dos variedades de maíz, INIA 601 y Sintético de Maíz Morado por el INIA Cajamarca.....	22
Tabla 2. Producción del maíz morado a nivel nacional.....	35
Tabla 3. Exportación de maíz morado.....	38
Tabla 4. Dimensiones de mazorcas y granos del maíz morado .....	42
Tabla 5. Composición físico-químico del grano y la coronta del maíz morado (variedad Morado Canteño).....	43
Tabla 6. Composición física –químico proximal coronta y grano del maíz morado (100 gr de la parte comestible).....	43
Tabla 7. Calidades del maíz morado.....	44
Tabla 8. Coeficientes de variación y grado de precisión .....	48
Tabla 9. Coeficientes de variación y grado de variabilidad.....	48
Tabla 10. Descripción del caserío de Yatun. ....	50
Tabla 11. Descripción del centro poblado de Cullanmayo .....	51
Tabla 12. Análisis Textural y Químico del Suelo Experimental Laboratorio de Suelos del Laboratorio de Aguas y Suelos del INIA-Chiclayo.....	54
Tabla 13. Referencia Climática de datos históricos para la localidad de Cullanmayo Cutervo 2016-2017.....	55
Tabla 14. Referencia Climática de datos históricos para la localidad de Yatún Cutervo 2016-2017.....	56
Tabla 15. Total de fertilizante requerido.....	58
Tabla 16. Cantidad de fertilizantes por hectárea.....	58
Tabla 17. Tratamientos en estudio.....	65
Tabla 18. Análisis de varianza de la regresión: Rendimiento versus número de plantas en Yatún.....	68
Tabla 19. Análisis de varianza de la regresión: Rendimiento versus número de plantas en Cullanmayo.....	68
Tabla 20. Formato general del análisis individual de varianza.....	70
Tabla 21. Prueba de varianzas iguales: Rendimiento de grano t/ha versus localidad, Variedad. Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar .....	73
Tabla 22. Análisis de varianza combinado para rendimiento en grano. ....	75
Tabla 23. Rendimiento en grano en t/ha, según localidad.....	76

Tabla 24. Rendimiento en grano en Tm/ha, según variedad.....	76
Tabla 25. Rendimiento en grano en t/ha, según localidad x variedad. ....	77
Tabla 26. Análisis de varianza para longitud de mazorca .....	79
Tabla 27. Longitud de mazorca, según localidad. ....	79
Tabla 28. Longitud de mazorca, según variedad. ....	80
Tabla 29. Longitud de mazorca, según localidad por variedad. ....	81
Tabla 30. Calidades del maíz morado.....	82
Tabla 31. Calificación de la calidad según longitud de mazorca.....	82
Tabla 32. Calificación de la longitud de la mazorca según características de calidad Usando el Software SPSS de Windows versión 24. ....	83
Tabla 33. Análisis de varianza para días a la floración femenina.....	86
Tabla 34. Días a la floración femenina, según localidad. ....	86
Tabla 35. Días a la floración femenina, según variedad .....	87
Tabla 36. Días a la floración femenina, según localidad por variedad .....	87
Tabla 37. Análisis de varianza para días a la floración masculina .....	89
Tabla 38. Días a la floración masculina, según localidad.....	90
Tabla 39. Días a la floración masculina, según variedad.....	90
Tabla 40. Días a la floración masculina, según localidad por variedad.....	91
Tabla 41. Análisis de varianza para altura de planta .....	93
Tabla 42. Altura de planta, según localidad.....	93
Tabla 43. Altura de planta, según variedad.....	94
Tabla 44. Altura de planta, según localidad por variedad.....	95
Tabla 45. Análisis de varianza para altura de mazorca.....	97
Tabla 46. Altura de mazorca, según Localidad.....	97
Tabla 47. Altura de mazorca, según variedad.....	98
Tabla 48. Altura de mazorca, según variedad.....	98
Tabla 49. Análisis de varianza para porcentaje de acame de raíz.....	100
Tabla 50. Porcentaje de acame de raíz, según localidad.....	100
Tabla 51. Porcentaje de acame de raíz, según variedad.....	101
Tabla 52. Porcentaje de acame de raíz, según localidad por variedad.....	101
Tabla 53. Análisis de varianza para porcentaje de acame de tallo.....	103
Tabla 54. Porcentaje de acame de tallo, según localidad.....	103
Tabla 55. Porcentaje de acame de tallo, según variedad.....	104
Tabla 56. Porcentaje de acame de tallo, según localidad por variedad.....	104
Tabla 57. Análisis de varianza para prolificidad .....	106
Tabla 58. Prolificidad, según localidad.....	106
Tabla 59. Prolificidad, según variedad .....	107
Tabla 60. Prolificidad, según localidad por variedad .....	107
Tabla 61. Análisis de varianza para porcentaje de afección .....	109
Tabla 62. Porcentaje de afección, según localidad .....	109
Tabla 63. Porcentaje de afección, según variedad .....	109
Tabla 64. Porcentaje de afección, según localidad por variedad .....	110
Tabla 65. Análisis de varianza para porcentaje de grado P-1 .....	111

Tabla 66. Porcentaje de grado P-1, según localidad .....	111
Tabla 67. Porcentaje de grado P-1, según variedad .....	112
Tabla 68. Porcentaje de grado P-1, según localidad por variedad .....	113
Tabla 69. Análisis de varianza para porcentaje de grado P-2 .....	114
Tabla 70. Porcentaje de grado P-2, según localidad .....	115
Tabla 71. Porcentaje de grado P-2, según variedad .....	115
Tabla 72. Porcentaje de grado P-2, según localidad por variedad .....	116
Tabla 73. Análisis de varianza para porcentaje de grado P-3 .....	118
Tabla 74. Porcentaje de grado P-3, según localidad .....	118
Tabla 75. Porcentaje de grado P-3, según variedad .....	118
Tabla 76. Porcentaje de grado P-3, según localidad por variedad .....	119
Tabla 77. Análisis de varianza para porcentaje de grado P-4 .....	121
Tabla 78. Porcentaje de grado P-4, según localidad .....	121
Tabla 79. Porcentaje de grado P-4, según variedad .....	121
Tabla 80. Porcentaje de grado P-4, según localidad por variedad .....	121
Tabla 81. Análisis de varianza para porcentaje de grado P-5 .....	123
Tabla 82. Porcentaje de grado P-5, según localidad .....	123
Tabla 83. Porcentaje de grado P-5, según variedad .....	124
Tabla 84. Porcentaje de grado P-5, según localidad por variedad .....	124
Tabla 85. Análisis de varianza para porcentaje de grado P-6 .....	126
Tabla 86. Porcentaje de grado P-6, según localidad .....	126
Tabla 87. Porcentaje de grado P-6, según variedad .....	127
Tabla 88. Porcentaje de grado P-6, según localidad por variedad .....	127
Tabla 89. Análisis de Varianza para porcentaje de emergencia .....	129
Tabla 90. Porcentaje de emergencia, según localidad .....	129
Tabla 91. Porcentaje de emergencia, según variedad .....	130
Tabla 92. Porcentaje de emergencia, según localidad por variedad .....	130
Tabla 93. Análisis de varianza para número de hileras por mazorca.....	132
Tabla 94. Número de hileras por mazorca, según localidad .....	132
Tabla 95. Número de hileras por mazorca, según variedad .....	133
Tabla 96. Número de hileras por mazorca, según Localidad x Variedad .....	133
Tabla 97. Análisis de varianza para diámetro de mazorca.....	135
Tabla 98. Diámetro de mazorca, según localidad .....	135
Tabla 99. Diámetro de mazorca, según variedad.....	136
Tabla 100. Diámetro de mazorca, según localidad por variedad .....	136
Tabla 101. Análisis de varianza para número de granos por hilera .....	138
Tabla 102. Número de granos por hilera, según localidad .....	138
Tabla 103. Número de granos por hilera, según variedad .....	139
Tabla 104. Número de granos por hilera, según localidad por variedad .....	139
Tabla 105. Análisis de varianza para número de granos por mazorca.....	141
Tabla 106. Número de granos por mazorca, según localidad .....	141
Tabla 107. Número de granos por mazorca, según variedad.....	142
Tabla 108. Número de granos por mazorca, según localidad por variedad .....	142

Tabla 109. Análisis de varianza para peso de 100 granos .....	144
Tabla 110. Peso de 100 granos, según localidad .....	144
Tabla 111. Peso de 100 granos, según variedad .....	145
Tabla 112. Peso de 100 granos, según localidad por variedad .....	146
Tabla 113. Matriz de correlaciones. Rendimiento de grano t/ha, flor femenina, flor masculina, altura de planta, .....	147
Tabla 114. Respuesta es rendimiento grano t/ha en 29 predictores, con N = 24 .....	149
Tabla 115. Análisis de regresión: Rendimiento grano t/ha versus granos/hiera, prolificidad, ...	149
Tabla 116. Análisis de varianza .....	150
Tabla 117. Secuencia de la regresión múltiple .....	150
Tabla 118. Análisis de varianza .....	150
Tabla 119. Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación .....	152

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de las antocianinas en función al ph.....	29
Figura 2. Estructuras y sustituyentes de las antocianinas (Rodríguez, Saona y Wrolstad, 2001).	29
Figura 3. Estadística de la exportación del maíz morado. ....	36
Figura 4. Interacción de radicales libres con antioxidantes. ....	40
Figura 5. Ubicación y geográfica de la parcela experimental.....	49
Figura 6. Microcuenca del río Yatún .....	52
Figura 7. Prueba de normalidad para rendimiento.....	69
Figura 9. Prueba de normalidad para rendimiento en la localidad Cullanmayo .....	72
Figura 10. Prueba de varianzas homogéneas para las dos localidades. ....	74
Figura 11. Rendimiento en grano en t/ha, según localidad.....	76
Figura 12. Rendimiento en grano en t/ha, según variedad.....	77
Figura 13. Rendimiento en grano en t/ha, según localidad x variedad. ....	78
Figura 14. Longitud de mazorca, según localidad. ....	80
Figura 15. Longitud de mazorca, según variedad. ....	80
Figura 16. Longitud de mazorca, según localidad por variedad. ....	81
Figura 17. Calidad según calidad y variedad .....	84
Figura 18. Calidad según calidad y variedad .....	84
Figura 19. Días a la floración femenina, según localidad.....	86
Figura 20. Días a la floración femenina, según variedad.....	87
Figura 21. Días a la floración femenina, según localidad por variedad.....	88
Figura 22. Días a la floración masculina, según localidad .....	90
Figura 23. Días a la floración masculina, según variedad .....	91
Figura 24. Días a la floración masculina, según localidad por variedad .....	92
Figura 25. Altura de planta, según localidad .....	94
Figura 26. Altura de planta, según variedad .....	94
Figura 27. Altura de planta, según localidad por variedad .....	95

Figura 28. Altura de mazorca, según localidad.....	97
Figura 29. Altura de mazorca, según localidad por variedad. ....	98
Figura 30. Porcentaje de acame de raíz, según localidad. ....	100
Figura 31. Porcentaje de acame de raíz, según variedad. ....	101
Figura 32. Porcentaje de acame de raíz, según localidad por variedad ....	102
Figura 33. Porcentaje de acame de tallo, según localidad. ....	104
Figura 34. Porcentaje de acame de tallo, según localidad por variedad. ....	105
Figura 35. Prolificidad, según Localidad x Variedad. ....	107
Figura 36. Porcentaje de grado P-1, según localidad.....	112
Figura 37. Porcentaje de grado P-1, según variedad.....	112
Figura 38. Porcentaje de grado P-1, según localidad por variedad.....	113
Figura 39. Porcentaje de grado P-2, según localidad.....	115
Figura 40. Porcentaje de grado P-2, según variedad.....	116
Figura 41. Porcentaje de grado P-2, según localidad por variedad.....	116
Figura 42. Porcentaje de grado P-3, según variedad.....	119
Figura 43. Porcentaje de grado P-3, según localidad por variedad.....	119
Figura 44. Porcentaje de grado P-5, según localidad.....	123
Figura 45. Porcentaje de grado P-5, según localidad.....	124
Figura 46. Porcentaje de grado P-6, según localidad.....	126
Figura 47. Porcentaje de grado P-6, según variedad.....	127
Figura 48. Porcentaje de grado P-6, según localidad por variedad.....	128
Figura 49. Porcentaje de emergencia, según localidad.....	130
Figura 50. Porcentaje de emergencia, según localidad por variedad.....	131
Figura 51. Número de hileras por mazorca, según localidad.....	133
Figura 52. Número de hileras por mazorca, según localidad por variedad.....	134
Figura 53. Diámetro de mazorca, según localidad.....	136
Figura 54. Diámetro de mazorca, según localidad por variedad.....	137
Figura 55. Número de granos por hileras, según localidad.....	139
Figura 56. Número de granos por hilera, según localidad por variedad.....	140
Figura 57. Número de granos por mazorca, según localidad.....	142
Figura 58. Número de granos por mazorca, según localidad por variedad.....	143
Figura 59. Peso de 100 granos, según localidad.....	145
Figura 60. Peso de 100 granos, según variedad.....	145
Figura 61. Peso de 100 granos, según localidad por variedad.....	146
Figura 62. Residuos para rendimiento grano t/ha. ....	151
Figura 63. Gráfica de sedimentación de las variables evaluadas.....	153
Figura 64. Gráfica de puntuación de rendimiento grano t/ha, ..., Peso 100 granos.....	153
Figura 65. Dendograma para los tratamientos en estudio.....	154
Figura 66. Dendograma para las variables en estudio.....	155

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo principal evaluar la calidad y el rendimiento de dos variedades de maíz morado y un testigo (*Zea mays* L.), en dos localidades del distrito de Cutervo, durante la campaña agrícola 2016 – 2017; así como, conocer la relación que existe entre el rendimiento y calidad de mazorcas; y evaluar las características que influyen en el rendimiento y calidad de las variedades de maíz morado en el distrito de Cutervo. El manejo agronómico fue propio para la conducción de trabajos experimentales en sierra, se evaluaron dos variedades de maíz morado: INIA 601, Maíz Morado Mejorado y un testigo local, el plan experimental fue conducir los genotipos bajo un modelo de “Bloques Completos al Azar”, con cuatro repeticiones, se tomaron datos biométricos de planta, mazorca y calidad, se encontró que para rendimiento de grano hubo similitud estadística entre las variedades, encontrándose que el testigo tuvo un mayor rendimiento con 2.44 t/ha, seguido de la variedad INIA 601 que rindió 2.34 t/ha, mientras que la variedad de Maíz Morado Mejorado solo rindió 2.13 t/ha. Para localidades se encontró que en Yatún se obtuvieron los mayores rendimientos, con un promedio de 3.05 t/ha, superando estadísticamente a lo encontrado en Cullanmayo, que solo rindió 1.55 t/ha. Para calidad de mazorca se encontró, que en la localidad de Cullanmayo el 100% de las mazorcas fue de segunda calidad, por tener mazorcas pequeñas, mientras que en Yatún, el 40% de las mazorcas de las variedades INIA 601 y el testigo fueron de primera calidad. Según el análisis multivariado, las variables más importantes fueron: PC1 = Gradop3/granos/mazorca, PC2 = Prolificidad/grado P6%, PC3 = % afección/grado P1% y PC4 = GradoP4-Grado P5, y que explican el 98.8% del experimento. Según la metodología de la regresión paso a paso, los principales componentes del rendimiento fueron: Número de granos por hilera, Prolificidad y acame de la raíz, con un coeficiente de determinación del 89.6%. La mejor localidad para producir maíz morado es Yatún, con la variedad INIA-601, que obtuvo 3.01 t/ha.

**Palabras claves:** *Maíz morado, antocianinas, análisis combinado.*

## SUMMARY

The main objective of the research was to evaluate the quality and yield of two varieties of purple corn and a control (*Zea mays* L.), in two locations in the Cutervo district, during the 2016-2017 agricultural campaign; as well as, knowing the relationship that exists between the yield and quality of cobs; and to evaluate the characteristics that influence the yield and quality of purple corn varieties in the Cutervo district. The agronomic management was proper for conducting experimental work in the mountains, two varieties of purple corn were evaluated: INIA 601, Improved Purple Corn and a local control, the experimental plan was to conduct the genotypes under a model of "Complete Random Blocks" , with four repetitions, biometric data of plant, cob and quality were taken, it was found that for grain yield there was statistical similarity between the varieties, finding that the control had a higher yield with 2.44 t/ha, followed by the INIA 601 variety. which yielded 2.34 t/ha, while the Improved Purple Corn variety only yielded 2.13 t/ha. For localities, it was found that the highest yields were obtained in Yatún, with an average of 3.05 t/ha, statistically surpassing that found in Cullanmayo, which only yielded 1.55 t/ha. For cob quality, it was found that in the town of Cullanmayo, 100% of the cobs were of second quality, for having small ears, while in Yatún, 40% of the cobs of the INIA 601 varieties and the control were of second quality. first quality. According to the multivariate analysis, the most important variables were: PC1 = Graded3/grains/cob, PC2 = Prolificacy/grade P6%, PC3 = % affection/grade P1% and PC4 = GradeP4-Grade P5, and that explain 98.8% of the experiment. According to the step-by-step regression methodology, the main yield components were: Number of grains per row, Prolificacy and root lodging, with a determination coefficient of 89.6%. The best locality to produce purple corn is Yatún, with the INIA-601 variety, which obtained 3.01 t/ha.

**Keywords:** *Purple corn, anthocyanins, combined analysis*

## INTRODUCCIÓN

El maíz morado (*Zea mays* L, variedad amilácea), maíz único producido en el Perú; actualmente a nivel mundial se está haciendo conocido pero su demanda es insatisfecha, siendo los principales países estados Unidos y Europa, utilizado como colorante natural a los alimentos, Para China, su uso es cada vez mayor, porque se usa en cosmética dejando de lado al carmín, por provenir de insectos. Su pigmento antociánico (cianidina-3- b-glucosa, importante antioxidante), penetra en las células y constituye el elixir de la vida. A nivel nacional, se reporta una producción anual de 14,000 toneladas de maíz morado, esta producción ha tenido crecimiento entre el 2003 y 2006 en 26%, siendo Lima el ofertante que representa 24,69% de la producción nacional.

Su aumento se debe al consumo de la población especialmente la peruana y su demanda está destinadas a la agroindustria, donde el principal comprador es Estados Unidos seguido por Japón. En el Perú optan la “mazorca entera seca (10 a 12% humedad), con coronta de color morado intenso y libre de hongos e impurezas”; mientras que en el extranjero prefieren coronta con el propósito de brindarle un valor agregado. En la ciudad de Cutervo, el maíz morado se presenta con una alternativa de generador de ingresos, debido a que presenta un fácil manejo en su cultivo, “periodo vegetativo corto” (5-6 meses) y se adapta al clima. En la región Cajamarca, las estadísticas señalan, que en la campaña 2005-2006, se dedicó al cultivo del maíz el 17.46% del área agrícola, sembrándose básicamente dos tipos: el amarillo duro (5.62%) y el amiláceo (11.84%) (OIA-MINAG. 2007).

En el marco de la investigación, la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo en colaboraci”ón técnica - científica con la Estación Experimental Agraria Baños del Inca – Cajamarca del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, centran la atención sobre la importancia que representa este producto en la alimentación del país y en construir estrategias que promuevan la innovación y competitividad de esta cadena productiva. Con respecto a la naturaleza de la investigación, este buscó responder a la siguiente pregunta ¿Cómo es el rendimiento y calidad de dos variedades de

maíz morado y un testigo (*Zea mays* L.), en dos localidades del distrito de Cutervo, durante la campaña agrícola 2016 – 2017?, lo cual nos conllevó a formular los siguientes objetivos:

- ✓ Determinar el rendimiento y calidad de dos variedades de maíz morado y un testigo (*Zea mays* L.), en dos localidades del distrito de Cutervo, durante la campaña agrícola 2016 – 2017
- ✓ Conocer la relación que existe entre rendimiento y calidad de mazorca de las variedades de maíz morado.
- ✓ Evaluar las características que influyen en el rendimiento y calidad de las variedades de maíz morado en el distrito de Cutervo, durante la campaña agrícola 2016 – 2017.

# I. DISEÑO TEORICO

## 1.1. Antecedentes

### 1.1.1. A nivel Nacional

Los estudios modernos en maíz morado fueron realizada por el programa académico de maíz de la “Universidad Nacional Agraria la Molina”, previas colecciones a nivel nacional en diferentes expediciones patrocinadas por el comité internacional de recursos genéticos 1965-2016 Mangelsdorf, Salhuana Maki y Ricardo Sevilla Paniso (Razas de maíz en el Perú su origen, evolución y clasificación) y las ultimas fueron colectadas y recolectadas por el MINAM a nivel nacional, donde Gilberto Chávez participó desde 1977 hasta el 2016) colectándose muestras de maíz morado, con las cuales el PCIM formó diferentes variedades como PMV-581 y PMV-582 de uso actual.

El INIA Cajamarca viene realizando trabajos en la formación de variedades mejoradas desde hace 15 años, formando su variedad representativa INIA 601 y otras.

(INIA, 2017), los criterios de selección para el desarrollo de la variedad de maíz morado son:

- ✓ Rendimiento, más de 6 t/ha.
- ✓ Adaptación a un rango de altitud de 2,400 a 3,000 msnm.
- ✓ Alto contenido de antocianinas en coronta, granos y brácteas, más de 2 mg/100 g.

**Tabla 1.** Antocianinas (gr/100 gr) en dos variedades de maíz, INIA 601 y Sintético de Maíz Morado por el INIA Cajamarca.

Variedades	Contenido de antocianinas (g/100 gr de muestra)	
	Coronta	Grano
Variedad sintética experimental de maíz morado	2.064	0.234
Variedad INIA 601	1.331	0.214
Diferencia entre variedades (%)	65.5	8.5

*Nota.* INIA, 2017.

La Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, en trabajos de tesis ha mejorado las variedades moradas indicadas para alto contenido de antocianinas, además de la variedad Morado Canteño y se está trabajando para obtener un híbrido intervarietal de maíz morado, buscando alto contenido de antocianinas en diversos órganos de la planta utilizando selección masal con control ambiental.

Ortiz (2015), en su trabajo “Selección masal por prolificidad y contenido de antocianinas en la variedad de maíz morado PMV 581, en la parte media del Valle Chancay-Lambayeque-2014”, con el objetivo de conocer la “influencia de la prolificidad (peso de coronta) en el contenido de antocianinas en la variedad PMV 581; identificar y seleccionar plantas prolíficas en la variedad PMV 581 y seleccionar plantas de mayor peso de coronta (Prolíficas) con alto contenido de pigmentos antociánicos respecto a variedades locales”, El campo estuvo representado por 182 unidades básicas de selección, cada unidad básicas está constituida de 4 x 5 golpes, 2 plantas por golpe (40 plantas), en donde se seleccionaron las 4 plantas más prolíficas, se midió la absorbancia, seleccionándose el 20% superior, las mazorcas de las plantas seccionadas de hizo un pool, que constituye la semilla, que luego de incrementarla constituye el C<sub>1</sub> de selección. Las plantas de las unidades básicas que presentan un mayor diámetro de coronta, destacan por tener mayores valores de absorvancia de luz, fueron “UB 67, UB 87, UB 95, UB 91, UB 65, UB 117 y UB 72, El porcentaje de ganancia por selección para prolificidad logrado en el ciclo 1 se estimó en 30.63% superior a la media poblacional”.

Altamirano (2014) al efectuar prácticas pre profesionales en el campus de la UNPRG-Cutervo en una población de maíz morado variedad INIA 601, del 20 de diciembre del 2013 al 23 de marzo del 2014, encontró que una variabilidad genética: “En la altura de planta con 270.87 cm de promedio y una altura de inserción de mazorca de 132.36 cm”, además en la variabilidad genética, los atributos como: “presencia de enfermedades foliares y aspecto en coloración morada con un coeficiente de variabilidad de 55.96% y 40.88%, respectivamente”. Las variables correlacionadas significativamente fueron: “Altura de planta con altura de inserción de mazorca, numero de hojas por planta, numero de hojas con

área foliar, aspecto de plantas moradas con longitud de hoja y área de hoja principal, diámetro de tallo, diámetro de mazorca con diámetro de tallo, diámetro de tallo con longitud de mazorca”. Las variables más importantes son: área foliar, altura de inserción de mazorca, diámetro de tallo, tamaño de mazorca y presencia de enfermedades foliares., por tener altos valores en los coeficientes de los componentes. Las plantas que mejor área foliar presentaron fueron: planta 18 y planta 31, mientras que las plantas de mejor diámetro son las plantas 94 y 79. Los suelos son de regular fertilidad.

### **1.1.2. A nivel internacional**

Almeida (2012) en su tesis “Extracción y caracterización del colorante natural del maíz negro (*Zea mays* L.) y determinación de su actividad antioxidante, en la Universidad Politécnica Nacional de Ecuador”, encontró “mayor rendimiento en la extracción del extracto colorante (3,2%), en corontas, en un medio acuoso, manteniendo una relación corontas: agua igual a 1:6, con un tiempo de contacto de 120 minutos y a 50°C. El extracto colorante de las corontas en estado sólido presentó un menor tiempo de humectabilidad (129 s), mayor índice de solubilidad (0,290) y mayor dispersabilidad en agua (96,72%), que el extracto colorante proveniente del grano. Igualmente, el contenido de antocianinas (22,68 mg/g muestra, expresando como cianidina 3-  $\beta$  glucósido) y compuestos fenólicos (277,34 mg GAE/100g de muestra seca), registrados en el extracto de las corontas, superó al encontrado en el extracto del grano con 13,92 mg/g muestra para la antocianinas y 193,85 mg GAE/100 gramos de muestra seca, para los compuestos fenólicos. A través del índice de degradación del color, se determinó que el extracto colorante presenta mayor estabilidad en un rango de pH entre 2 a 6 y a temperaturas entre 10°C y 50°C”.

Rubio, Moreno y Díaz (2005) en su tesis “Extracción y uso de pigmentos del maíz morado (*Zea mays* L.), en yogurt”, en la Universidad Autónoma Chapingo, indican que la extracción de las antocianinas a partir de la FPCA usando dos disolventes distintos. Uno fue etanol: ácido acético: agua, en proporciones de 10:1:9; el otro fue metanol: ácido acético: agua, usando exactamente las mismas proporciones. El metanol es más efectivo que el etanol, aunque su toxicidad impide que se pueda emplear, debido a que se usarán para consumo humano. El extracto de antocianinas que se empleó en el yogur se extrajo a partir de 4 g de

FPCA con 80 ml de solvente (mezcla de etanol: ácido acético: agua, 10:1:9 v/v). Se realizaron cuatro extracciones sucesivas. El extracto obtenido de cada muestra, fue concentrado hasta sequedad en un Rotavapor (Laborota 4010, Heidolph Instruments, Germany), a 40 °C, y redisolto en ácido láctico al 3% en agua, hasta tener un volumen aproximado de 10 ml. Se colocó en tubos ámbar y se guardó a temperatura de congelación hasta su análisis y/o aplicación al yogur. Se verificó la concentración del extracto antes de aplicarlo al yogur”.

Cuevas, Antezana y Winterhalter (2008), en la Universidad Mayor San Simón Cochabamba, Bolivia. Se identificaron: “Dos antocianinas mayoritarias en todas las variedades de maíz morado estudiadas, independientemente de su origen: cianidina-3glucósido (42,5%), y cianidina -3 - (6"malonil)-glucósido (30,7%). Los tiempos de retención de las antocianinas mayoritarias fueron 24,01 y 33,56 min, respectivamente, coincidiendo con los estándares utilizados para su identificación. Los resultados concuerdan con los reportados por Fossen, en el año 2000), quienes encontraron las mismas antocianinas en flores y hojas de maíz morado”. Por otro lado De Pascual-Teresa en el año 2002 y Schwarz en el año 2003, a la cianidina-3-glucósido como la antocianina mayoritaria en maíz morado, seguida por h1 cianidina-3-(6"malonil)-glucósido, observaron “diferencias en el perfil de antocianinas minoritarias entre especies de maíz; entre las colores se destaca el rojo, pasando por el morado (completo o moteado) hasta el casi negro en el caso del Kulli”.

Araujo (1995), estudio “La extracción del colorante de maíz morado (*Zea mays* L.) con el uso de enzima. Para evaluar los principales factores que influyen en la extracción de antocianinas de maíz morado (*Zea mays* L.), determina el contenido de estas en el grano y coronta y la relación en peso de cada una de ellas. En la que determina que el grano presenta 79,21 % y la coronta 20,79% en peso de maíz morado. Tomando en cuenta estos rendimientos se tiene que por cada 100 gr de maíz morado entero se obtiene 180,75 mg de antocianina a partir del grano y 699,58 mg a partir de coronta molida, por estos resultados se decidió extraer la antocianina a partir de la coronta”.

Fernández (1995), “estudio la extracción y pre-purificación de antocianinas de maíz morado. En una primera etapa estudia la influencia de los parámetros de maceración de la coronta la combinación de la maceración y calentamiento en el rendimiento de la extracción de las antocianinas. En una segunda etapa estudia la purificación del extracto mediante precipitación con acetato de plomo básico y resinas de intercambio iónico. Se obtuvieron buenos resultados mediante la precipitación de acetato de plomo básico a pH 6,0, recuperándose 90% de antocianinas”.

Giusti et al., (2009), “cuantificaron antocianinas mediante el uso de espectrofotometría con el método de pH diferencial. El extracto obtenido de los frutos secos congelados de B. boliviana Lechler (peso de la muestra = 2. 996 g y solución agua/ acetona 30:70 7v) fue diluida en con dos buffers de pH 1,0 y pH 4.5, luego se procedió con la lectura utilizada en espectrofotómetro UV-visible Hewllet Packard 8453; mediciones fueron realizadas a 520 nm (máxima longitud de onda determinada) y a 700 nm, el contenido de antocianinas monoméricas fue calculado como cianidina-3- glucósido, usando como coeficiente de extensión molar 26900 L/ (cm.mg) y como peso molecular 449,6 g/L. Al final como resultado se obtuvo la concentración de antocianina en peso de 7 g/100 g de fruto seco separado de las semillas de Berberis boliviana Lechler”.

## 1.2. Marco teórico

### 1.2.1. El colorante

El colorante es el cianidin-3-b-glucosa, localizado en la coronta y los granos. Este colorante natural presenta beneficios en la salud; como antioxidante y debido a esto empresas han elaborado productos con el maíz morado. La variación es grande en colores en la coronta y el pericarpio; así como, también en la frecuencia genética con respecto al color del pericarpio y coronta según razas de maíz en el Perú, debido a la interacción de una variedad

de alelos en el locus A1 ( $A, A^{b'}, a^{p'}, a$ ) y en el locus P. ( $P^{rr}, P^{rw}, P^{cw}, P^{wr}, P^{mo}, P^{vw}, P^{or}$ ). El gene P1 que se relaciona con la antocianina morada en la coronta, el gene CH el cual se

encuentra en el pericarpio brindando un color chocolate y un color morado por parte del gen RCH.

Genes que se encuentran en los Loci C, Pr, Bn y R, provocan una coloración aleurona. Los granos de provenientes de los maíz de las variedades peruanas presentan una variedad de matices en colores como “rojo, marrón, bronce, rosado, salmón, anaranjado, amarillo, azul, morado, cereza, negro y hasta verde (por combinación de pericarpio amarillo - marrón con aleurona azul)”, debido a la variabilidad en colores en el pericarpio, endospermo, coronta y aleurona, lo cual lo diferencia de las otras regiones.

En las ciudades de Ayacucho y Ancash revelan variabilidad y un contrastado patrón que lo diferencia de otros departamentos, siendo el centro mundial Ancash con un color rojo y marrón a nivel de la coronta y pericarpio. Los maíces que se cultivan en tierras altas presentan mayor variabilidad que en bajas tierras relacionadas al color en la coronta, endospermo, pericarpio y aleurona. Las zonas altas presentan un sistema más intensivo que las de las zonas bajas, notándose un mayor grado de variabilidad lo cual está asociada a los diferentes usos que le da la población.

La técnica más utilizada es la espectroscopia visible para el análisis químico; observándose el color, para ello se fundamenta en la absorción de longitudes de onda; por ejemplo: una solución de color amarilla su absorción esta entre 435 a 480 nm. Sin embargo la longitud de onda se encuentra en color azul, por lo se absorberá el color azul y transmite los colores dando origen al amarillo de la solución. La coloración de la solución es debido a la especie absorbente la cual puede ser inducida o natural. “La coloración natural puede ser la base de la cuantificación de una especie, como por ejemplo: la clorofila en ciertas plantas, los complejos metálicos que se encuentran presentes en solución acuosa, como son los iones de Cobre (II), Manganeso (VII), Cobalto (III)”; por lo que se necesita un manejo de control que favorezcan o inhiben la formación de soluciones coloridas.

### 1.2.2. Genética de la coloración

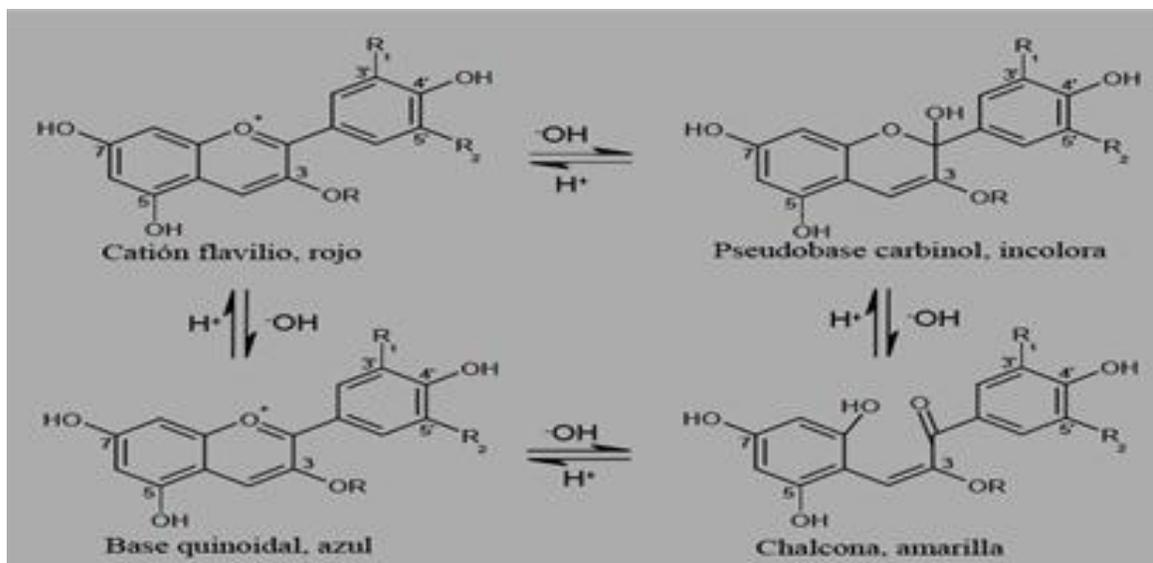
Sevilla (2018), indica “Para que el pericarpio sea morado, es necesario que estén presentes los siguientes genes: Prr (alelo del locus P, en el cromosoma 1, que produce normalmente pericarpio rojo y coronta roja; P1 (alelo dominante en el cromosoma 6), produce color púrpura, morado o marrón en las plantas y es necesaria su presencia para que la coronta sea morada. Cuando están presentes todos los genes de coloración el recesivo p1 produce coronta de color rojo. El alelo rch (del locus R en el cromosoma 10), produce pericarpio negro y anteras moradas oscuro. Para que el maíz tenga pericarpio negro es necesario también que esté presente el alelo A del cromosoma 3. El pericarpio marrón que se presenta en algunas variedades, es producido por el alelo ap, ó el alelo ab, del mismo locus. El alelo ap presenta una coloración marrón rojiza cuando está presente rch”.

Para que un maíz tenga glumas, pericarpio y corontas moradas, “el genotipo debe ser  $AP^{rw}P1r^{ch}$ ; Si no está presente el alelo  $r^{ch}$  el grano es de color rojo. Mazorcas con granos rojos se encuentran frecuentemente en la sierra, asociados a maíces morados; pueden ser eliminados fácilmente impidiendo su reproducción, porque de una variedad de maíces morados no segregan mazorcas con granos rojos. Aunque esté presente el alelo pwr, y la coronta puede ser blanca si está presente el alelo  $P^{rw}$ ”

### 1.2.3. Antocianinas

Las antocianinas químicamente está conformado por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, uniéndose a un azúcar a través de un enlace  $\beta$ -glucosídico, “la agliconas es el ión flavilio, también llamado 2-fenil-benzopirilio (Wong, 1995), que consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilio (A) y un anillo fenólico (B); el flavilio normalmente funciona como un catión” tal como lo señala Badui (2006).

Según Fennema (1993) “las agliconas libres raramente existen en los alimentos, excepto posiblemente como componentes traza de las reacciones de degradación. De todas las antocianidinas que actualmente se conocen (aproximadamente 20), las más importantes son la pelargonidina, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, nombres que derivan de la fuente vegetal de donde se aislaron por primera vez; la combinación de éstas con los diferentes azúcares genera aproximadamente 150 antocianinas”.



**Figura 1.** Estructura de las antocianinas en función al *ph*.

Muy a parte de la glucosilación, la entrada de aciladas moléculas es un efecto que sucede ampliamente, entre los grupos tenemos a los “ácidos aromáticos como ácidos hidroxicinámicos: p-coumárico, cafeico y ferúlico, y más raramente el hidroxibenzoico, donde el color de cada antocianina depende de la orientación, número y grupos hidroxilos y metoxilos, por lo que un incremento en la hidroxilación provoca un color azul, a diferencia de un incremento en la metoxilación ocasiona color rojo”. *Rodríguez, Saona y Wrolstad, (2001).*

Aglicona	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Petunidina	OH	OCH <sub>3</sub>
Malvidina	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>
Pelargonidina	H	H
Delfinidina	OH	OH
Cianidina	OH	H
Peonidina	OCH <sub>3</sub>	H

**Figura 2.** Estructuras y sustituyentes de las antocianinas (*Rodríguez, Saona y Wrolstad, 2001*).

#### **1.2.4. Ventajas comparativas de las antocianinas del maíz morado.**

- ✓ “Producto natural, reconocida por la Unión Europea con el código E-163 y también con el mismo código por la legislación Japonesa”.
- ✓ “Las antocianinas del maíz morado son más estables que la Enocianina de la uva a la luz, al calor y principalmente a los cambios de pH”.
- ✓ “Las antocianinas del maíz morado a un pH entre 3 y 3.5 permanece de un color rojo amarillento, mientras que la enocianina se torna azulada en esa condición”.
- ✓ “Las antocianinas del maíz morado no contienen los sulfuros que contiene la enocianina de la uva”.
- ✓ “Las antocianinas del maíz morado acceden a la certificación Kosher”.
- ✓ “Las antocianinas del maíz morado regula la presión alta y combate el cáncer al colon”.
- ✓ “En el Perú, el maíz morado se ha empleado por siglos, sin tener problemas de toxicidad”.

#### **1.2.5. Variedades del maíz morado**

Las más comerciales están Morado Canteño, Morado de Caráz y las mejoradas genéticamente lo tiene la “Universidad Nacional Agraria La Molina” como PVM-581 y la PVM-582 teniendo en consideración la “diversidad de microclimas” que influye en la oferta a nivel de los mercados, siendo los meses de noviembre y marzo donde existen mayores cosechas, concordando con el “verano costeño”, siendo la bebida donde es consumida por la mayoría de personas.

#### **1.2.6. Características del maíz morado**

La multidiversidad del maíz morado procede de una “raza ancestral (2,500 años aprox.): kculli” cultivada aun en el Perú, cultivada en Nazca Ica y Paracas y otras zonas de la costa central. Sus mazorcas son moldeadas, encontradas reflejadas en la cerámica Mochica (Sevilla y Valdez, 2019).

La raza kculli, presentan pigmentos antociánicos en el grano y en la coronta encontrándose con mayor frecuencia en sudamérica, por lo que en “Bolivia, que es muy parecido al peruano,

en morfología de la mazorca y planta como en la intensidad de coloración; el Negrito chileno, con mazorca más chica y los granos más delgados y con más hileras; el argentino con mazorcas grandes y se diferencia de las otras razas similares de Sudamérica en que los granos son más duros” (Mangelsdorf, 2014).

**Cuzco Morado.** “Relacionado a la raza Cuzco gigante. Es tardía, de granos grandes, dispuestos en mazorcas o hileras muy bien definidas. Se le cultiva en diferentes lugares en zonas intermedias de altitud en los departamentos de Cuzco y Apurímac”.

**Morado Canteño.** “Similar a la raza Cuzco morado, aunque en menores dimensiones. Se le cultiva especialmente en las partes más altas del valle de Chillón, en el Dpto. de Lima, hasta los 2,500 m.s.n.m. Es la variedad más consumida en los mercados limeños”.

**Morado de Caráz.** “Derivadas de las razas Ancashino y Alazán; en la localidad de Caraz, en el Callejón de Huaylas, es de precocidad intermedia y con ventaja de que puede adaptarse también a la costa. Entre las variedades tradicionales es la que muestra mayor capacidad de rendimiento y la que presenta la coronta más pigmentada”.

**Arequipeño.** “Similar al Cuzco morado, pero más pequeño. La coronta no tiene mucha coloración. Es bastante precoz”.

**Negro de Junín.** “Variedad precoz de grano grande, negro, dispuesto irregularmente en una mazorca corta y redondeada. Se le encuentra en la sierra centro y sur”.

### **1.2.7. Derivados del maíz morado**

Según datos de los historiadores se sabe que el maíz era empleado en la alimentación como bebida con él se elaboraba la bebida denominada “chicha”, que se hacía fermentando el maíz.

El uso de su extracto sufrió un cambio con la época; así es como en la colonia, por influencia de la repostería española y por el ingenio de las amas de casa criollas, aparecieron “la mazamorra” y “la chicha morada”, de sabores exquisitos que todos hoy en día apreciamos (Fernández, 2008).

Arias (2001) sugirió la utilización del grano en la industria almidonera, dado su alto contenido de almidón, o en la obtención de levadura prensada o de jora.

### **1.2.8. Coloración del maíz morado**

La diferencia fundamental del maíz morado del resto de las variedades, es la de presentar mazorcas moradas. El color morado es debido a un pigmento antociánico, la que se encuentra en mayor cantidad en la coronta, y en menos proporciones en el pericarpio (cáscara) del grano. Este pigmento es elaborado por la planta y se encuentra en la savia celular; aparece después de la fecundación, cuando comienza la maduración de la mazorca.

En un comienzo la mazorca es blanca, conforme madura emerge una coloración morada a manera de puntos que se localizan en las glumas y que luego se extienden hacia el pericarpio del grano y hacia el centro de la coronta.

La semilla no se tiñe con el pigmento, así se observa que al quitar el pericarpio aparece la semilla libre de pigmento en todas sus partes que son: Una capa de aleurona (rica en proteínas), el tegumento rico en almidón y el germen muy aceitoso.

#### **Factores que intervienen en la aparición del pigmento:**

- ✓ Como primer factor podemos citar, el clima. Donde la región andina es propicia y dentro de ellas las zonas de las sierras bajas o de las quebradas, por las condiciones climatológicas para el maíz morado.
- ✓ Otro factor primordial es el hereditario. La herencia según la Biología, se fija por la acción de los genes en el momento de la fecundación. En el maíz, estos genes se ubican entre los diez cromosomas que contiene la especie y que se diferencian morfológicamente en el momento de la profase de la meiosis. Grobman (10) señaló a los genes A, B, Pl y rch como los causantes de la aparición del color morado. Cuando alguno de estos genes no está presente o es inhibido por otro, el color no aparece. Por esto se recomienda aislar en lo posible el sembrío de maíz morado del de otros maíces para evitar así que el polen de otra variedad fecunde las mazorcas.

### **1.2.9. Diversidad del maíz en el Perú.**

Kuleshov (1929), determinó que la mayor diversidad y especialización de maíz del grupo amiláceo (endospermo blando) tenía lugar en el Perú. Más aun, estableció que el grupo más

subdividido y rico en rasgos morfológicos y biológicos era el amiláceo”. La extrema variedad de las condiciones ecológicas en las que el maíz crece en el Perú, conjuntamente con la mutación; con la hibridación y una selección planificada, ha resultado en la producción de un número alto de razas indicando la gran diversidad genética existente, como se puede mostrar las razas de maíz en el Perú (Manrique, 1988).

#### **1.2.10. Beneficios del maíz morado**

**a. Beneficios alimenticios.** Se incorpora en la alimentación como colorante; “actualmente, las antocianinas de maíz morado y azul están siendo usadas para la producción de tortillas azules coloreadas naturalmente Bayas y Grosellas negras, Vinos rojos. Por ejemplo, extractos de antocianinas de maíz morado han sido incorporados como un suplemento dietético antioxidante con recomendaciones para promover la salud, apariencia más joven y una piel más radiante. Las antocianinas también están siendo vendidas como un suplemento llamado Medox, el cual incorpora una cantidad concentrada de cianidin-3-glucósido y delphinidin-3-glucósido extraídos de bayas noruegas (*Vaccinium myrtillus*) y grosellas negras (*Ribes nigrum*) en forma semejante se puede hacer con maíz morado”.

**b. Beneficios para la salud humana.** Diversos estudios presentan evidencia científica que los extractos ricos en antocianinas pueden:

- ✓ “Mejorar la agudeza visual”
- ✓ “Mostrar actividad antioxidante”
- ✓ “Atrapar radicales libres (atrapar especies reactivas del oxígeno, además de inhibir la oxidación de lipoproteínas y la agregación de plaquetas”
- ✓ “Actuar como agentes quimioprotectores”.

Las antocianinas también juegan un papel en las propiedades antidiabéticas tales como

- ✓ Control de lípidos.
- ✓ Secreción de insulina y efectos vasoprotectores (Vasos sanguíneos) del daño ocasionado por los altos niveles de azúcar en la diabetes, además la reducción de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales,

antiinflamatorios y antidiabéticos Neutralizan las enzimas que destruyen el tejido conectivo. Segundo, su capacidad antioxidativa previene los oxidantes del tejido conectivo dañado. Finalmente, reparan proteínas dañadas en las paredes de los vasos sanguíneos.

- c. **Beneficios industriales.** El pigmento llamado Antocianina, evita la aparición del cáncer al intestino grueso, incrementa la salud cardiaca, mejora la circulación sanguínea y protege el corazón, logrando beneficios antienvjecimiento. Y también contra la diabetes mellitus evitando que los materiales genéticos se lleven a otros países, sin embargo, para los extranjeros el maíz morado es una curiosidad porque no imaginan que pueda existir una mazorca de ese color. Lo que muchos no imaginan son sus cualidades medicinales, nutricionales y potencial industrial por explotar. El maíz morado es utilizado para la elaboración de los productos de bebidas como “chicha morada y mazamorra morada”, que en estudios reportan la presencia de compuestos flavonoides (antioxidantes). Del maíz morado se extrae 1277 µg/g.

#### **1.2.11. Producción del maíz morado**

Debido a la mayor demanda de maíz morado tanto nacional e internacional, en los últimos años se está incrementando la producción (Tabla 2).

**Tabla 2.** Producción del maíz morado a nivel nacional.

2,015	Superficie Sembrada	%	Superficie Cosechada	%	Producción	%	Rdto.
<b>Nacional</b>	<b>3,938</b>	<b>100</b>	<b>3,772</b>	<b>100</b>	<b>21,160</b>	<b>100</b>	<b>5.610</b>
Amazonas	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
Ancash	389	9.88	389	10.31	2,048	9.68	5.265
Apurímac	20	0.51	42	1.11	113	0.54	2.700
Arequipa	302	7.67	300	7.95	1,533	7.24	5.109
Ayacucho	609	15.46	411	10.90	1,303	6.16	3.170
Cajamarca	103	2.62	103	2.73	389	1.84	3.775
Callao	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
Cusco	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
Huancavelica	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
Huánuco	304	7.71	304	8.05	2,130	10.07	7.018
Ica	167	4.23	167	4.43	792	3.74	4.740
Junín	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
La Libertad	314	7.97	332	8.79	1,889	8.93	5.698
Lambayeque	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
Lima	1,701	43.19	1,695	44.94	10,762	50.86	6.349
Lima Metropolitana	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
Loreto	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
Madre de Dios	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
Moquegua	30	0.76	30	0.80	202	0.95	6.730
Pasco	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
Piura	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
Puno	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
San Martín	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
Tacna	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
Tumbes	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000
Ucayali	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000

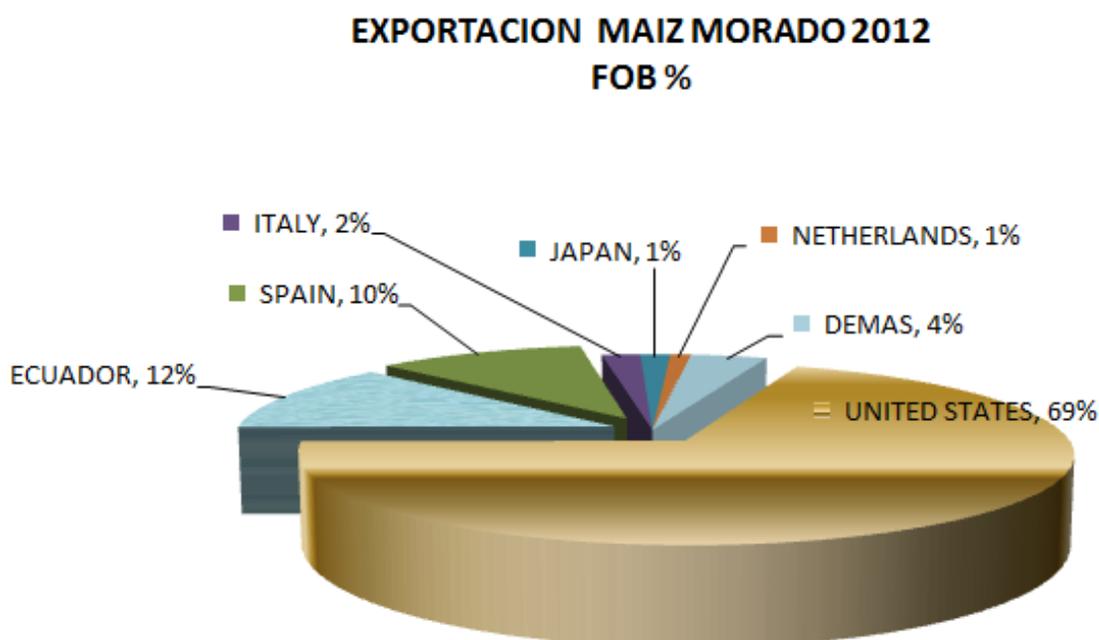
Nota. SIEA, 2015.

### 1.2.12. Estadística de la exportación

Liralg (2007), en el transcurso de los años se ha promovido el desarrollo de una oferta exportable de productos emergentes, que ganan protagonismo en distintos mercados, por lo que el mismo autor señala que “El maíz morado es uno de ellos, relevante no solo por su demanda culinaria por parte de peruanos residentes en otros países sino por la antocianina que contiene, el cual es un pigmento natural contenida en la coronta, atribuyéndosele propiedades benéficas como antioxidante. La producción peruana de maíz morado ha mostrado una recuperación en sus niveles de producción a partir de 2003, creciendo a un ritmo promedio anual de 19.6% a 2006, totalizando las 10.6 mil TM. En 2006 las principales regiones productoras fueron Lima (24.2%), Arequipa (21.8%) y Cajamarca (20.6%)”.

En el 2012, las exportaciones de maíz morado totalizaron los US\$ 788 mil, alcanzando un promedio mensual de US\$ 65,674, lo que significó un incremento del 35%, respecto del 2011 (US\$ 48,695). En este mismo periodo, las cantidades exportadas alcanzaron las 412,541 toneladas, a un precio promedio de US\$ 1.91 por kilogramo (Liralg, 2007).

El principal país de destino fue Estados Unidos con US\$ 546 mil (69% del total), seguido por Ecuador con US\$ 97 mil y España US\$ 81 mil (Figura 3).



**Figura 3.** Estadística de la exportación del maíz morado.

“Entre enero y diciembre del 2012, el ranking de las principales empresas exportadoras de maíz morado fue liderado por Kallpa Foods SAC con US\$ 115 mil (15% del total), secundada por Importadora y Exportadora Doña Isabel con US\$ 107 mil (14%) y Cereales del Perú con US\$ 73 mil (9%); entre otras 65 empresas exportadoras de maíz morado” (Liralg, 2007).

### **1.2.13. Coronta de maíz morado**

La demandada no solo es en la industria alimentaria sino también en el área farmacológico, por su alto contenido de antocianina. “Los envíos en 2006 se incrementaron en 73.1% hasta los US\$ 183.3 mil (equivalentes a 56.5 TM) reportando un precio promedio de exportación de US\$ 3.24 por kg y siendo exportada por tres empresas”.

El principal mercado de destino de la coronta en 2006 fue “Japón al concentrar el 93.4% del valor total exportado, debido a las propiedades preventivas de la antocianina para el caso del cáncer intestinal, el cual ha reportado un alarmante incremento en este país. EE.UU. fue el segundo mercado en importancia concentrando el 6.6% concentrado de maíz morado. En 2006 se exportó casi US\$ 70 mil en concentrados de maíz morado tras enviarse 5.2 TM, destinándose casi en su totalidad a EE.UU. (99.8% del total), mercado en el cual se tiene una demanda derivada del consumo de productos elaborados a base del concentrado (principalmente chicha morada y mazamorra morada) por parte de ciudadanos latinos, principalmente de Perú y Bolivia, conocedores del sabor. Si bien los envíos de concentrados de maíz morado se incrementaron 83.6% en 2006 su oferta exportable aún no ha sido muy desarrollada, reflejándose en la concentración de envíos en una sola empresa, aunque se reportó envíos de muestras esporádicas a Brasil. El producto en 2006 tuvo un precio promedio de exportación de US\$ 13.6 por kg (3.1% menos que el nivel de 2005)” (Centrum al Día - CENTRUM católica).

La cantidad exportada de antocianinas (extractos de maíz morado), como se muestra en la tabla 2, es mucho menor que lo exportado de maíz morado, lo cual indica que mundialmente hay una preferencia por adquirir la materia prima sin valor agregado o que la oferta peruana de antocianinas es muy baja. Sin embargo, el mercado de este producto muestra un crecimiento continuo a lo largo de los últimos cinco años, llegando incluso a exportarse en el 2014 casi seis veces más de lo exportado en el 2013. Para 2016 se muestran las exportaciones de maíz morado en la tabla 3.

**Tabla 3.** Exportación de maíz morado.

EXPORTACION MAIZ MORADO			12	FUENTE: SUNAT		
MES	2016			2015		
	FOB	KILOS	PREC. PROM.	FOB	KILOS	PREC. PROM.
ENERO	83,366	50,048	1.67	135,426	53,728	2.52
FEBRERO	64,356	41,751	1.54	101,306	46,777	2.17
MARZO	80,195	38,213	2.10	118,085	59,483	1.99
ABRIL	37,564	23,161	1.62	84,599	45,603	1.86
MAYO	62,415	34,554	1.81	58,094	32,295	1.80
JUNIO	84,907	42,239	2.01	79,034	63,577	1.24
JULIO	73,907	39,855	1.85	49,526	38,577	1.28
AGOSTO	115,538	126,639	0.91	135,346	146,452	0.92
SEPTIEMBRE	120,110	117,159	1.03	141,347	182,683	0.77
OCTUBRE	42,673	37,438	1.14	55,769	44,764	1.25
NOVIEMBRE	278,660	170,593	1.63	56,555	23,777	2.38
DICIEMBRE	154,022	91,625	1.68	51,024	40,850	1.25
<b>TOTALES</b>	<b>1,197,713</b>	<b>813,275</b>	<b>1.47</b>	<b>1,066,111</b>	<b>778,566</b>	<b>1.37</b>
<b>PROMEDIO MES</b>	<b>99,809</b>	<b>67,773</b>		<b>88,843</b>	<b>64,881</b>	
<b>% CREC. ANUAL</b>	<b>12%</b>	<b>4%</b>	<b>8%</b>	<b>41%</b>	<b>113%</b>	<b>-34%</b>

**Nota.** <https://www.agrodataperu.com/2017/01/maiz-morado-peru-exportacion-2016-diciembre.html>.

#### 1.2.14. Característica botánicas y valor de uso sistema antioxidante.

Sies (1992) y Pietta (2000), manifestaron que existe una “neutralización de los radicales libres por las antocianinas”. Las sustancias fenólicas “flavonoides”, intervienen como antimicrobianos, antioxidantes, atracciónes visuales, fotorreceptores, repelentes de alimentación; además se ha descubierto que tienen funciones biológicas como antiviral, antialérgico, acciones vasodilatadoras y antiinflamatorio.

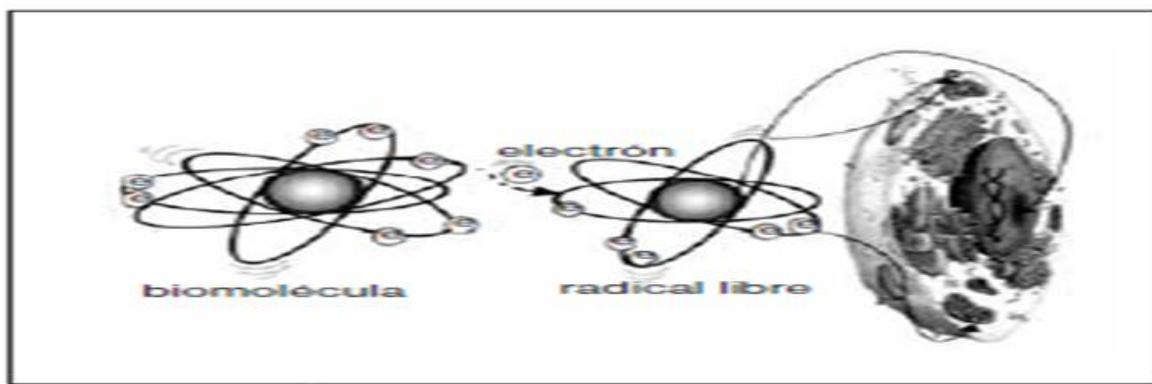
Pieta (2000), manifiestan que “los tocoferoles y tocotrienoles (vitamina E) y ácido ascórbico (vitamina C), así como los carotenoides reaccionan con los radicales libres, radicales peroxilo en particular, y con el oxígeno molecular singlete ( $1O_2$ ), presentan en su base de antioxidantes RRR-alfa-tocoferol, el cual es “captador de radicales peroxilo en las fases de lípidos biológicos tales como membranas o lipoproteínas de baja densidad (LDL)”. L-ascorbato está presente en compartimentos acuosos (por ejemplo, citosol, plasma y otros fluidos corporales) y puede reducir el radical tocoferoxilo; también tiene un número de

funciones cofactor metabólicamente importantes en las reacciones enzimáticas, en particular hidroxilaciones. Tras la oxidación, estos micronutrientes deben ser regenerado en el entorno biológico, de ahí la necesidad de un mayor acoplamiento a sistemas no radicales tales como glutatión / disulfuro de glutatión, dihidrolipoato / lipoato, o NADPH / NADP + y NADH / NAD + reductor. Los carotenoides, especialmente el beta-caroteno y licopeno, así como oxicarotenoides (por ejemplo, la zeaxantina y luteína), ejercen funciones antioxidantes en fases lipídicas por extinción de radicales libres o  $1O_2$ . Existen marcadas diferencias en los patrones de tejido de carotenoides, que se extienden también a la distribución entre los isómeros cis-trans y varios de los respectivos carotenoides. Funciones antioxidantes están asociados con la reducción de daño de ADN, la transformación maligna, y otros parámetros de daño celular in vitro así como epidemiológicamente con menor incidencia de ciertos tipos de cáncer y enfermedades degenerativas, tales como la enfermedad isquémica del corazón y de cataratas. Son de importancia en el proceso de envejecimiento. Especies reactivas del oxígeno se producen en células y tejidos y pueden dañar el ADN, las proteínas, los carbohidratos y los lípidos. Estas reacciones potencialmente nocivas son controladas en parte por los antioxidantes que eliminan prooxidantes y eliminan los radicales libres. Su capacidad como antioxidantes para apagar los radicales y  $1O_2$  puede explicar algunas propiedades contra el cáncer de los carotenoides independientes de su actividad de provitamina A, pero otras funciones pueden jugar un papel también. Los tocoferoles son los carroñeros más abundantes y eficientes de los radicales peroxilo en las membranas biológicas. El antioxidante de la vitamina C soluble en agua puede reducir tocoferoxilo radicales directa o indirectamente y así apoyar la actividad antioxidante de la vitamina E; tales funciones pueden ser realizadas también por otros compuestos reductores apropiados, tales como glutatión (GSH) o dihidrolipoato. La eficacia biológica de los antioxidantes también se determina por su biocinética.

López y García (2010), determinaron la actividad antioxidante y capacidad de inhibir la formación y acción de radicales libres, y contenido de compuestos fenólicos totales y antocianinas de extractos acuosos y metanólicos de distintas variedades de maíz mexicano; encontrándose que "El contenido de compuestos fenólicos varió de entre 65.75 a 3400 mg/100 g y las antocianinas entre 1.5 a 2052.75 mg/100 g de harina de maíz. Las variedades "AREQ516540TL" y "Veracruz 42" fueron las que mostraron la mayor capacidad de inhibir

la oxidación de ABTS<sup>+</sup> (2-2'azino-bis-etilbenzotoline-6-ácido sulfónico) mediada por persulfato de sodio y la inhibición del blanqueamiento del β-caroteno acoplado a ácido linoléico, los mismos extractos fueron los más eficientes para reducir el radical catión DDPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil)”.

Chávez (2014), manifiesta que “Los antioxidantes son sustancias que se encuentran en pequeñas concentraciones en comparación a un sustrato oxidable, que retrasa o inhibe significativamente la oxidación del sustrato, y también estabiliza las EROS mediante la cesión de un H<sup>+</sup> y las convierte en compuestos no radicalarios. Otras definiciones hablan de antioxidante como cualquier sustancia que, al estar presente en bajas concentraciones comparada a las de un sustrato oxidable, previene o retarda la oxidación de dicho sustrato y que protege a los sistemas biológicos frente a efectos potencialmente perjudiciales tanto de procesos como reacciones que causan excesivas oxidaciones. Existen diferentes sistemas de defensa antioxidante en el organismo. Uno de ellos está conformado por sistemas enzimáticos como la superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa, siendo éstas la primera defensa contra los radicales libres que actúan neutralizando a estas especies altamente reactivas en moléculas menos dañinas para la célula. Otros sistemas, no enzimáticos, están conformados por compuestos como carotenoides, glutatión reducido y las vitaminas C y E que estabilizan las EROs o también que provocan la quelación de iones metálicos de elementos de transición como hierro y cobre, que al estar en estado reducido potencian su autooxidación y generación de anión superóxido. Los antioxidantes aportados por la dieta disminuyen los efectos del EROS”. El envejecimiento y los radicales libres: forma de acción de los antioxidantes:



**Figura 4.** *Interacción de radicales libres con antioxidantes.*

Los compuestos orgánicos que tienen un grupo -OH ensamblado a un anillo aromático, son los compuestos fenólicos y los que presentan esta duplicidad del radical se llaman polifenoles, siendo beneficiosos para su salud como antialérgicas, antiinflamatorias, prevención contra cáncer, propiedades antitumorales, vasorelajantes, antimicrobianas y antioxidantes, esta última participa en “la inhibición de la formación de EROs por medio de la inhibición de enzimas productoras de EROs como la xantino oxidasa, o la quelación de los elementos traza involucrados en la producción de los mismos; el atrapamiento directo de EROs y el *up-regulation* de los sistemas antioxidantes endógenos” (Pieta, 2000),

#### **1.2.15. Naturaleza química de las antocianinas.**

El Agrario (1998), el maíz morado presenta a la antocianina, que “son sales (flavylium) derivados principalmente de las antocianidinas: Pelargonidina (I), Cianidina (II), Peonidina (III), Delfinidina (IV), Petunidina (V), y Malvidina (VI)”. El colorante esta disuelto a nivel celular y depende del pH de la sabia, el color que adopte; en relacion al” ácido toma un color rojo; violeta si es neutro y azul si es alcalino”.

El color de la Antocianina en el maíz morado en un medio neutro puede variar entre 5 a 7.5, a nivel celular “las antocianinas no se encuentran aisladas, sino que se encuentran formando mezclas binarias, la proporción de las mezclas varían de acuerdo al estado de maduración de las plantas o de la zona geográfica del cultivo. Precisar el grupo antociánico que se encuentra en el maíz morado, resulta algo impreciso; aunque por pruebas cualitativas se ha podido determinar que el grupo predominante en el colorante, es el que corresponde al Cloruro de Cianidina. El estudio de las propiedades de las antocianinas es muy importante y todo adelanto que en él se haga, podrá resolver muchos problemas fitoquímicos que se presentan en la industria” (Agrario, 1998).

#### **1.2.16. Rendimiento de maíz morado y antocianinas.**

Se ha determinado que “el peso de grano es el 80% de la mazorca, las antocianinas se encuentran en mayor parte en la coronta del maíz y el 30% en los granos, aunque se están haciendo análisis de contenido de antocianinas en otras partes de la planta” (Chávez 2014).

### 1.2.17. Características del producto

El maíz morado es una mazorca (tusa y grano) que tiene el pigmento “antocianina - cianidina - 3b – glucosa”, ubicado en cantidad mayor a nivel de la coronta (tusa) y en menor proporción en el pericarpio (cáscara) del grano. El fruto está compuesto por un 85% por grano y 15% por coronta. Un estudio de la universidad japonesa Doshisha, Kyoto, verificó que el extracto de maíz morado aumenta la actividad de un gen que controla la función de las células grasas previniendo enfermedades de obesidad, cardíacas y diabetes; además la revista *Nutraceuticals World*, protege la retina y estimula la circulación sanguínea e impide el avance del cáncer colorrectal.

Según el doctor Hugo Malaspina, favorece la generación de tejidos, incrementa el flujo sanguíneo, retarda el proceso degenerativo y estimula la acción diurética. (Tabla 4).

**Tabla 4.** *Dimensiones de mazorcas y granos del maíz morado*

Características	Promedio	Máximo	Mínimo
Largo de mazorca (cm)	15.0	20.0	12.0
Ancho de mazorca (cm)	5.0	5.8	4.0
N° de hileras	10.0	12.0	8.0
N° de granos por hilera	25.0	36.0	18.0
Largo de granos (mm)	11.6	13.0	10.4
Ancho de granos (mm)	5.6	6.2	5.0
Espesor de granos (mm)	6.0	6.5	5.5

**Nota.** *Boletín de Información técnica del Ministerio de Agricultura – Lima Perú, 1998.*  
*Elaboración: Solid Perú.*

### 1.2.18. Composición química

La coronta tiene una importante fracción de fibra, carbohidratos y minerales. En relación a los minerales del grano, su contenido de fósforo y calcio es importante. El detalle de la composición del grano y coronta de maíz morado se presenta en los siguientes Tablas:

**Tabla 5.** Composición físico-químico del grano y la coronta del maíz morado (variedad Morado Canteño).

Componentes	Porcentaje (%)	
	Grano	Coronta
Humedad	11.3	12.20
Proteínas	6.7	3.74
Grasa	1.5	0.32
Fibra	1.8	24.01
Cenizas	1.7	3.31
Carbohidratos	76.9	57.42
Total	100.00	100.00

**Nota.** Delgado Espinoza, J. – UNALM, 1987. Elaboración: Solid Perú.

**Tabla 6.** Composición física –químico proximal coronta y grano del maíz morado (100 gr de la parte comestible).

Componentes mayores (g) menores (mg)	Maíz morado	Bebida (chicha)
Calorías	357.00 g	20.00 g
Agua	11.40 g	95.00 g
Proteínas	6.70 g	0.00 g
Carbohidratos	76.90 g	5.00 g
Fibras	1.80 g	-
Ceniza	1.70 g	0.10 g
Calcio	12.00 mg	24.00 mg
Fosforo	328.00 mg	4.00 mg
Hierro	0.02 mg	1.30 mg
Cianidina	0.06 mg	-
Tiamina	0.38 mg	0.00 mg
Riboflavina	0.02 mg	0.10 mg
Niacina	2.80 mg	0.04 mg
Ácido Ascórbico reducido	0.00 mg	0.00 mg

**Nota.** Collazos (1962), mencionado por Araujo (1995). Elaboración: Solid Perú.

### 1.2.19. Características de calidad

Uno de los aspectos que determinan la calidad del maíz morado es el tamaño de la mazorca, en base de lo cual se pueden establecer las siguientes tres calidades que ingresan al mercado Mayorista Lima:

**Tabla 7.** *Calidades del maíz morado.*

Calidades	Tamaño de mazorca
1ra. Calidad	Mayor a 15 cm
2da. Calidad	5 – 15 cm
Descarte	Picados, dañados

**Nota.** *Entrevista a mayoristas de Lima, 2007. Elaboración: Solid Perú.*

El Programa Nacional de Innovación en Maíz de la Estación Experimental Baños del Inca, del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, ha generado una nueva Variedad INIA 601. “Primera variedad mejorada de maíz negro para la sierra del Perú, con perspectiva de exportación”.

**Origen:** Esta variedad se originó en el año 1990 en la Sub Estación Experimental de Cajabamba. La población se formó con progenies de la variedad Morado de Caraz y de la variedad local Negro de Parubamba - Cajabamba. El mejoramiento se realizó mediante selección recurrente de medios hermanos, incidiendo fundamentalmente en el color morado intenso de tusa y grano, precocidad y prolificidad mayor a 1,5.

Esta variedad tiene un mercado de exportación por poseer un alto contenido de antocianina (pigmentación negra). Con un buen potencial de rendimiento.

#### **Características Agronómicas de INIA 601**

✓ Altura de planta	2.16 m
✓ Altura de mazorca	1.24 m
✓ Días a floración femenina	98
✓ Días a maduración	170 (precoz)
✓ Unidades de calor a la floración	875.7
✓ Forma de hojas	Lanceoladas
✓ Numero de hojas por planta	12
✓ Numero de mazorcas por planta	1 a 2
✓ Forma de mazorca	Ligeramente cónica

✓	Color de la mazorca	Morado intenso
✓	Color de tusa	Morado
✓	Longitud de mazorca	17.5 cm
✓	Diámetro de mazorca	4.6 cm
✓	Número de hileras	10 a 12
✓	Número de granos por hilera	26
✓	Consistencia del grano	Harinosa
✓	Porcentaje de desgrane	78
✓	Peso de 1000 semillas	456.2 g
✓	Potencial de rendimiento	6.0 t/ha
✓	Rendimiento campo de agricultores	3.0 t/ha
✓	Adaptación	2,400 y 2,900 msnm.

### **Ventajas de la Variedad**

- ✓ “Prolificidad (capacidad de producir dos mazorcas por planta); frente a la variedad local que produce una”.
- ✓ “Doble uso (luego de extraer el pigmento, se puede utilizar para el engorde de animales menores)”.
- ✓ “Potencial mercado de exportación”.
- ✓ “Contiene el pigmento morado llamado Antocianina, con propiedades curativas”.
- ✓ “Alta concentración de Antocianina en grano y coronta o tuza”.
- ✓ “Al consumir el maíz morado en sus diferentes formas, se ingiere antioxidantes; según la revista Nutraceuticals World”.

### **Característica del maíz morado mejorado.**

✓	“Altura de planta”	2.10 m
✓	“Altura de mazorca”	1.2 m
✓	“Días a floración masculina”	90-110
✓	“Días a maduración”	170
✓	“Numero de hojas por planta”	12
✓	“Numero de mazorcas por planta”	1 a 2

✓	“Color de la mazorca”	morado
✓	“Color de tusa”	Morado
✓	“Longitud de mazorca”	14.5 cm
✓	“Diámetro de mazorca”	4.8 cm
✓	Rendimiento promedio	2 a 4 t/ha
✓	“Adaptación”	1 200 y 2 400 msnm.

**Características agronómicas del maíz negro (Testigo).**

✓	“Altura de planta”	1.89 m
✓	“Altura de mazorca”	101.50 m
✓	“Días a floración femenina”	113
✓	“Días a maduración”	168
✓	“Numero de mazorcas por planta”	1 a 2
✓	“Color de la mazorca”	Morado
✓	“Color de tusa”	Morado
✓	“Longitud de mazorca”	12 cm
✓	“Diámetro de mazorca”	6 cm
✓	“Número de hileras”	10 a 12
✓	“Número de granos por hilera”	16
✓	“Consistencia del grano”	Harinosa
✓	“Rendimiento campo de agricultores”	2.5 t/ha

**Suelo.** La importancia de obtener los mejores rendimientos de producción, teniendo en cuenta el suelo y el clima los cuales deben de ser apropiados, teniendo en consideración a que estos suelos presenten un aumento de fósforo, potasio, materia orgánica, nitrógeno, etc.

**Clima.** El clima subtropical es el más apropiado donde presenta temperaturas de humedad relativas y horas de luz apropiadas para dicho cultivo, siendo lo mas recomendable hacer el cultivo en la sierra baja o quebradas, y en la costa sería lo mejor para ser sembrada en un suelo franco arcillo arenoso.

**Épocas de siembra.** Se recomienda que a partir del fin de mes de agosto se vaya preparando el terreno para su siembra correspondiente. (Siembra: Todo el mes de septiembre y cosecha en diciembre o en enero).

### **1.2.20. Análisis multivariado**

Dada la complejidad de la realidad de los fenómenos económicos, sociales ambientales y biológicos, es preciso que los análisis no solo se limite a una mera exploración univariable (de cada variable por separado), e incluso bivivariable (de la conjunción de dos variables), sino que se adentre en el conocimiento de las interrelaciones existentes entre grupos de variables (Cea D´Ancona Ma Ángeles 2002, Miller J N y Miller J C. 2002).

El estudio multivariado de los datos comprende una serie de métodos para analizar un gran número de variables simultáneamente, cuando entre éstas existe interdependencia. Entre los métodos de mayor frecuencia esta “el Análisis de Clasificación o Cluster, y el Análisis de Componentes Principales permitiendo la estructuración de un conjunto de datos multivariados obtenidos de una población, cuya distribución de probabilidades no necesita ser conocida, basados en una transformación lineal de las observaciones originales conocida en el campo del álgebra vectorial, y por eso, también se denominan eigen values o eigen vectors”.

### **1.2.21. Coeficiente de variabilidad**

Según Box y Hunter (2008) “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  $\mu$ ”.

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 el maíz morado”; la cual es como sigue (Tabla 8).

**Tabla 8.** *Coefficientes de variación y grado de precisión*

Coeficientes de variación	Precisión
5 -10	Muy buena
10 -15	Buena
15 – 20	Regular
20 – 25	Mala
> 25	Muy mala

**Nota.** *Martínez, 1995*

Toma y Rubio (2008), “indican 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 9).

**Tabla 9.** *Coefficientes de variación y grado de variabilidad.*

CV	Grado de Variabilidad
$0 \leq cv < 10$	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

**Nota.** *Toma y Rubio, 2008.*

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Área experimental

#### 2.1.1 Ubicación y geográfica de la parcela experimental

El estudio se llevó a cabo en dos localidades del distrito de Cutervo: Yatún y Cullanmayo, durante el periodo de octubre del 2016 a marzo del 2017. Yatún se encuentra a una altitud de 2,159 m.s.n.m, distancia 33.9 km de la ciudad de Cutervo, mientras que Cullanmayo se ubica a una altitud de 2,646.8 m.s.n.m, distancia 3 km de la ciudad de Cutervo, geográficamente el valle Yatún se encuentra dentro de las coordenadas  $6^{\circ} 22' 2.6''$  de latitud sur y  $78^{\circ} 45' 23''$  de longitud oeste.

#### Limites:

**N:** Distritos de Santo Domingo de la Capilla, Callayuc y San Andrés

**S:** Distrito de Lajas, Cochabamba y provincia de Chota

**E:** Querocotillo

**O:** Súcota

Ubicación de Yatun	
Distrito :	Cutervo
Provincia :	Cutervo
Región :	Cajamarca
Ubigeo :	060601
Latitud Sur :	$6^{\circ} 22' 2.6''$ S (-6.36739140000)
Longitud Oeste :	$78^{\circ} 45' 23''$ W (-78.75638452000)
Altitud :	2159 msnm
Huso horario :	UTC-5
En Facebook :	<a href="#">Lugares</a>



**Figura 5.** Ubicación y geográfica de la parcela experimental.

**Tabla 10.** Descripción del caserío de Yatun.

Departamento	Cajamarca
Provincia	Cutervo
Distrito	Cutervo
Centro poblado	Valle Yatún
Categoría	Caserío
Código de abigeo y centro poblado	606010150
Longitud	-78.74995625
Latitud	-6.351998128
Altitud	2159.0
Población	90
Agua por red publica	Si
Energía eléctrica en la vivienda	Si
Desagüe por red publica	No
Vía de mayor uso	Carretera Afirmada
Frecuencia	Diario
Tiempo en minutos hacia la capital del distrito	40
Distancia del centro poblado hacia la capital del distrito(km)	33.9
Distancia del centro poblado hacia el centro educativo	1.93
Distancia del centro poblado hacia el centro de salud más cerca	2.39

**Nota.** <http://www.dgiem.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ProvCutervoRefPropESC.pdf>

**Tabla 11.** Descripción del centro poblado de Cullanmayo

Departamento	Cajamarca
Provincia	Cutervo
Distrito	Cutervo
Centro Poblado	Cullanmayo
Código de ubigeo y centro poblado	606010078
Longitud	-78.80048034
Latitud	-6.426900001
Altitud	2646.8
Población	600
Agua por red publica	Si
Energía eléctrica en la vivienda	Si
Desagüe por red publica	No
Vía de mayor uso	Carretera Afirmada
Frecuencia	Diario
Tiempo en minutos hacia la capital del distrito	20
Distancia del centro poblado hacia la capital del distrito (km)	16.7
Distancia del centro poblado hacia el centro poblado educativo	2.64
Distancia del centro poblado hacia el centro de salud más cerca	5.46

**Nota.** <http://www.dgiem.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ProvCutervoRefPropESC.pdf>

### MICROCUCNA DEL RÍO YATÚN POR JURISDICCIÓN DE CENTROS POBLADOS

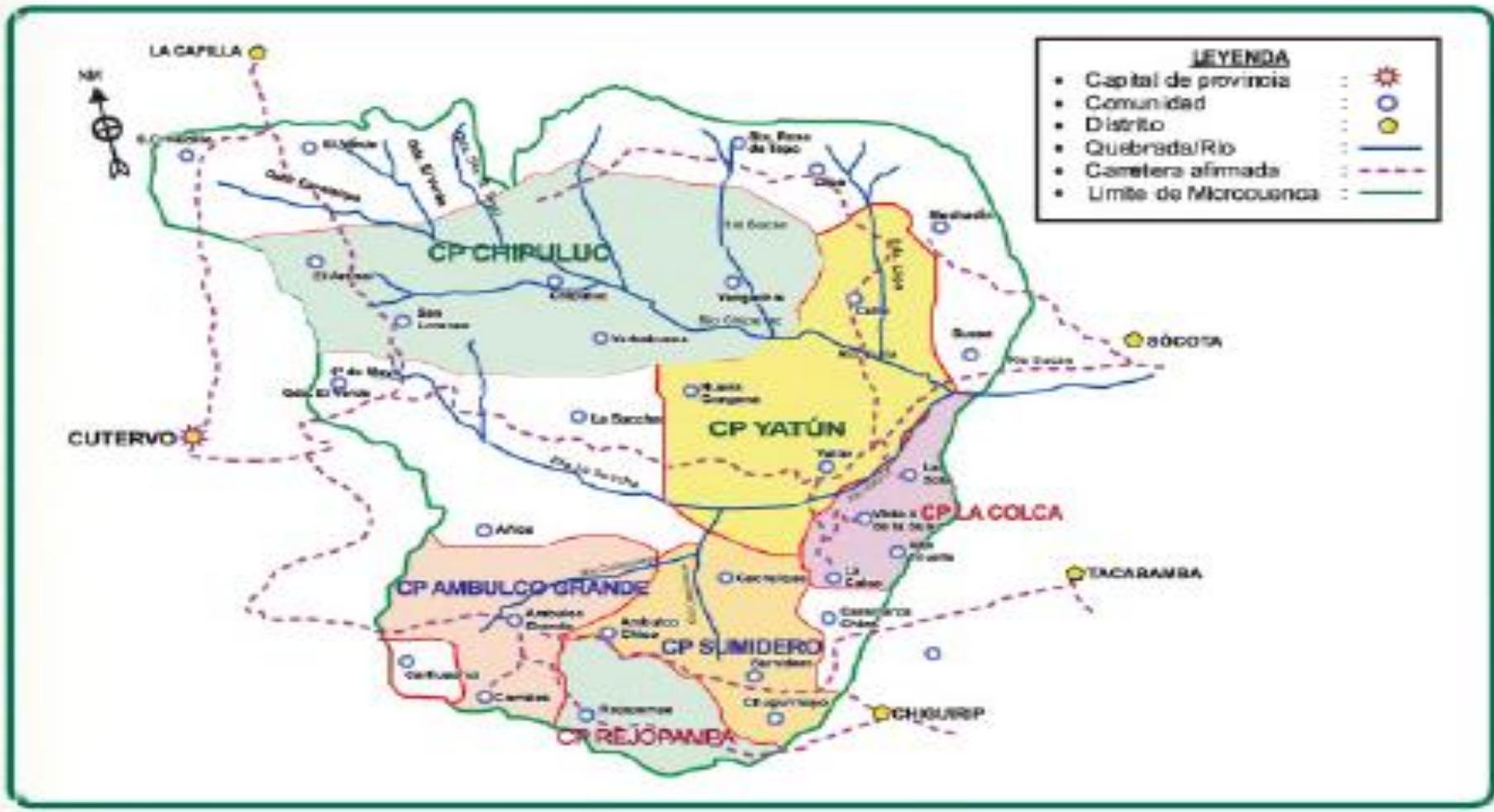


Figura 6. Microcuenca del río Yatún

## 2.2 Análisis de suelo

### 2.2.1 Muestreo y análisis de Suelo

Para realizar el análisis del suelo experimental se tomaron sub-muestras dispuestas en zig-zag en diversos puntos de cada bloque en cada localidad, a una profundidad de 20 cm. las que se mezclaron obteniéndose muestras representativas. Las determinaciones fisico-químicas fueron realizadas en el Laboratorio de Suelos del INIA-Chiclayo. (Tabla 12).

Metodología empleada:

Textura:	Método del triángulo textural (Bouyucos)
PH:	Potenciómetro (Extracto de saturación).
M.O. (%):	Método Walkley-Black
N. (%):	Método Kjeldalh
P. (disponible):	Método Olsen Modificado
K. (disponible):	Espectrofotómetro de llama
C.E. (mmhos/cm-1):	Conductómetro (Extracto de saturación).

Para realizar el análisis del suelo experimental se tomaron sub-muestras dispuestas en zig-zag en diversos puntos de cada bloque en cada localidad, a una profundidad de 20 cm. las que se mezclaron obteniéndose muestras representativas. Las determinaciones físico-químicas fueron realizadas en el Laboratorio de Suelos del INIA-Chiclayo. (Tabla 12).

Metodología empleada:

Textura:	Método del triángulo textural (Bouyucos)
PH:	Potenciómetro (Extracto de saturación).
M.O. (%):	Método Walkley-Black
N. (%):	Método Kjeldalh
P. (disponible):	Método Olsen Modificado
K. (disponible):	Espectrofotómetro de llama
C.E. (mmhos/cm-1):	Conductómetro (Extracto de saturación).

**Yatún.** “Los suelos son de Textura Arcillo Arenoso, lo cual indica que estos suelos tienen regular capacidad de retención de humedad y de nutrientes, respecto al análisis químico se encontró un pH promedio de 6.70, que corresponde a un suelo neutro, sin problemas de sales por tener una C: E: de 1.3 mmhos/cm-1. La materia orgánica es alta, así como su nitrógeno, medio en fósforo y en potasio”. Las características físicas y químicas fueron buenas para el cultivo de maíz (Tabla 12).

**Cullanmayo.** “Los suelos son de Textura Arenoso, lo cual indica que estos suelos tienen baja capacidad de retención de humedad y de nutrientes, respecto al análisis químico se encontró un pH promedio de 4.85, que corresponde a un suelo ácido, sin problemas de sales por tener una C: E: de 1.2 mmhos/cm-1. La materia orgánica es baja, así como su nitrógeno, medio en fósforo y en potasio”. Las características físicas y químicas fueron regulares para el cultivo de maíz (Tabla 12).

**Tabla 12.** Análisis Textural y Químico del Suelo Experimental Laboratorio de Suelos del Laboratorio de Aguas y Suelos del INIA-Chiclayo.

Tipo de Análisis		Fertilidad					Muestras		Suelos- 1	
Nombre	ELMER JULCA	M.O	P	K	Calcar.	Ao.	Lo	Ar	Tipo suelo	
Procedencia	YATUN - CUTERVO	%	ppm	ppm	%					
Altitud	2,100 m.s.n.m.									
Fecha Emisión	19/11/2016									

Muestras	Extracto saturado		M.O %	P ppm	K ppm	Calcar. %	Texturas (%)			Tipo suelo
	pH	C. elec mhos/cm					Ao.	Lo	Ar	
M-1	6.70	1.37	4.76	6.50	286	2.45	57	16	27	Fo Ar Ao

Resultado :reacción ligeramente ácida y contenido bajo de sales solubles, valores normales y p H apropiado para el cultivo pretendido.  
 El contenido de nutrientes con algunas deficiencias , resaltando el buen contenido de materia orgánica y altos carbonatos de calcio ,que puede elevar el p H.  
 La textura franco arcillo arenosa es de aceptable, retención de humedad .

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

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis	Fertilidad	Muestras	Suelos- 1
Nombre	GENEBRARDO CARRANZA MARTINES	Cultivo anterior	Papa
Procedencia	CUYAC MAYO	Cultivo instalar	Maíz Morado
Altitud	2,700 m.s.n.m.	Fecha Muestreo	5/11/2016
Fecha Emisión	19/11/2016		

Muestras	Extracto saturado		M.O %	P ppm	K ppm	Calcar. %	Texturas (%)			Tipo suelo
	pH	C. elec mhos/cm					Ao.	Lo	Ar	
M-1	4.85	1.20	2.63	7.00	307	0.46	58	24	18	Fo Ao

Resultado :reacción fuertemente ácida y contenido bajo de sales solubles, valores normales y propios de la zona, que responden a la exigencia de cultivos que se pretende instalar,pero mejorando su contenido de nutrientes,especialmente calcio y magnesio y otros.  
 La fertilidad es de tendencia baja, con materia orgánica de valor medio y elementos menores deficientes.  
 La textura franco arenosa es de retención media de humedad .

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

## 2.3 Climatología

### 2.3.1 Caracterización climática y ecológica

**Temperatura.** La temperatura promedio para la localidad de cullanmayo fue de 13.8 °C, con un promedio de precipitación de 105.5 mm, en tanto la temperatura promedio para la localidad de yatun fue de 15.6 °C y una precipitación promedio de 53.9 mm durante la conducción experimental desarrollado desde octubre, a marzo.

**Tabla 13.** Referencia climática de datos históricos para la localidad de Cullanmayo Cutervo 2016-2017.

Cullanmayo Mes/Año	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Máxima	Mínima	Media	
Oct-16	19.0	7.7	13.4	90
Nov-16	21.4	7.3	14.4	96
Dic-16	21.4	6.3	13.9	80
Ene-17	18.3	8.7	13.5	94
Feb-17	17.1	8.5	12.8	105
Mar-17	19.8	8.3	14.1	138
Abr-17	20.5	8.3	14.4	118

**Nota.** SENAMHI Cutervo, 2017.

**Tabla 14.** Referencia climática de datos históricos para la localidad de Yatún Cutervo 2016-2017.

Yatun Mes/Año	Temperatura (°C)			HR (%)	Precipitación (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
Oct-16	22.3	8.9	15.6	94.5	52
Nov-16	22.2	7.9	15.1	93.8	20
Dic-16	21.4	9.5	15.5	94.6	50
Ene-17	22.6	8.8	15.7	98.3	55
Feb-17	22.6	9.3	16.0	97.9	68
Mar-17	21.5	9.5	15.5	99.4	84
Abr-17	22.3	9.7	16.0	97.2	48

**Nota.** SENAMHI Cutervo, 2017.

## 2.4 Ejecución del experimento

**Labores agronómicas.** “El cultivo de maíz, por ser exigente en nutrientes, se recomienda sembrarlo en terrenos que se han cosechado leguminosas u otros cultivos que no sea maíz, en la presente tesis se realizaron en un área donde anteriormente el suelo estuvo en descanso”.

- A. Preparación de terreno.** “Se hizo mediante labores de tracción animal a una profundidad 0.25 m para dar las condiciones físicas y las raíces puedan penetrar más profundamente y puedan aprovechar mejor el agua y los nutrientes, y el suelo pueda almacenar de una manera eficiente el agua. La preparación se realizó en suelo a punto”.
- B. Siembra.** “La siembra se realizó depositando 2-3 semillas por golpe a una profundidad de 6-8 cm. A una distancia de 0.8 cm entre surcos. En donde se colocó la semilla distanciados a 0.5 cm entre golpes. La semilla previamente fue tratada con Orthene, a la dosis de 100 gramos del producto por 20 kilos de semilla, es un insecticida que controla a las plagas que atacan las semillas y las plántulas”.

Las plántulas empezaron a emerger al séptimo día de la siembra y al décimo día aparecieron casi en su totalidad.

- C. Desahije.** “Se efectuó con la finalidad de dejar igual número de plantas por golpe, esta labor se realizó también para eliminar plantas indeseables y dejar las mejores conformadas, se efectuó a los 25 días de haber emergido la planta y cuando tiene unos 20 a 30 cm. de altura, esto con el fin de que la competencia sea uniforme entre las plantas”.
- D. El desyerbo.** “se realizó cuando las plantas tenían una altura de 0.2 cm. con el objeto de eliminar las malezas y de esta forma evitar la competencia por nutrientes”.
- E. Riegos.** Se realizaron de acuerdo a la demanda del cultivo (capacidad de campo). Por lo general los riegos fueron frecuentes con el sistema de riego “Por gravedad”, para la localidad de Yatún debido a que la parcela no cuenta con instalación bajo otro sistema de riego, (goteo y o aspersión) manteniendo siempre la humedad necesaria del suelo.
- F. Control de malezas y control de plagas.**

**Control de malezas.** Se realizó en forma manual, oportuna y a lampa durante el período crítico de competencia con el maíz (30 días aproximadamente después de la siembra). En cuanto a la presencia de malezas, las de mayor importancia fueron: "coquito" (*Cyperus rotundus*) y la maleza más agresiva fue: Cadillo “*Bidens pilosa* L” y otras malezas de hoja ancha de relativa importancia a los 25 días de haber sembrado, eliminando malezas gramíneas, ciperáceas de hoja ancha, tanto anuales como perennes esto se efectuó en malezas en pleno desarrollo.

**Control de plagas.** Las semillas antes de ser sembradas, fueron tratadas con Orthene (5.0 g/Kg. de semilla) para prevenir gusano picador (*Elasmopalpus lignosellus*), gusano de tierra (*Prodenia* spp) y grillos (*Gryllus assimilis*).

Durante las etapas de crecimiento se tuvo cuidado en el control de plagas, especialmente control químico previas evaluaciones entomológicas.

A los 14 días después de la siembra se aplicó tifón, para el control de larvas de lepidópteros, especialmente gusano de tierra (*Prodenia* spp), granolate plus para el control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) considerado como el de mayor importancia durante el desarrollo del experimento, aceite comestible para el control de gusano elotero (*helicoverpa zea*).

## G. Fertilización

Una vez germinado el maíz y cuando tiene de 2 a 4 hojas extendidas se realizó la primera fertilización de acuerdo al análisis de suelo. La primera fertilización se realizó a los 13 días después de la siembra con aplicación de Urea, Superfosfato triple y Sulfato de potasio cuyos compuestos contienen nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. La dosis de fertilización fue 180-80-80 por hectárea (Tabla 11).

La aplicación se realizó en forma fraccionada: 50% a la emergencia (13 días después de la siembra) y 50% restante a los 35 días después de la siembra, de acuerdo a las dosis consideradas en el diseño. La cantidad de fertilizante utilizado fue la siguiente (Tabla 15).

**Tabla 15.** *Total de fertilizante requerido*

Fertilizante requerido	Cantidad	1er. Abonamiento	2do. Abonamiento
Urea/ha	391.30 Kg/ha	195.65 Kg/ha	195.65 Kg/ha
Superfosfato Triple	173.90 Kg/ha	Todo el Superfosfato Triple	0
Sulfato de Potasio	160.70 Kg/ha	80.35 Kg/ha	80.35kg/ha

**Tabla 16.** *Cantidad de fertilizantes por hectárea*

Fertilizante	Nº bolsas de fertilizante/ha
Urea	8 bolsas
Superfosfato triple	3.5 bolsas
Sulfato de potasio	3.5 bolsas

**Nota.** *Elaboración propia, 2016.*

## H. Aporque

“Se llevó a cabo cuando las plantas estuvieron a la altura de la rodilla, con la finalidad de estimular el enraizamiento, y darles una mejor estabilidad u anclaje,

para mejorar la absorción del agua y su nutrición. Se aprovechó para eliminar las malezas presentes, Cadillo (*Bidens pilosa* L), Coquito (*Cyperus rotundus*)”.

#### **I. Cosecha**

“Se efectuó 6 meses después de la siembra tomando los dos surcos centrales de cada tratamiento para la toma de datos. Longitud de mazorca, número de granos por mazorca, número de hileras de mazorca, número de granos por hilera”.

### **2.5 Definición de términos y conceptos**

**Adaptación.** – “Resistencia y prevalecimiento de las variedades vegetales contra el medio ambiente”.

**Variedad.** – “Cada uno de los grupos taxonómicos en que se dividen algunas especies y se distinguen entre sí por ciertos caracteres secundarios, aunque permanentes puede tener su origen en las variaciones o mutaciones”.

**Cultivar.** – “Hacer crecer una planta en un determinado ambiente con los requerimientos necesarios”.

**Genotipo.** – “Conjunto de factores hereditarios presentes en cada célula de un determinado organismo”.

**Suelo.** – “Material sin consolidar en la superficie inmediata de la corteza terrestre que sirve como medio para el crecimiento de las plantas y que tiene unas propiedades específicas por el efecto del clima, tiempo, material parental, topografía y organismos”.

**Fertilidad de suelos.** – “La habilidad de un suelo (a través de la interacción de las numerosas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo) para proveer nutrimentos esenciales a una planta en crecimiento”.

**Calidad de suelos.** – “La capacidad de un suelo para sostener una productividad biológica, mantener calidad ambiental, y promover salud vegetal y animal. Dependerá del uso que se le dé”.

**Manejo de nutrientes.** – “Manejarla cantidad, fuente, localización, forma y tiempo de la aplicación de nutrientes y enmiendas al suelo para asegurar óptima fertilidad del suelo y producción de cultivos y minimizar el potencial de degradación ambiental, en particular el agua”.

**Productividad de suelos.** – “Interacción del clima, suelo, planta y su manejo que actúan para maximizar u optimizar el crecimiento de plantas. Debe ser favorable desde el punto de vista agronómico, económico y ambiental”.

**Sostenibilidad agrícola.** – “Sistema integrado de prácticas de producción vegetal o animal que a largo plazo”:

- ✓ Satisface necesidades de comida, alimento, fibra, energía.
- ✓ Hace el uso más eficiente de recursos no renovables y ciclos biológicos y químicos de nutrientes
- ✓ Mejoran la calidad de vida de agricultores y la sociedad en general. Se trata de reponer lo que se usa, de modo que el mismo funcionamiento del sistema no se desgaste, ni deteriore el ambiente.

**Tecnología.** – “Es el conjunto de saberes que permiten fabricar objetos y modificar el medio ambiente, incluyendo plantas y animales, para satisfacer las necesidades y los deseos de nuestra especie”.

**Rendimiento.** – “Producto o utilidad que produce un cultivo”

**Productividad.** – “Es la cantidad producida de un cultivo por hectárea”.

**Producción.** – “Es una relación matemática que nos muestra la dependencia de las cantidades producidas de un bien (producto), respecto de las cantidades de otros bienes utilizados en su producción (insumos)”.

**Costos de producción.** – “Para referirse a los gastos monetarios efectuados por los agricultores en mano de obra, maquinaria, diversos insumos y servicios productivos”.

**Rentabilidad.** – “Es un indicador que nos muestra la relación existente entre los ingresos totales y los costos totales; luego cuando es mayor que 1, significa que hay rentabilidad; mientras que cuando es menor que 1 se está trabajando a pérdida”.

## 2.6 Metodología de la selección

### 2.6.1 Características del campo experimental

**Variabes.** Las variables del estudio son:

➤ **Variabes independientes**

“Variedades de maíz morado. Testigo local, INIA 601 y Maíz Morado Mejorado (MMM)”.

Localidad. Dos localidades Cullanmayo y Yatún

➤ **Variables dependientes**

Rendimiento. “Es la cantidad producida del cultivo por hectárea”.

Calidad. Mazorcas libres de enfermedades, patógenos y porcentaje de antocianina alto.

## **2.7 Marco metodológico**

### **2.7.1 Diseño de contrastación de hipótesis**

Para contrastar las hipótesis, se usará la prueba de “F” de Fisher-Snedecor se generará un intervalo de confianza de la diferencia entre las medias de las poblaciones. Si P valor  $> 0.05$  se acepta la hipótesis nula, concluyendo que las medias de los tratamientos son semejantes, caso contrario se acepta la hipótesis alternante, concluyendo que existe significación estadística, es decir que las medias o tratamientos son diferentes.

Para la asociación entre variables se empleará la correlación de Pearson, que calcula el momento del coeficiente de correlación entre cada par de variables de la lista.

### **2.7.2 Las pruebas de hipótesis planteada para la asociación son:**

H0:  $\rho = 0$  no existe correlación entre variables

H1:  $\rho \neq 0$  existe correlación entre cada par de variables.

Para la contrastación de la hipótesis se empleó la prueba de “F”

La prueba de hipótesis planteada para la regresión fue:

H0:  $\beta = 0$  no existe efecto de la variable X sobre Y

H1:  $\beta \neq 0$  existe efecto de X sobre la variable Y

En la contrastación de las hipótesis de las relaciones se empleó la prueba de “F” del análisis de varianza y de la regresión. También se utilizó software estadístico especializado: Minitab versión 16, SPSS versión 17, SAS versión 9.0 (SAS Institute Inc.), así como los programas de Micro Soft Office como Excel y Word versión 10.

Los datos biométricos de planta durante el experimento y en cosecha, así como los datos cualitativos de mazorcas se evaluarán en un análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de Duncan (0,05), empleando el procedimiento GLM en un diseño completo al azar en el programa. Los datos serán convenientemente transformados (se probará los supuestos del análisis de varianza).

La hipótesis planteada indica que bajo las condiciones experimentales de las localidades de la provincia de Cutervo, las variedades de maíz morado y el testigo expresan los mismos caracteres morfológicos, físicos, químicos y rendimiento (hipótesis nula).

**Ha** = al menos una variedad supera en rendimiento al testigo.

## **2.8 Población y muestra**

La población está representada por “todas las plantas de las tres variedades de maíz morado del área neta del experimento:  $132.0 \text{ m} \times 4.0 \text{ m} = 528 \text{ m}^2$  y la muestra por las plantas de los surcos centrales de cada tratamiento”.

## **2.9 Materiales, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **2.9.1 Equipos, materiales y herramientas.**

**Equipos.** Equipo de laboratorio para el análisis de suelo, equipo de cómputo, mochila de fumigar de 20 litros de capacidad y balanza de precisión

**Insumos.** Semilla de maíz morado (Local, INIA 601 y MMM) , fertilizantes, pesticidas y combustible

**Herramientas.** Palanas, rastrillos, cuchillas y machetes

**Otros materiales.** Cordel, wincha, estacas, etiquetas, bolsas de papel, material de oficina (Papel, CDs, USB, lapiceros, etc.)

## 2.9.2 Las Técnicas

**Observación.** Para hacer un seguimiento de los procesos de gestión de los productores de maíz morado.

**Estadística.** Aplicado para el análisis en la prueba de hipótesis.

**Análisis de contenidos.** Que será por excelencia utilizada en la obtención de información tales como tratados, libros, revistas especializadas, artículos periodísticos, información de internet y lo producido por los agricultores.

## 2.9.3 Los Instrumentos

**Software estadístico SPSS 15.** Como instrumento de la técnica estadística para poder sistematizar todos los datos registrados.

**Fichas de resumen y textuales.** Como instrumento de la técnica de análisis de registro documental, que será utilizado básicamente en el procesamiento de información descriptiva y estadística, que será utilizado para la parte descriptiva y en algunos casos para la parte explicativa.

## 2.10 Métodos y procedimientos para la recolección de datos

### 2.10.1 Características Evaluadas.

- A. **Emergencia.** Para determinar el porcentaje de emergencia se procederá a contar el número de plantas emergidas a los 15 dds y luego se llevará a porcentaje.
- B. **Precocidad.** Se contará el número de días desde la siembra hasta la madurez fisiológica.
- C. **Vigor de planta.** El vigor de la planta es definido como la propiedad que determina el potencial para un crecimiento rápido y uniforme y un

desenvolvimiento normal de las plantas bajo un amplio rango de condiciones en el campo. 1 = malo, 2 = regular, 3 = bueno y 4 = muy bueno.

- D. Días al 50% de floración masculina y femenina.** Se contará los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta cuando el 50% de las plantas este emitiendo polen o presentaron flores femeninas (pistilos), respectivamente, para lo cual se recorrerá el campo cada 2 días durante 15 días.
- E. Altura de planta.** La altura de planta se determinará en las 4 plantas marcadas de cada unidad básica y será medida en centímetros desde la superficie del suelo hasta el ápice de la panoja (borla terminal).
- F. Altura de inserción de mazorca.** Para esta evaluación se medirá en las plantas marcadas desde el nivel del suelo hasta el nudo donde se inserta la mazorca superior, usándose una cinta métrica pegada a un carrizo.
- G. Número de plantas en los dos surcos centrales.** Se contará el número de plantas de los surcos centrales cosechadas.
- H. Numero de mazorca por planta.** En esta evaluación se tomará el número de mazorcas por planta de las plantas marcadas en cada unidad básica.
- I. Numero de hileras por mazorca.** Se contará el número de hileras por mazorca, en las plantas elegidas, contándose en las mazorcas donde se evaluarán el resto de datos biométricos.
- J. Numero de granos por hilera.** Se contará el número de granos por hilera en las mazorcas de las plantas marcadas, contándose en 4 mazorcas (plantas seleccionadas) donde se evaluaron los datos biométricos anteriores. Con esta información y el número de hileras por mazorca, se encontrará el número de granos por mazorca.
- K. Longitud de mazorca.** Se registraron las mazorcas de las plantas etiquetadas y previamente elegidas al azar y se midió su longitud de extremo a extremo de cada mazorca (base de la mazorca hasta la punta de la mazorca).
- L. Diámetro de mazorca.** Se midió el diámetro de las mazorcas evaluadas para longitud y se midió en el tercio medio de cada mazorca, se midió el diámetro, con una cinta métrica que vino a ser el perímetro ( $2*\pi*r$ ), esta magnitud se

dividió entre el valor de la constante Pi (3.1416), para obtenerse el diámetro de la mazorca.

- M. Presencia de plagas y enfermedades.** Se evaluará utilizando una escala de 6 grados donde: 1 = sin síntomas (resistente) y 6 = muy susceptible. Para el caso de Virus la escala es S = susceptible y R = sin síntomas. Para plagas usar la misma escala de evaluación para enfermedades.
- N. Rendimiento (kg/parcela).** Será a la cosecha en seco, se tomará el peso total de mazorcas de cada parcela.
- O. Rendimiento kg/ha.** Se pesará la cantidad de mazorcas cosechados de cada parcela y luego se transformará el rendimiento por hectárea.
- P. Peso de 100 granos.** Del rendimiento del grano obtenido en cada parcela se tomará una muestra de 250 gr. Luego se contabilizará el número de granos y por regla de 3 simples se determinará el peso de 100 granos.

### 2.10.2 Diseño del plan experimental

El tipo de investigación será aplicada – experimental.

El diseño experimental a emplearse en el presente trabajo de investigación es Bloques Completamente al Azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones.

Tratamiento en estudio.

Los tratamientos en estudio son tres, que se distribuyeron en el campo como se muestra en la tabla 17.

**Tabla 17.** *Tratamientos en estudio*

Clave	variedades	Repeticiones			
		I	II	III	IV
1	INIA 601	102	201	303	401
2	MMM	103	202	302	403
3	Testigo	101	203	301	402

**Nota.** *Elaboración propia, 2016.*

### **Características del campo experimental**

Se sembraron las parcelas una a continuación de la otra dejando áreas libres de un metro de ancho entre repetición las cuales se construyeron las calles y acequias de riego.

#### **Repeticiones**

✓	Nº de repeticiones	:	4
✓	Nº de tratamientos por repetición:		3
✓	Largo de repetición	:	24.0 m.
✓	Ancho de repetición	:	5.5 m.
✓	Área de repetición	:	132.0 m <sup>2</sup>

#### **Parcelas**

✓	Nº de parcelas / repetición	:	3
✓	Largo	:	8.0 m.
✓	Ancho	:	5.5.0 m.
✓	Área	:	44.0 m <sup>2</sup>

#### **Surcos**

✓	Nº de surcos por parcela	:	10
✓	Largo	:	5.5 m.
✓	Distanciamiento	:	0.8 m.

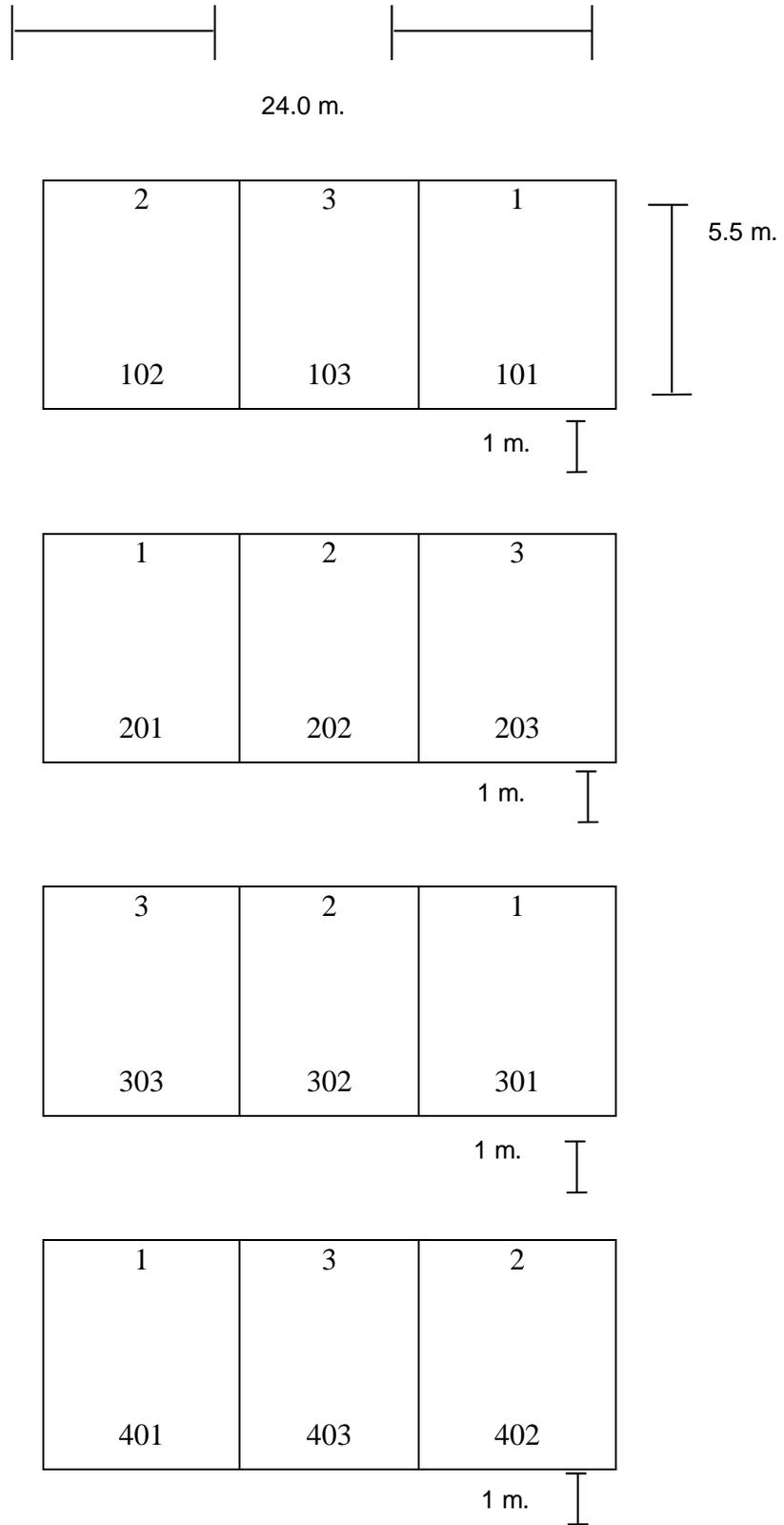
#### **Plantas**

✓	Nº de golpes/surco	:	11
✓	Distanciamiento	:	0.5 m.

#### **Resumen de Área**

✓	Área por parcela	:	44.0 m <sup>2</sup>
✓	Área por repetición	:	132.0 m <sup>2</sup>
✓	Área neta experimento	:	528.0 m <sup>2</sup>
✓	Área total experimentos	:	702.0 m <sup>2</sup>

# Croquis del campo experimental



Área neta del experimento:  $132.0 \times 4 = 528.0 \text{ m}^2$

Área total del experimento:  $27.0 \times 26.0 \text{ m} = 702.0 \text{ m}^2$ .

### **Influencia del número de plantas cosechadas sobre el rendimiento en grano**

#### **Localidad de Yatun.**

Análisis de regresión: Rendimiento versus número de plantas

La ecuación de regresión es

Rendimiento =  $- 3.165 + 0.05629$  número de plantas

S = 0.342001 R-cuadrático = 70.8% R-cuadrático (ajustado) = 67.9%

**Tabla 18.** *Análisis de varianza de la regresión: Rendimiento versus número de plantas en Yatún.*

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Regresión	1	2.83558	2.83558	24.24	0.001
Error	10	1.16965	0.11697		
Total	11	4.00523			

Se observa que la regresión es significativa-

#### **Localidad Cullanmayo**

Análisis de regresión: Rendimiento (t/ha) versus número de plantas

La ecuación de regresión es

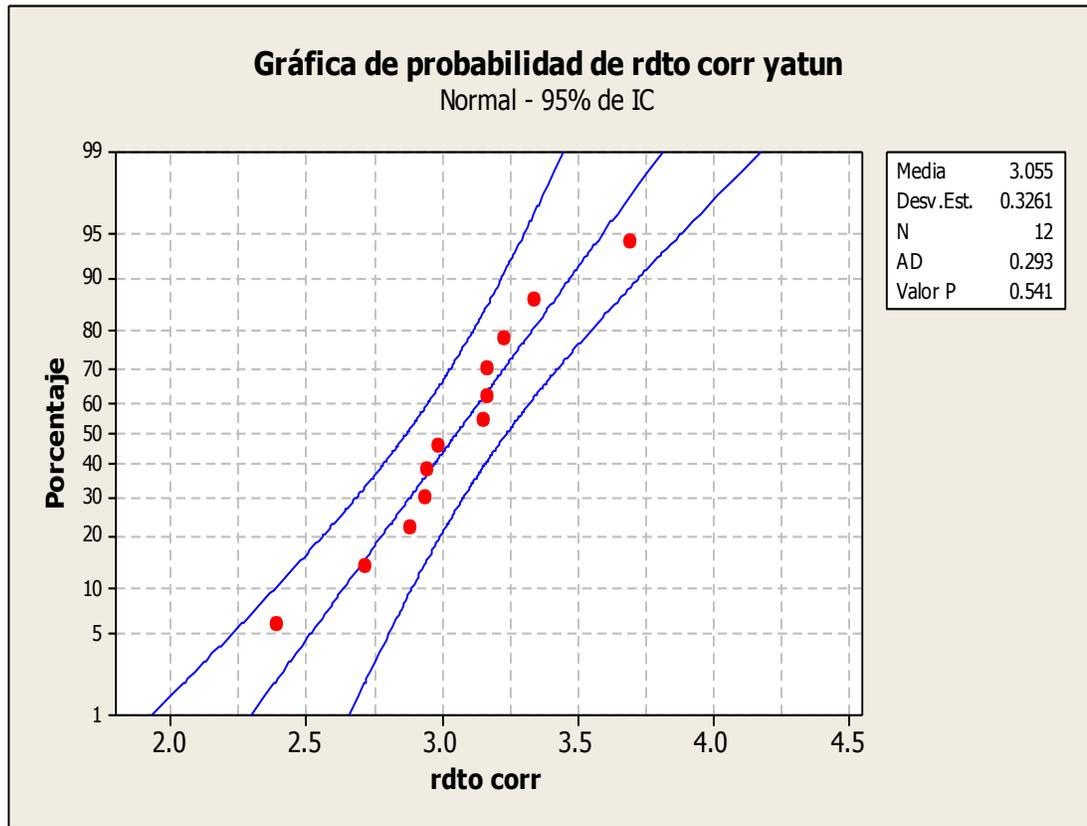
Rendimiento (t/ha) =  $- 0.6282 + 0.05928$  número de plantas

S = 0.299602 R-cuadrático = 90.9% R-cuadrático (ajustado) = 90.0%

**Tabla 19.** *Análisis de varianza de la regresión: Rendimiento versus número de plantas en Cullanmayo.*

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Regresión	1	8.92708	8.92708	99.45	0.000
Error	10	0.89762	0.08976		
Total	11	9.82470			

Se observa también que la regresión es altamente significativa, indicando que los rendimientos obtenidos son con diferente número de plantas, condición que genera un error, por lo que se tiene que corregirse los rendimientos a población constante, que equivalen aplicar la técnica del análisis de covarianza.



**Figura 7.** Prueba de normalidad para rendimiento.

### 2.11 Análisis estadístico de los datos

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

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

Donde:

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

$\mu =$  Es la media general del experimento.

$t_i =$  Es el efecto asociado del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j =$  Es el efecto asociado al  $j$ -ésimo bloque

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

**Tabla 20.** *Formato general del análisis individual de varianza*

Fuente de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Bloques	$(r-1) = 3$	$\frac{\sum x_j^2}{t} - \frac{(\sum x_j)^2}{rt} = sc. Bloques$
Tratamientos	$(t-1) = 2$	$\frac{\sum x_j^2}{r} - \frac{x^2}{rt} = sc. Tratamientos$
Error	$(t-1)(r-1) = 6$	Por Diferencia
Total	$(txr-1) = 11$	$\frac{\sum x^2}{ijij} - \frac{(\sum x_i)^2}{rt} = sc. Total$

**Nota.** *Stell y Torrie (1985).*

Para la comparación de medias de los tratamientos (genotipos) se empleó la prueba discriminadora de Duncan al 5% de probabilidad.

Para la contrastación de las hipótesis se empleó la prueba de “F” del análisis de varianza.

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 grano, para ver si se aplica la estadística descriptiva.

En el presente trabajo se empleó software estadístico especializado, como: SPSS for Windows versión 22, MINITAB versión 18 y el Infostat de la UNC de Argentina, así como los programas de Microsoft Office: Excel y Word versión 2010.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1 Prueba de los supuestos del análisis de varianza

El método para la contrastación de la hipótesis procede de una distribución normal, que se grafica en el “papel de probabilidad normal”, donde la nube de puntos se agrupan alrededor de la línea de regresión. Para nuestro caso la prueba de la normalidad, se hizo con la metodología de Anderson y Darling.

$$AD_n^2 = \left( \frac{- \left\{ \sum_{i=1}^n (2i-1) [\ln Z_i + \ln (1 - Z_{n+1-i})] \right\}}{n} \right)^2$$

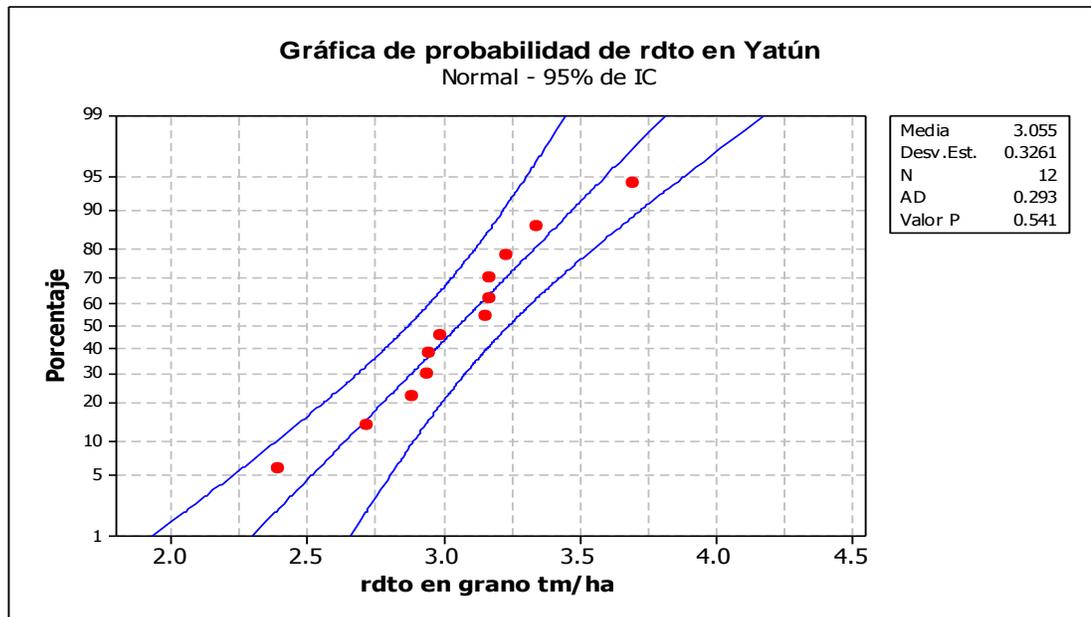
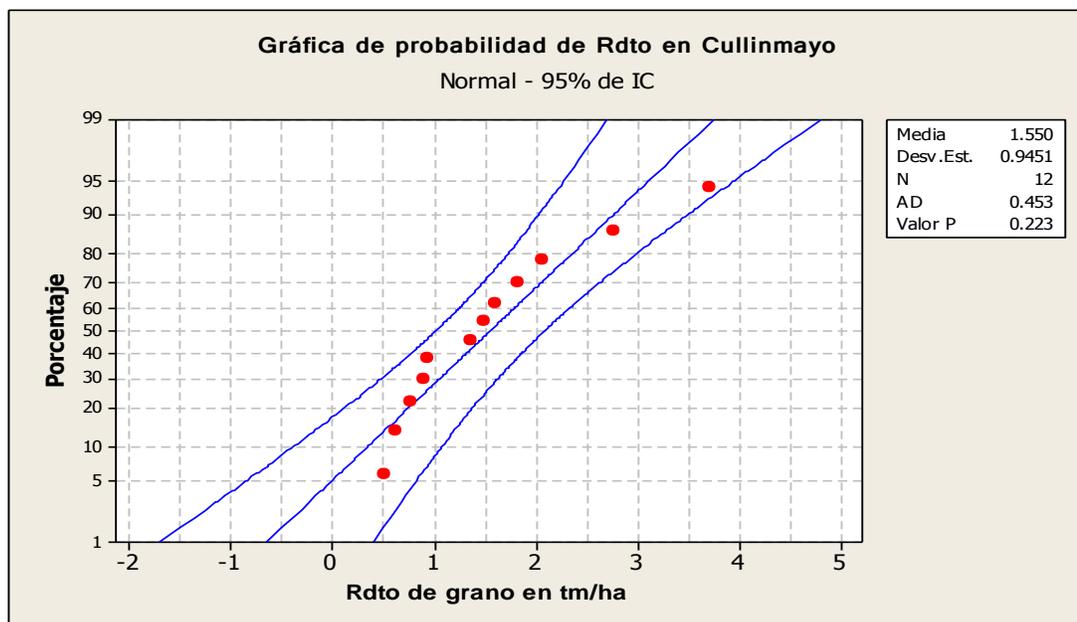


Figura 8. Prueba de normalidad para rendimiento en la localidad de Yatún.



**Figura 9.** Prueba de normalidad para rendimiento en la localidad Cullanmayo

#### A. Homogeneidad de varianzas

Uno de los supuestos más requeridos en estadística es la homogeneidad de varianzas, siendo crucial en “la calidad de los procedimientos estadísticos utilizados tanto en pruebas de hipótesis como en la construcción de intervalos de confianza”.

La prueba de hipótesis planteada fue:

**Ho:** “las varianzas son homogéneas, comparado con la alternativa”

**Ha:** “las varianzas no son homogéneas, como los valores del nivel de significación (P-valor) son mayores de  $\alpha=0.05$  ( $P=0.861$ ) para Bartlett, entonces aceptamos la hipótesis nula, indicando varianzas homogéneas, para Localidades y variedades, por lo que el cuadrado medio del error es una medida ponderada de las varianzas de cada tratamiento”. Figura 10.

Entre las pruebas existentes que nos permite verificar el supuesto de homogeneidad; es “el método de Bartlett”, el cual se utilizó.

La  $X^2$  de Bartlett se define matemáticamente con la ecuación siguiente:

$$X^2_{\text{Bartlett}} = \frac{\left[ \ln \frac{\sum \sigma^2 (n-1)}{\Sigma (n-1)} \right] \cdot \Sigma (n-1)}{1 + \frac{K+1}{3(K-1)(N-K)}}$$

**Dónde:**

$X^2_{\text{Bartlett}}$  = “valor estadístico de esta prueba”.

ln = “logaritmo natural”.

$\sigma^2$  = “varianza”.

n = “tamaño de la muestra del grupo”.

K = “número de grupos participantes”.

N = “tamaño total (sumatoria de las muestras)”.

**Tabla 21.** Prueba de varianzas iguales: “Rendimiento de grano t/ha versus localidad, Variedad. Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar”

Localidad	Variedad	N	Inferior	Desv. Est.	Superior
Cullanmayo	INIA 601	4	0.165956	0.348495	2.39709
Cullanmayo	Morado mejorado	4	0.096111	0.201825	1.38823
Cullanmayo	Testigo	4	0.111991	0.235171	1.61761
Yatún	INIA 601	4	0.109429	0.229793	1.58061
Yatún	Morado mejorado	4	0.186931	0.392540	2.70005
Yatún	Testigo	4	0.160239	0.336488	2.31451

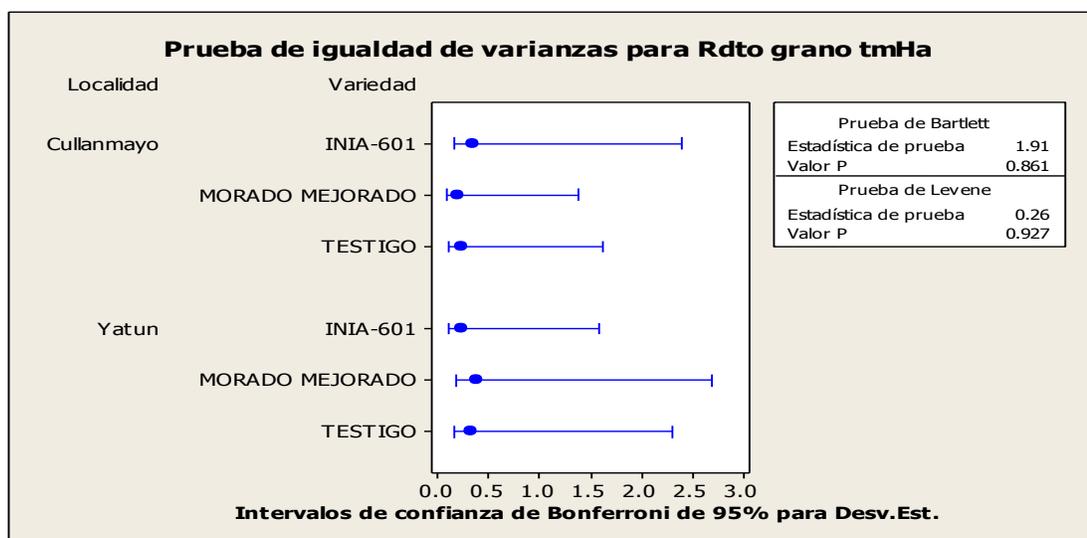
Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 1.91, valor p = 0.861

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.26, valor p = 0.927

Como los p-Valor encontrados son mayores de  $\alpha=0.05$ , concluimos que se cumple también con la homogeneidad de varianzas.



**Figura 10.** Prueba de varianzas homogéneas para las dos localidades.

## 3.2 Análisis univariado

### 3.2.1 Rendimiento en grano en toneladas por hectárea

En este estudio el análisis de varianza mostró la existencia de una significancia alta para localidades, denotándose un “comportamiento heterogéneo para rendimiento” (Tabla 22).

Se obtuvo un 15.01% de coeficiente de variabilidad considerado como valor bajo, indicando que son regularmente homogéneos los datos, los que nos indica una validez en el recojo de datos y el diseño experimental, valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una buena precisión (Toma y Rubio, 2008; Martínez, 1995) por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central (Tabla 22)

Por cada hectárea se obtuvo un 2.3 toneladas como promedio. La prueba de Duncan para localidades, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior es la localidad Yatún, que presentó el mayor rendimiento con 3.05 t/ha, y superó estadísticamente a la localidad Cullanmayo en un 96.77%, que obtuvo solo 1.55 t/ha, los altos rendimientos en Yatún se atribuye a que presenta un suelo con mejores propiedades físicas, químicas y biológicas, el cultivo estuvo instalado bajo riego y además presenta temperaturas

más altas, ya que la temperatura optima del maíz morado es de 24 °C (Tabla 23 figura 11).

La prueba de Duncan para variedades, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, hallándose que el mayor rendimiento lo tuvo el testigo con 2.44 t/ha y en el último lugar de orden de mérito se ubicó la variedad Morado mejorado con 2.13 t/ha, resultados atribuibles a la mejor adaptación del testigo (Tabla 24, Figura 12).

La prueba de Duncan para variedad x localidad, se observó significancias entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por los tratamientos Yatún-Testigo, Yatún-INIA 601 y Yatún-Morado Mejorado con 3.23, 3.01 y 2.92 t/ha, respectivamente; y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que el tratamiento Cullanmayo-Morado Mejorado, se ubicó en el último lugar de orden de mérito con solo 1.35 tm/ha. Debido a que la localidad de Cullanmayo presenta un suelo franco arenoso esto no permite tener una buena retención de humedad, en cuanto al clima presenta bajas temperaturas y el cultivo se instaló en condiciones de secano (Tabla 25, figura 13).

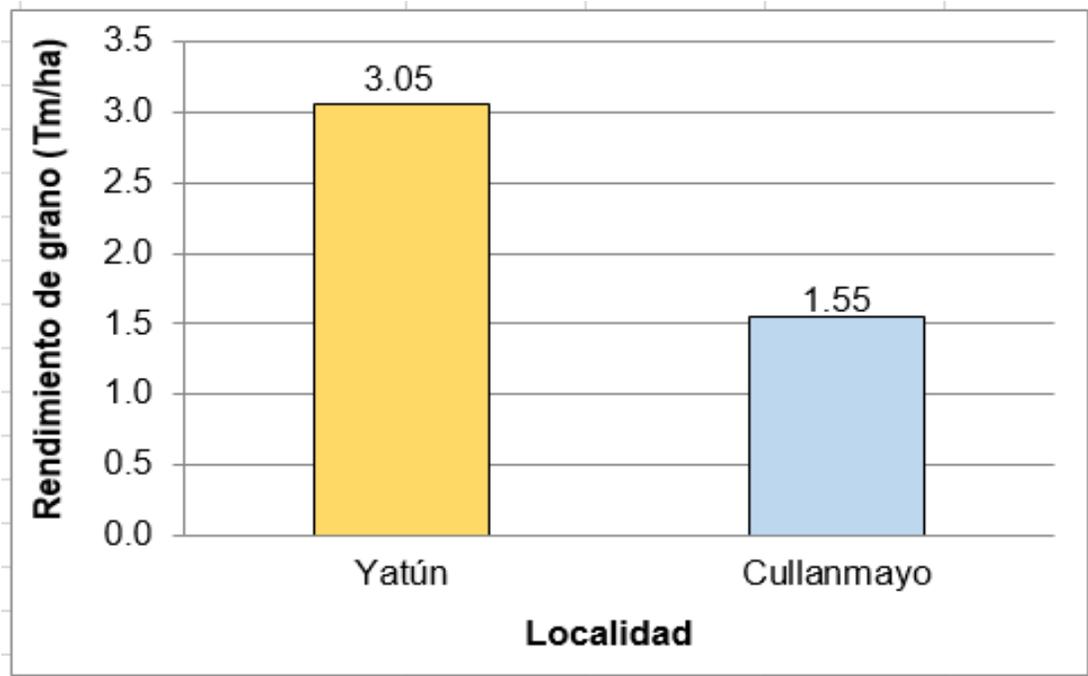
**Tabla 22.** *Análisis de varianza combinado para rendimiento en grano*

F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	14.21	11	1.29	10.81	0.0001
Bloques	0.01	3	2.5E-03	0.02	0.9958
Bloques*Localidad	0.17	3	0.06	0.48	0.7031
Localidad	13.58	1	13.58	113.66	<0.0001
Variedad	0.38	2	0.19	1.61	0.2405
Localidad*variedad	0.07	2	0.04	0.29	0.7512
Error	1.43	12	0.12		
Total	15.65	23			

CV=15.01%

**Tabla 23.** Rendimiento en grano en t/ha, según localidad

O.M.	Localidad	Rendimiento en grano (t/ha)	Sign.
1	Yatún	3.05	A
2	Cullanmayo	1.55	B
Promedio		2.30	

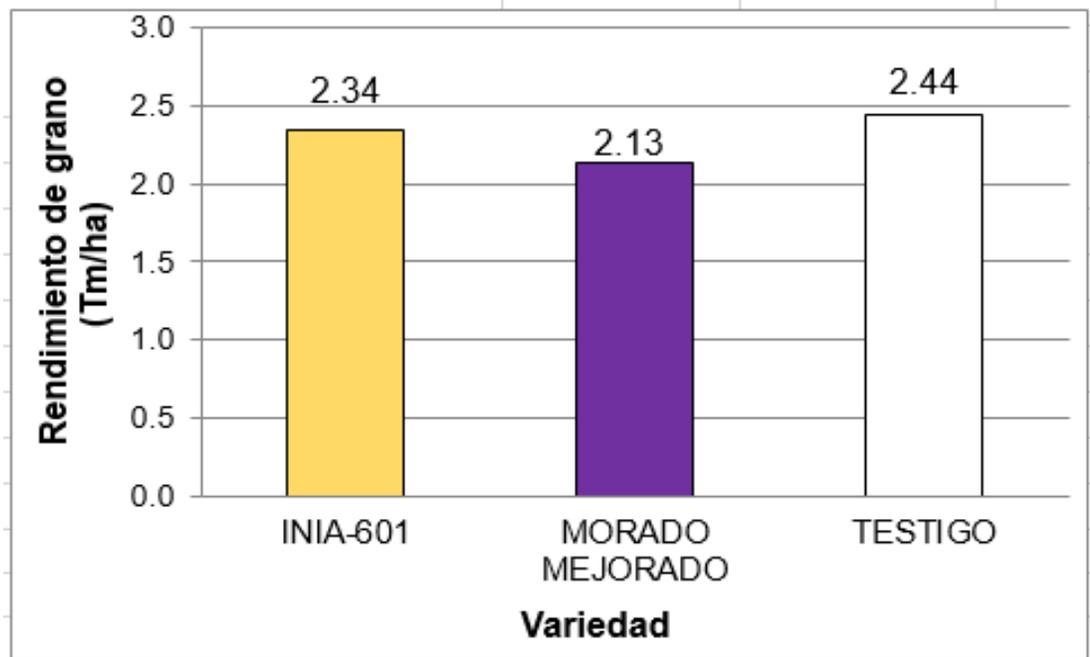


**Figura 11.** Rendimiento en grano en t/ha, según localidad

**Tabla 24.** Rendimiento en grano en Tm/ha, según variedad

O.M.	Variedad	Rendimiento en grano (t/ha)	Sign.
1	Testigo	2.44	A
2	INIA 601	2.34	A
3	Morado Mejorado	2.13	A
Promedio		2.30	

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

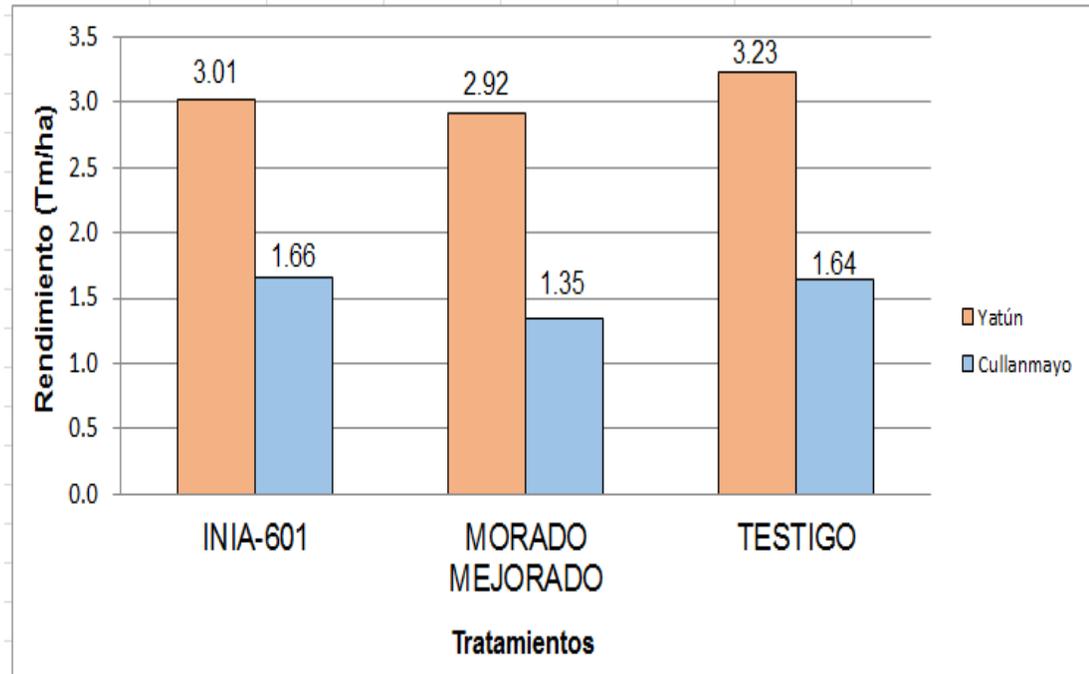


**Figura 12.** Rendimiento en grano en t/ha, según variedad

**Tabla 25.** Rendimiento en grano en t/ha, según localidad x variedad

O.M.	Tratamientos	Rendimiento en grano (t/ha)	Sign.
1	Yatún-Testigo	3.23	A
2	Yatún-INIA 601	3.01	A
3	Yatún-Morado Mejorado	2.92	A
4	Cullanmayo-INIA 601	1.66	B
5	Cullanmayo-Testigo	1.64	B
6	Cullanmayo-Morado Mejorado	1.35	B
	Promedio	2.30	

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



**Figura 13.** Rendimiento en grano en t/ha, según localidad x variedad

### 3.2.2 Longitud de mazorca

El análisis de varianza mostro estadísticamente una alta significación solo para localidad, mostrando un comportamiento heterogéneo para longitud de mazorca (Tabla 26)

Con respecto al coeficiente de variabilidad se obtuvo un 9.16%, considerado como valor bajo, indicando que son muy homogéneos; los datos, los que nos indica una validez en el recojo de datos y el diseño experimental, valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una buena precisión (Toma y Rubio, 2008; Martínez, 1995) por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central (Tabla 26).

Se halló un longitud promedio de 13.27 cm. Según las localidades, la prueba de Duncan arrojo diferencias significativas en los promedios, hallando dos diferentes subconjuntos: “El primero y superior es la localidad Yatún, con mayor longitud en 14.91 cm superando estadísticamente a la localidad Cullanmayo que tuvo 11.63 cm ubicándose en el último lugar debido al clima adverso, menores precipitaciones pluviales y poca retención de humedad en el suelo (Tabla 27 figura 14).

La prueba de Duncan para variedades, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, hallándose que el mayor rendimiento lo tuvo el testigo con 2.44 t/ha y en el último lugar de orden de mérito se ubicó la variedad Morado mejorado con 2.13 t/ha, resultados atribuibles a la mejor adaptación del testigo (Tabla 24, Figura 12).

La prueba de Duncan para variedad x localidad, se observó significancias entre promedios, encontrando dos diferentes subconjuntos, el primero y superior, conformado por los tratamientos Yatún-INIA 601, Yatún-Morado y Yatún-Testigo, con 15.20; 14.86 y 14.68 respectivamente; y superando al resto; además el tratamiento Cullanmayo Testigo con 10.93 cm de longitud de mazorca (Tabla 29, figura 16).

**Tabla 26.** *Análisis de varianza para longitud de mazorca*

F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	80.13	11	7.28	4.93	0.0053
Bloques	7.08	3	2.36	1.60	0.2417
Bloques*Localidad	2.64	3	0.88	0.60	0.6293
Localidad	64.81	1	64.81	43.87	<0.0001
Variedad	3.09	2	1.55	1.05	0.3813
Localidad*variedad	2.51	2	1.25	0.85	0.85
Error	17.73	12	1.48		
Total	97.86	23			

CV=9.16%

**Tabla 27.** *Longitud de mazorca, según localidad*

O.M.	Localidad	Longitud de mazorca (cm)	Sign.
1	Yatún	14.91	A
2	Cullanmayo	11.63	B
	Promedio	13.27	

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

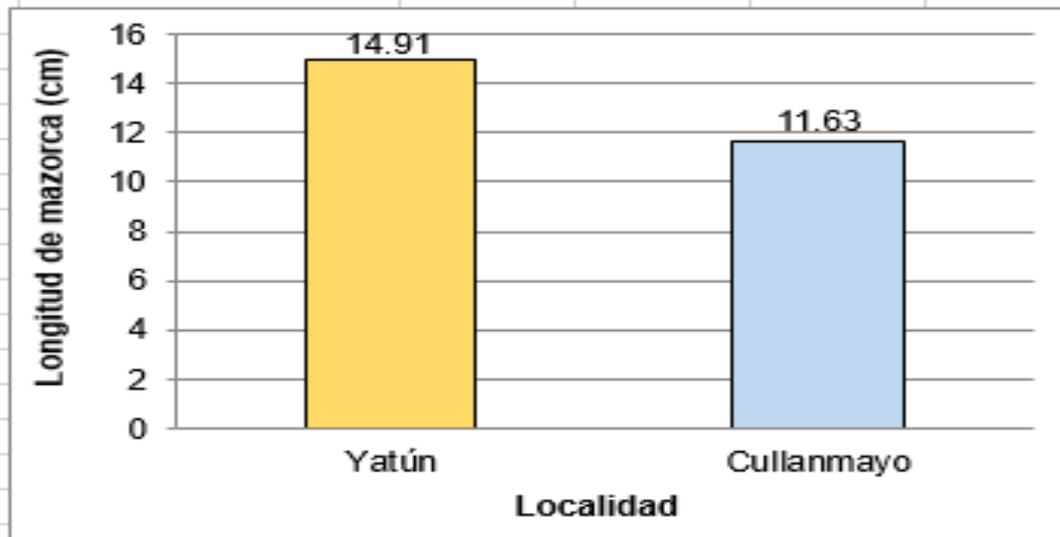


Figura 14. Longitud de mazorca, según localidad

Tabla 28. Longitud de mazorca, según variedad

O.M.	Variedad	Longitud de mazorca (cm)	Sign.
1	Morado Mejorado	13.67	A
2	INIA 601	13.33	A
3	Testigo	12.80	A
Promedio		13.27	

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

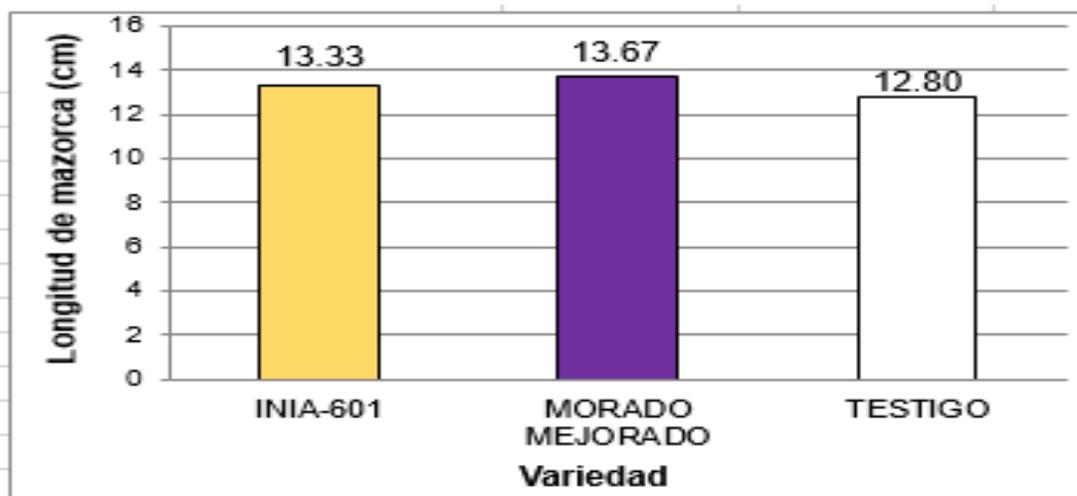
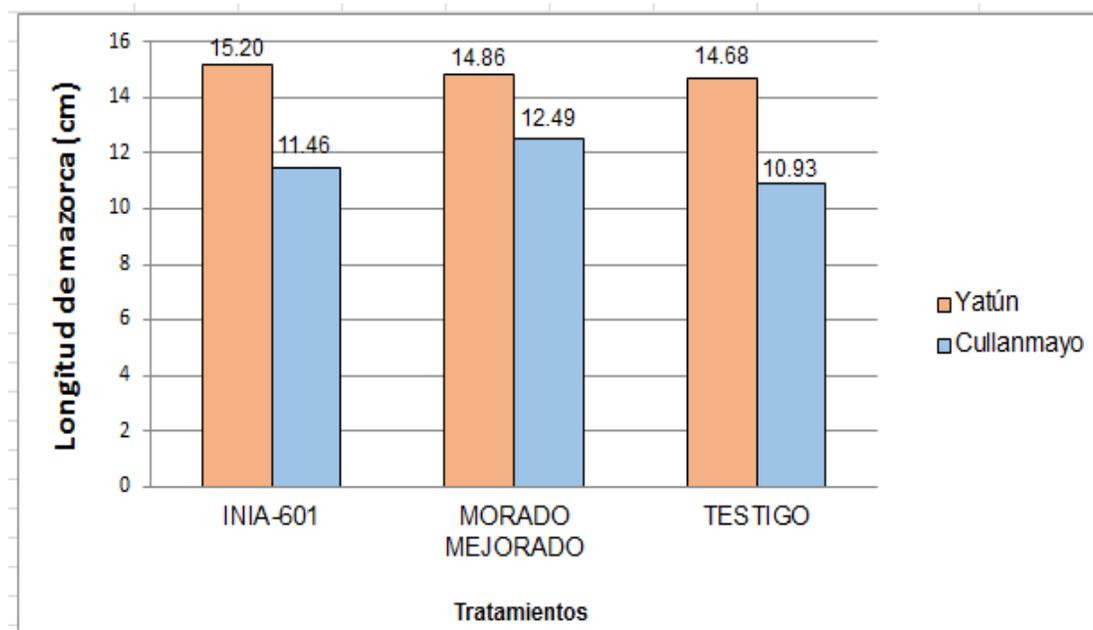


Figura 15. Longitud de mazorca, según variedad

**Tabla 29.** Longitud de mazorca, según localidad por variedad

O.M.	Tratamientos	Longitud de mazorca (cm)	Sign.
1	Yatún-INIA 601	15.20	A
2	Yatún-Morado Mejorado	14.86	A
3	Yatún-Testigo	14.68	A
4	Cullanmayo-Morado Mejorado	12.49	B
5	Cullanmayo-INIA 601	11.46	B
6	Cullanmayo-Testigo	10.93	B
	Promedio	13.27	

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



**Figura 16.** Longitud de mazorca, según localidad por variedad

### 3.2.3 Calidad de la mazorca

El tamaño de la mazorca, es uno de lo más importante que influye en la calidad del maíz morado, y esto se basa en el establecimiento de tres calidades que ingresan al mercado mayorista Lima.

**Tabla 30.** *Calidades del maíz morado*

Calidades	Tamaño de mazorca
Ira. calidad	Mayor a 15 cm
2da. calidad	5 – 15 cm
Descarte	Picados, dañados

**Nota.** *Entrevista a mayoristas de Lima, 2017. Elaboración: Solid Perú*

**Tabla 31.** *Calificación de la calidad según longitud de mazorca*

Localidad	Variedad	Bloques	Longitud de mazorca (cm)	Calidad de mazorca según longitud
Yatún	INIA 601	1	16.15	1era calidad
Yatún	INIA 601	2	15.00	2da Calidad
Yatún	INIA 601	3	14.62	2da Calidad
Yatún	INIA 601	4	15.02	1era calidad
Yatún	Morado Mejorado	1	14.64	2da Calidad
Yatún	Morado Mejorado	2	14.65	2da Calidad
Yatún	Morado Mejorado	3	15.40	1era calidad
Yatún	Morado Mejorado	4	14.75	2da Calidad
Yatún	Testigo	1	15.31	1era calidad
Yatún	Testigo	2	14.80	2da Calidad
Yatún	Testigo	3	13.35	2da Calidad
Yatún	Testigo	4	15.25	1era calidad
Cullanmayo	INIA 601	1	9.30	2da Calidad
Cullanmayo	INIA 601	2	14.10	2da Calidad
Cullanmayo	INIA 601	3	10.40	2da Calidad
Cullanmayo	INIA 601	4	12.05	2da Calidad
Cullanmayo	Morado Mejorado	1	13.75	2da Calidad
Cullanmayo	Morado Mejorado	2	12.50	2da Calidad
Cullanmayo	Morado Mejorado	3	10.80	2da Calidad
Cullanmayo	Morado Mejorado	4	12.90	2da Calidad
Cullanmayo	Testigo	1	12.55	2da Calidad
Cullanmayo	Testigo	2	10.35	2da Calidad
Cullanmayo	Testigo	3	9.40	2da Calidad
Cullanmayo	Testigo	4	11.40	2da Calidad

En la tabla se muestra la calidad de mazorca, mostrando que en la localidad de Cullanmayo el 100% de las mazorcas fueron de segunda calidad, por tener mazorcas pequeñas, para las tres variedades, resultados atribuible a las condiciones adversas de clima, bajas precipitaciones pluviales, un suelo con poca retención de humedad en Cullanmayo, mientras que el Yatún, por tener agua de riego, y mejores condiciones de suelo el 40% de las mazorcas de las variedades INIA 601 y testigo fueron de primera calidad.

Incluso estas mazorcas por unidad de peso tienen mayor contenido de antocianinas. Resultados que concuerdan con los encontrados por el INIA Cajamarca, y Chávez, quienes encontraron que muestras de coronta de las mazorcas más largas tienen mayor contenido de antocianinas, que las provenientes de mazorcas pequeñas.

**Tabla 32.** *Calificación de la longitud de la mazorca según características de calidad Usando el Software SPSS de Windows versión 24*

Localidad	Calidad		Variedad			Total
			INIA 601	Morado Mejorado	Testigo	
Cullanmayo	2da Calidad	Recuento	4 <sub>a</sub>	4 <sub>a</sub>	4 <sub>a</sub>	12
		Frecuencia esperada	4.0	4.0	4.0	12.0
		% dentro de Calidad	33.3%	33.3%	33.3%	100.0%
		% dentro de Variedad	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	33.3%	33.3%	33.3%	100.0%
Yatún	1era calidad	Recuento	2 <sub>a</sub>	1 <sub>a</sub>	2 <sub>a</sub>	5
		Frecuencia esperada	1.7	1.7	1.7	5.0
		% dentro de Calidad	40.0%	20.0%	40.0%	100.0%
	% dentro de Variedad	50.0%	25.0%	50.0%	41.7%	
	% del total	16.7%	8.3%	16.7%	41.7%	
	2da Calidad	Recuento	2 <sub>a</sub>	3 <sub>a</sub>	2 <sub>a</sub>	7
Frecuencia esperada		2.3	2.3	2.3	7.0	

% dentro de Calidad	28.6%	42.9%	28.6%	100.0%
% dentro de Variedad	50.0%	75.0%	50.0%	58.3%
% del total	16.7%	25.0%	16.7%	58.3%

Cada letra de subíndice indica un subconjunto de variedad categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel 0.05.

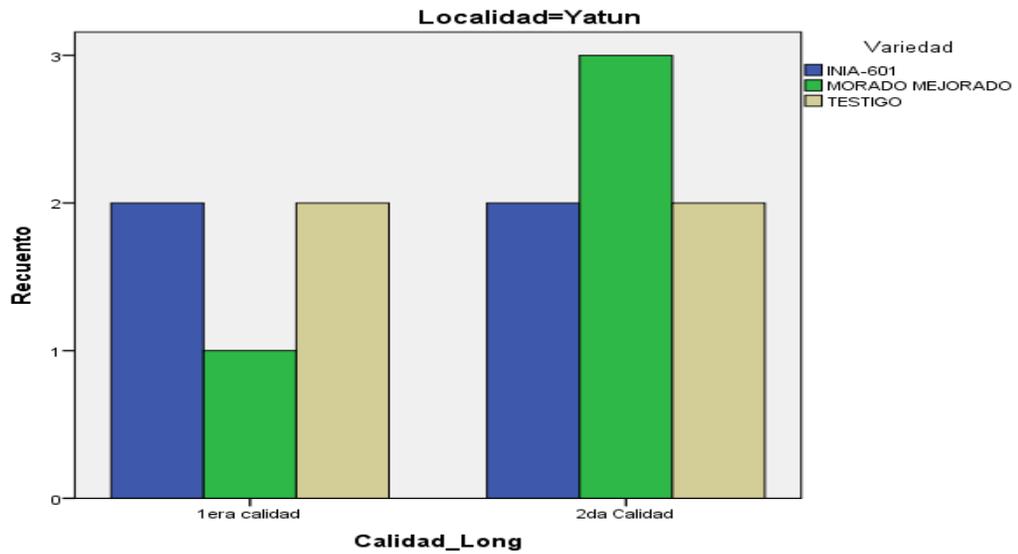


Figura 17. Calidad según calidad y variedad, localidad de Yatún.

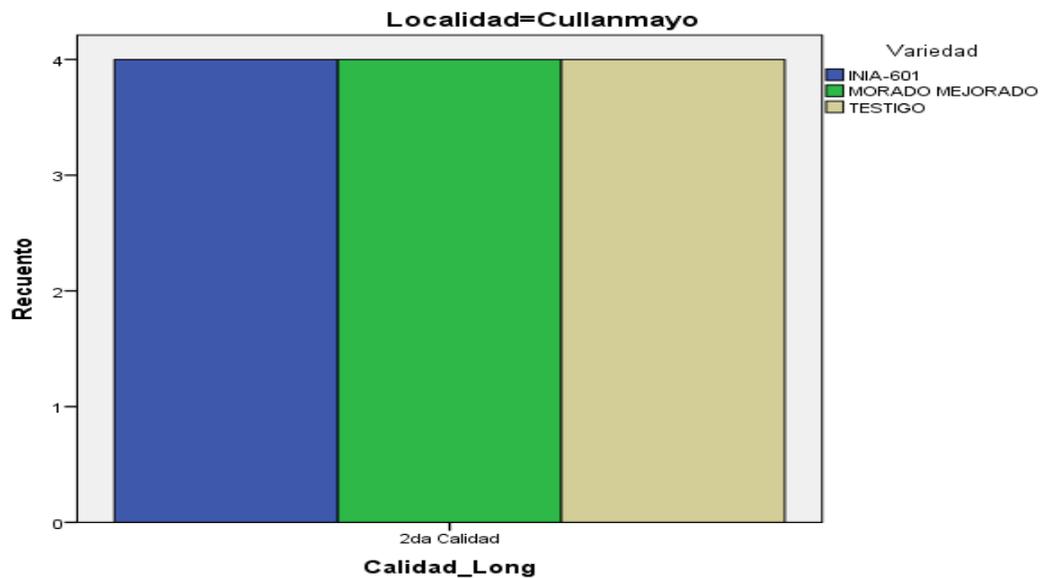


Figura 18. Calidad según calidad y variedad, localidad de Cullanmayo.

### 3.2.4 Días a la floración femenina

El análisis de varianza mostro estadísticamente una alta significación solo para “localidad, variedad y para la interacción localidad x variedad” mostrando un comportamiento heterogéneo (Tabla 30)

Con respecto al coeficiente de variabilidad se obtuvo un 2.69%, considerado como valor bajo, indicando que son muy homogéneos; los datos, los que nos indica una validez en el recojo de datos y el diseño experimental, valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una buena precisión (Toma y Rubio, 2008; Martínez, 1995) por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central (Tabla 30).

Se halló un 111.13 días de floración femenina. Según las localidades, la prueba de Duncan arrojo diferencias significativas en los promedios, hallando dos diferentes subconjuntos: “El primero y superior es la localidad Cullanmayo, con mayores días en 134.75 días comportándose en la más tardía en crecimiento en un clima superando estadísticamente a la localidad Yatun con solo 87.50 días a la floración femenina debido al clima que presentó esta localidad (Tabla 31, figura 21).

La prueba de Duncan para variedades, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, hallándose que el mayor rendimiento lo tuvo el testigo con 2.44 t/ha y en el último lugar de orden de mérito se ubicó la variedad Morado mejorado con 2.13 t/ha, resultados atribuibles a la mejor adaptación del testigo (Tabla 24, Figura 12).

Con respecto a la localidad, la prueba de Duncan, se observó significancias entre promedios, encontrando dos diferentes subconjuntos, el primero y superior, conformado por Cullanmayo con 134.75 días a la floración femenina que se comparto como las más tardía por crecer en un clima frio prolongándose el periodo vegetativo superando a Yatun con solo 87.50 días a la floración femenina debido al clima calidad que presento esta localidad (Tabla 31, figura 21).

**Tabla 33.** Análisis de varianza para días a la floración femenina

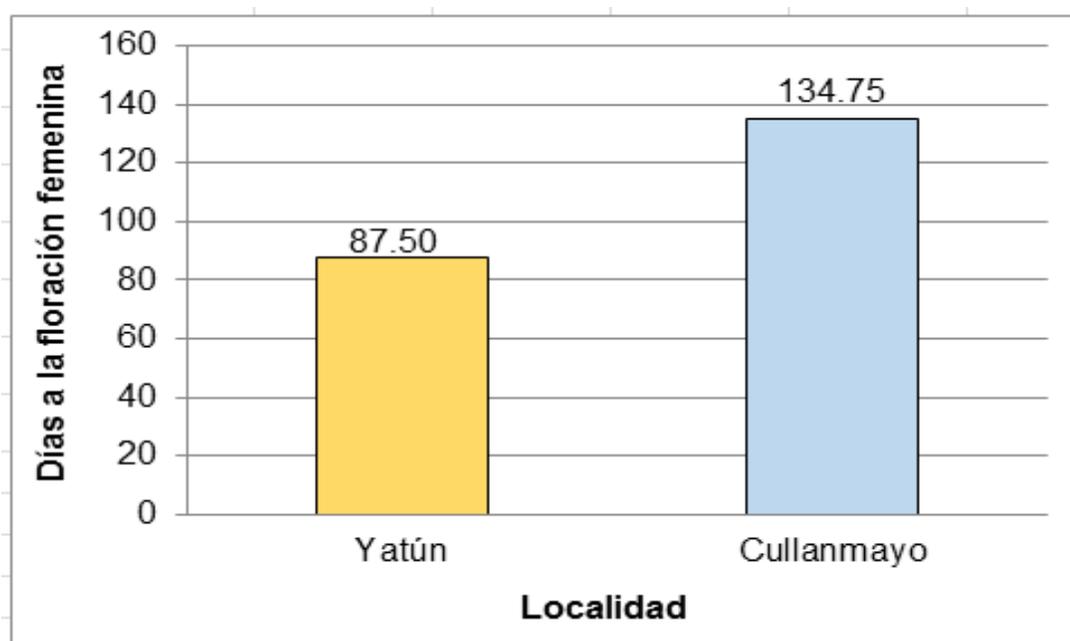
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	13909.63	11	1264.51	141.81	<0.0001
Bloques	40.13	3	13.38	1.50	0.2646
Bloques*Localidad	33.13	3	11.04	1.24	0.3389
Localidad	13395.38	1	13395.38	1502.29	<0.0001
Variedad	209.25	2	104.63	11.73	0.0015
Localidad*variedad	231.75	2	115.88	13.00	0.0010
Error	107.00	12	8.92		
Total	14016.63	23			

CV=2.69%

**Tabla 34.** Días a la floración femenina, según localidad

O.M.	Localidad	Días a la floración femenina	Sign.
1	Cullanmayo	134.75	A
2	Yatún	87.50	B
	Promedio	111.13	

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

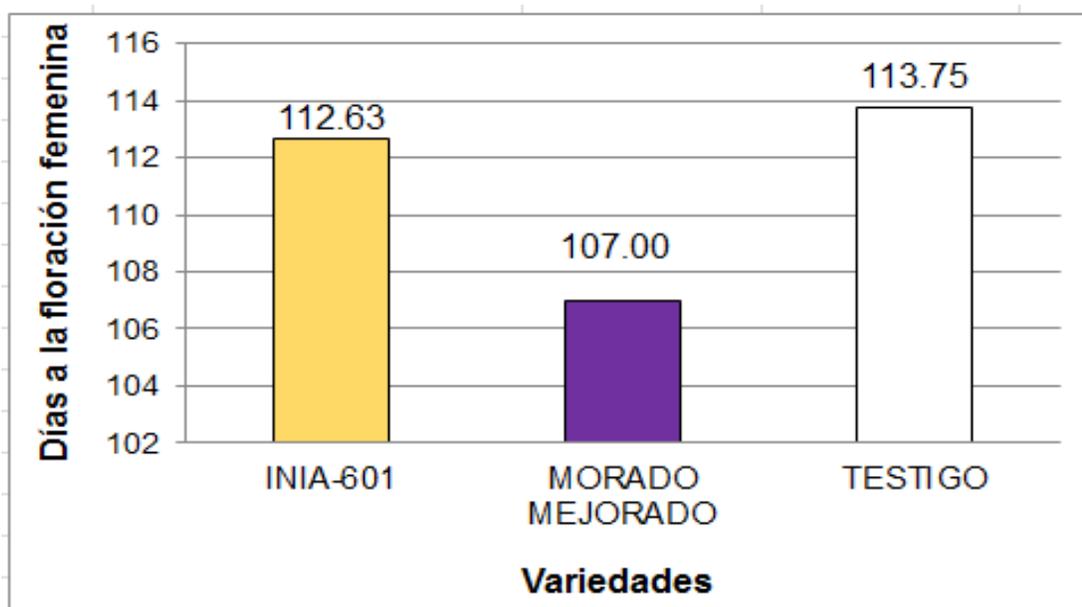


**Figura 19.** Días a la floración femenina, según localidad

**Tabla 35.** *Días a la floración femenina, según variedad*

O.M.	Variedad	Días a la floración femenina	Sign.
1	Testigo	113.75	A
2	INIA-601	112.63	A
3	Morado Mejorado	107.00	B
Promedio		111.13	

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

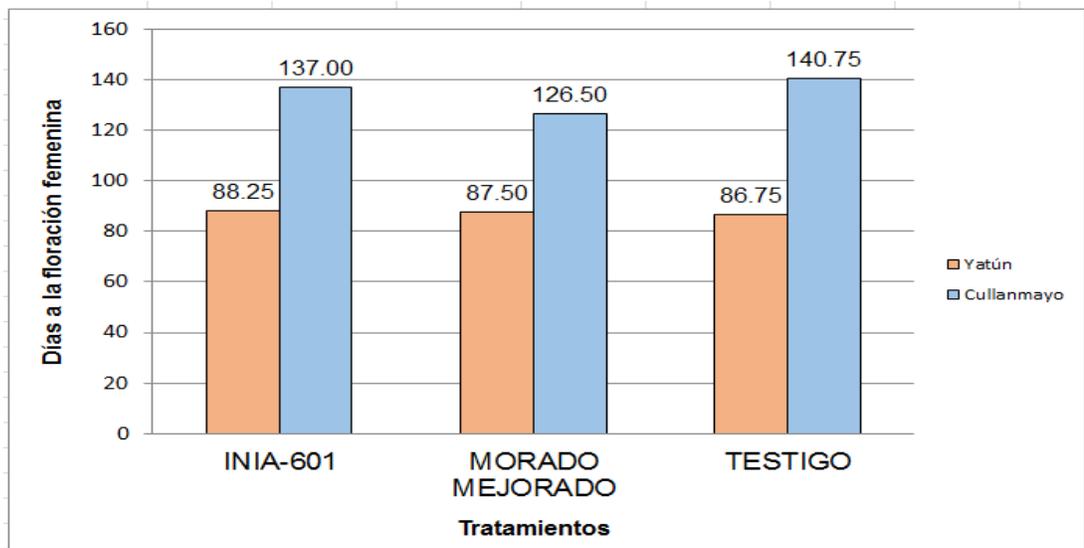


**Figura 20.** *Días a la floración femenina, según variedad*

**Tabla 36.** *Días a la floración femenina, según localidad por variedad*

O.M.	Tratamientos	Días a la floración femenina	Sign.
1	Cullanmayo-Testigo	140.75	A
2	Cullanmayo-INIA 601	137.00	A
3	Cullanmayo-morado mejorado	126.50	B
4	Yatún-INIA 601	88.25	C
5	Yatún-Morado mejorado	87.50	C
6	Yatún-Testigo	86.75	C
Promedio		111.13	

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



**Figura 21.** *Días a la floración femenina, según localidad por variedad*

### 3.2.5 Días a la floración masculina

El análisis de varianza indicó que existió significación estadística para bloques y alta significación estadística para localidad, variedad y para la interacción localidad x variedad, mostrando un comportamiento heterogéneo para días a la floración masculina (Tabla 37).

El coeficiente de variabilidad fue de 3.73%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995) por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central (Tabla 37).

El promedio experimental fue de 107.17 días a la floración masculina, menor al promedio de días a floración femenina (111 días), condición que favorece la alogamia en maíz y la diversidad genética en las poblaciones.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, para la localidad Cullanmayo que presentó 129.50 días a la floración masculina, comportándose como la más tardía, por crecer en un clima más frío y superó

estadísticamente a la localidad Yatún con solo 84.83 días a la floración masculina que fue la más precoz (Tabla 38, figura 22).

La prueba de Duncan para variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, para los tratamientos más tardíos Testigo e INIA 601 con 109.88 y 109.13 días a la floración masculina, respectivamente, superando estadísticamente a la variedad Morado Mejorado, que se comportó como la más precoz con solo 102.50 días a la floración masculina (Tabla 39, figura 23).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando cuatro subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por el tratamiento Cullanmayo-Testigo con 136.75 días a la floración masculina, que fue la más tardía, y superó estadísticamente al resto de tratamientos, le sigue Cullanmayo-INIA 601 con 130.25 días a la floración masculina. Mientras que los tratamientos que incluyeron la localidad Yatún, se ubicaron al final de la tabla de orden de mérito con los más bajos valores y se comportaron como las más precoces. El último lugar lo presentó el tratamiento Yatún-Testigo con solo 83.00 días a la floración masculina (Tabla 40, figura 24).

**Tabla 37.** *Análisis de varianza para días a la floración masculina*

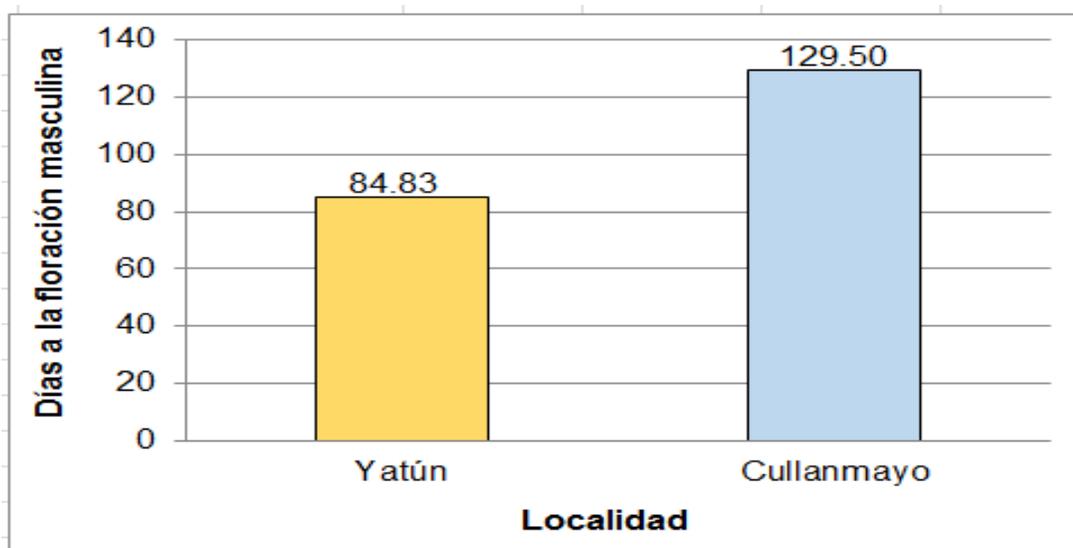
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	12733.17	11	1157.56	72.28	<0.0001
Bloques	172.33	3	57.44	3.59	0.0465
Bloques*Localidad	61.00	3	20.33	1.27	0.3289
Localidad	11970.67	1	11970.67	747.52	<0.0001
Variedad	263.58	2	131.79	8.23	0.0056
Localidad*variedad	265.58	2	132.79	8.29	0.0055
Error	192.17	12	16.01		
Total	12925.33	23			

CV=3.73%

**Tabla 38.** *Días a la floración masculina, según localidad*

O.M.	Localidad	Días a la floración masculina	Sign.
1	Cullanmayo	129.50	A
2	Yatún	84.83	B
Promedio		107.17	

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

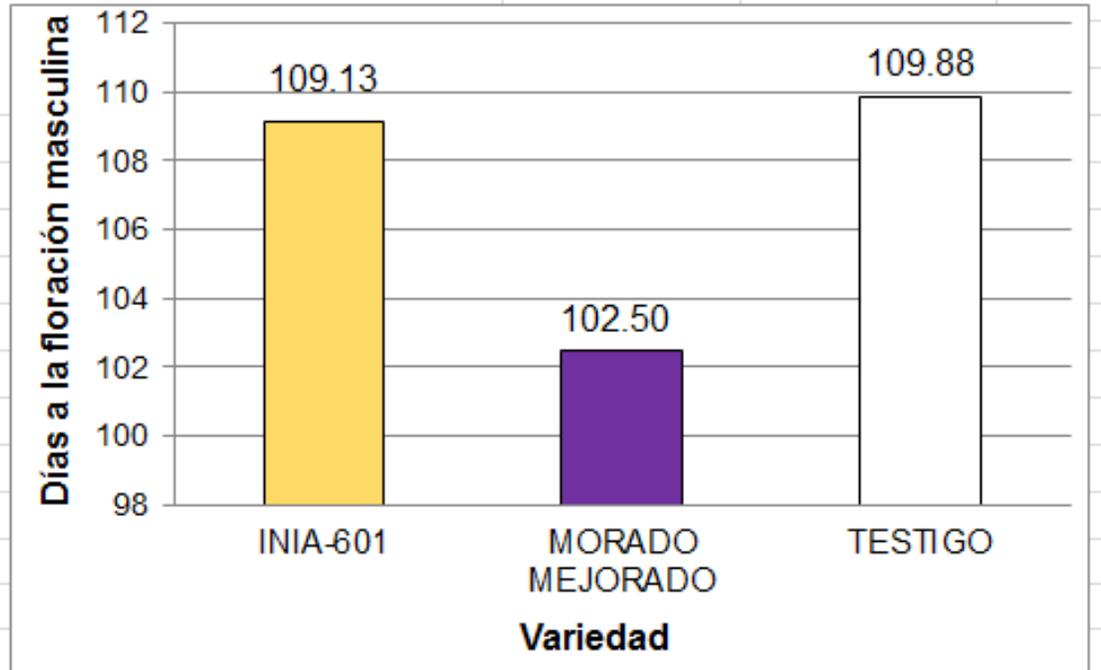


**Figura 22.** *Días a la floración masculina, según localidad*

**Tabla 39.** *Días a la floración masculina, según variedad*

O.M.	Variedad	Días a la floración masculina	Sign.
1	Testigo	109.88	A
2	INIA 601	109.13	A
3	Morado Mejorado	102.50	B
Promedio		107.17	

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

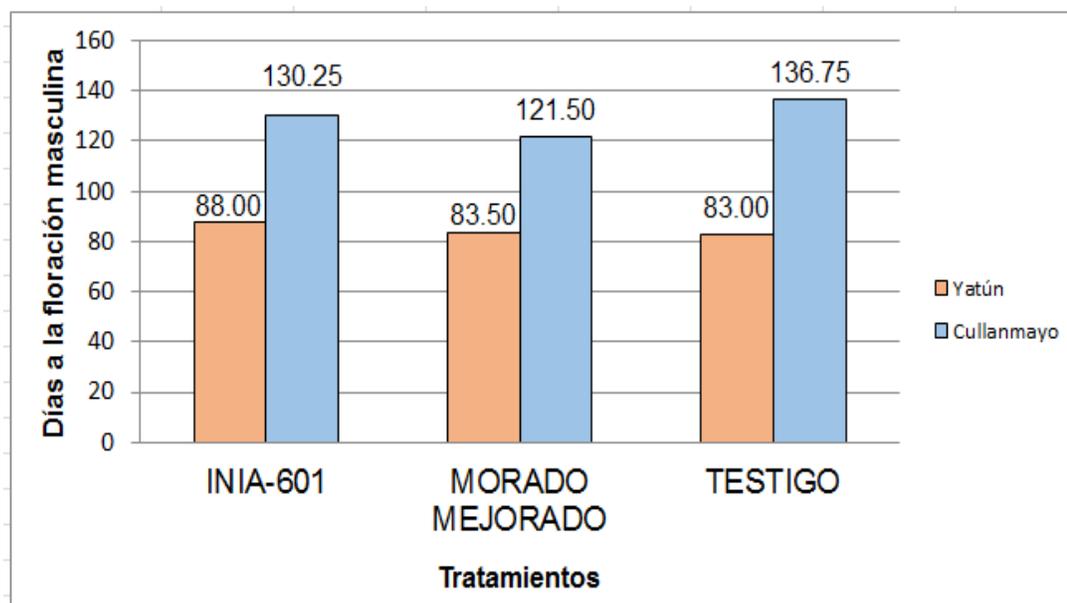


**Figura 23.** *Días a la floración masculina, según variedad*

**Tabla 40.** *Días a la floración masculina, según localidad por variedad*

O.M.	Tratamientos	Días a la floración masculina	Sign.
1	Cullanmayo-Testigo	136.75	A
2	Cullanmayo-INIA 601	130.25	B
3	Cullanmayo Morado Mejorado	121.50	C
4	Yatún-INIA 601	88.00	D
5	Yatún- Morado Mejorado	83.50	D
6	Yatún-Testigo	83.00	D
	Promedio	107.17	

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



**Figura 24.** *Días a la floración masculina, según localidad por variedad*

### 3.2.6 Altura de planta

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que existió alta significación estadística solo para localidad, mostrando un comportamiento heterogéneo para altura de planta (Tabla 41).

El coeficiente de variabilidad fue de 7.76%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995) por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central (Tabla 41).

El promedio experimental fue de 2.00 m de altura de planta.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, para la localidad Yatún que presentó 2.51 m, y superó estadísticamente a la localidad Cullanmayo con solo 1.48 m, resultado atribuible a las mejores condiciones de clima, suelo y riego de la localidad de Yatún (Tabla 42, figura 24).

La prueba de Duncan para variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, para los tratamientos Morado Mejorado e INIA-601 con 2.08 y 2.02 m, respectivamente, superando estadísticamente a la variedad Testigo, que obtuvo la menor altura de planta con solo 1.89 m (Tabla 43, figura 25).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por los tratamientos Yatún-INIA 601, Yatún-Morado Mejorado y Yatún-Testigo con 2.59, 2.56 y 2.39 m, respectivamente y superaron estadísticamente al resto de tratamientos, le sigue Cullanmayo-Morado Mejorado con 1.61 m. Mientras que el tratamiento Cullanmayo-Testigo, se ubicó en el último lugar de orden de mérito con solo 1.40 m de altura de planta (Tabla 44, figura 26).

**Tabla 41.** *Análisis de varianza para altura de planta*

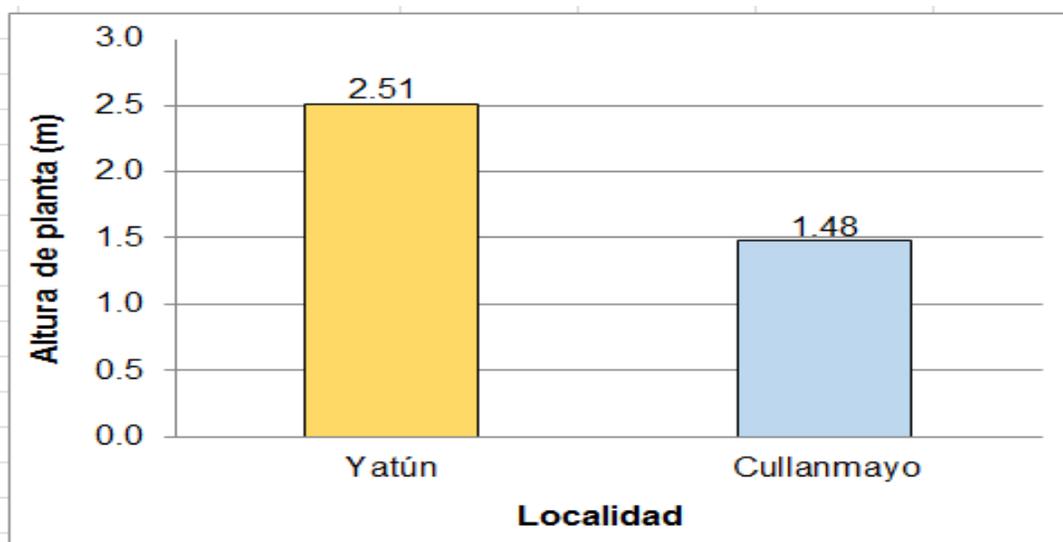
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	6.63	11	0.60	25.10	<0.0001
Bloques	0.05	3	0.02	0.73	0.5538
Bloques*Localidad	0.03	3	0.01	0.37	0.7774
Localidad	6.36	1	6.36	264.73	<0.0001
Variedad	0.15	2	0.08	3.18	0.0780
Localidad*variedad	0.04	2	0.02	0.87	0.4447
Error	0.29	12	0.02		
Total	6.92	23			

CV=7.76%

**Tabla 42.** *Altura de planta, según localidad*

O.M.	Localidad	Altura de planta (m)	Sign.
1	Yatún	2.51	A
2	Cullanmayo	1.48	B
	Promedio	2.00	

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

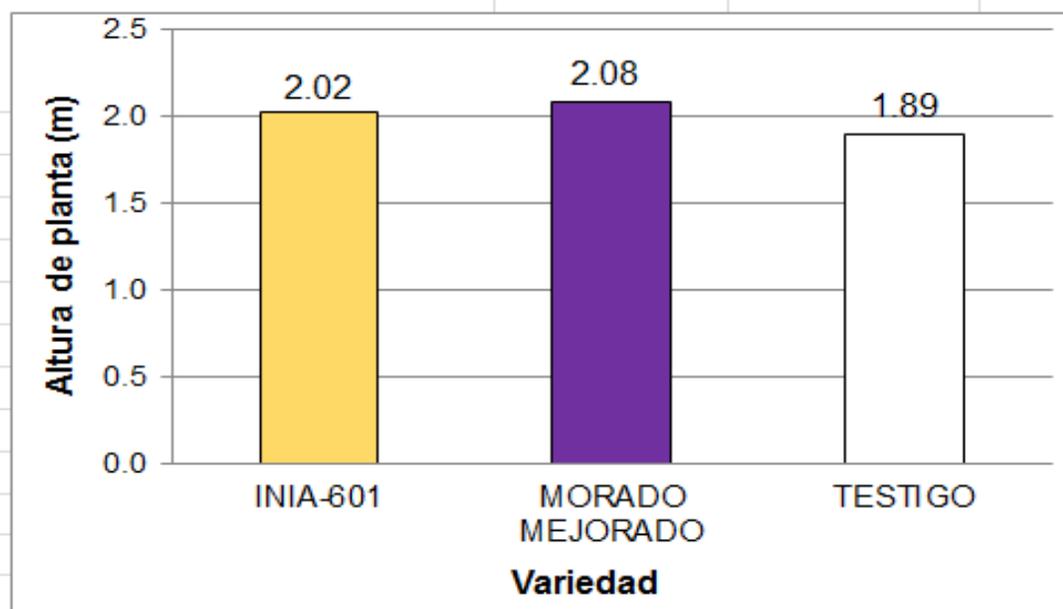


**Figura 25.** *Altura de planta, según localidad*

**Tabla 43.** *Altura de planta, según variedad*

O.M.	Variedad	Altura de planta (m)	Sign.
1	Morado mejorado	2.08	A
2	INIA 601	2.02	AB
3	Testigo	1.89	B
Promedio		2.00	

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

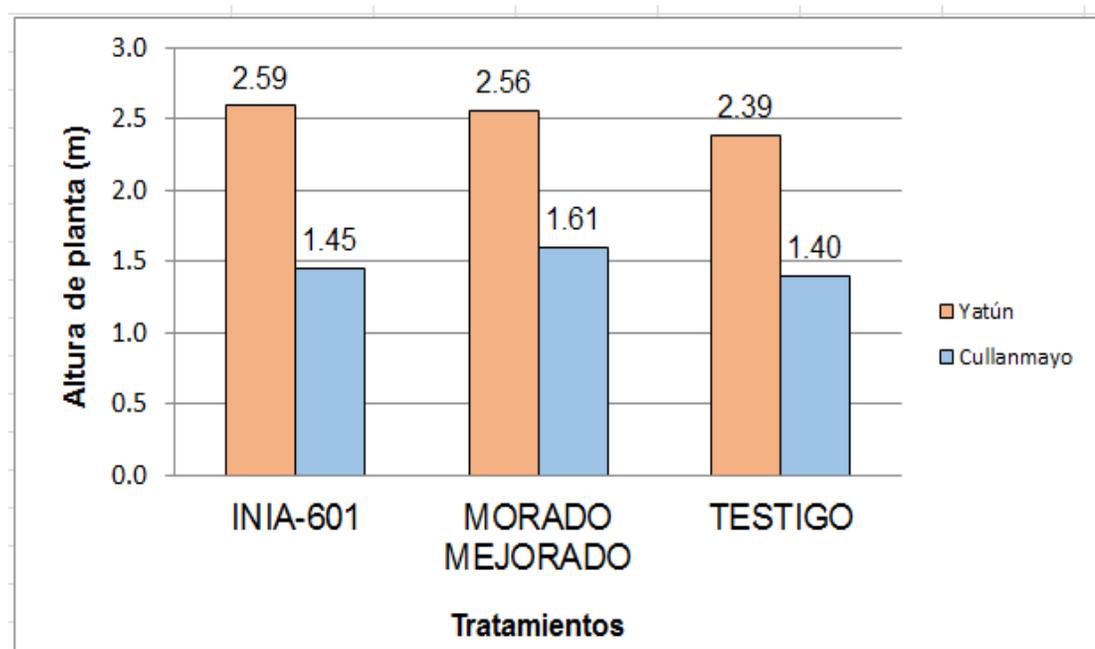


**Figura 26.** *Altura de planta, según variedad*

**Tabla 44.** *Altura de planta, según localidad por variedad*

O.M.	Tratamientos	Altura de planta (m)	Sign.
1	Yatún-INIA 601	2.59	A
2	Yatún-Morado Mejorado	2.56	A
3	Yatún-Testigo	2.39	A
4	Cullanmayo-Morado Mejorado	1.61	B
5	Cullanmayo-INIA 601	1.45	B
6	Cullanmayo-Testigo	1.40	B
Promedio		2.00	

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



**Figura 27.** *Altura de planta, según localidad por variedad*

### 3.2.7 Altura de inserción de mazorca

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que existió alta significación estadística solo para localidad, mostrando un comportamiento heterogéneo para altura de mazorca (Tabla 45).

El coeficiente de variabilidad fue de 9.63%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central (Tabla 45).

El promedio experimental fue de 105.13 cm de altura de mazorca.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, para la localidad Yatún que presentó la mayor altura de mazorca con 139.75 cm, y superó estadísticamente a la localidad Cullanmayo con solo 70.50 cm de altura de mazorca (Tabla 46, figura 28).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando que el mayor valor de altura de mazorca lo obtuvo el tratamiento INIA-601 con 108.00 cm y el último lugar de orden de mérito fue para el Testigo, que obtuvo 101.50 cm altura de mazorca (Tabla 47).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por Yatún-INIA-601 con 147.25 cm y los tratamientos Yatún-Morado Mejorado y Yatún-Testigo con el mismo valor de 136.00 cm, respectivamente y superaron estadísticamente al resto de tratamientos, le sigue Cullanmayo-Morado Mejorado con 75.75 cm, mientras que Cullanmayo-Testigo, se ubicó en el último lugar de orden de mérito con solo 67.00 cm de altura de mazorca (Tabla 48, figura 29).

**Tabla 45.** Análisis de varianza para altura de mazorca

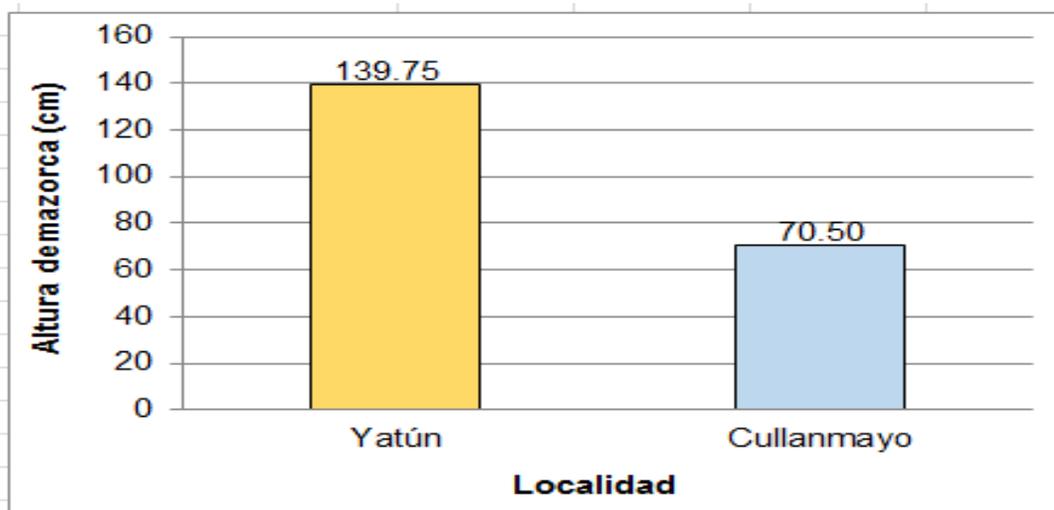
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	29722.9	11	2702.09	26.37	<0.0001
Bloques	164.13	3	92.15	0.53	0.66
Bloques*Localidad	276.46	3	92.15	0.90	0.4699
Localidad	28773.38	1	28773.38	280.79	<0.0001
Variedad	175.75	2	87.88	0.86	0.4486
Localidad*variedad	333.25	2	166.63	1.63	0.2372
Error	1229.67	12	102.47		
Total	30952.63	23			

CV=9.63%

**Tabla 46.** Altura de mazorca, según Localidad

O.M.	Localidad	Altura de mazorca (cm)	Sign.
1	Yatún	139.75	A
2	Cullanmayo	70.50	B
	Promedio	105.13	

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



**Figura 28.** Altura de mazorca, según localidad

**Tabla 47.** *Altura de mazorca, según variedad*

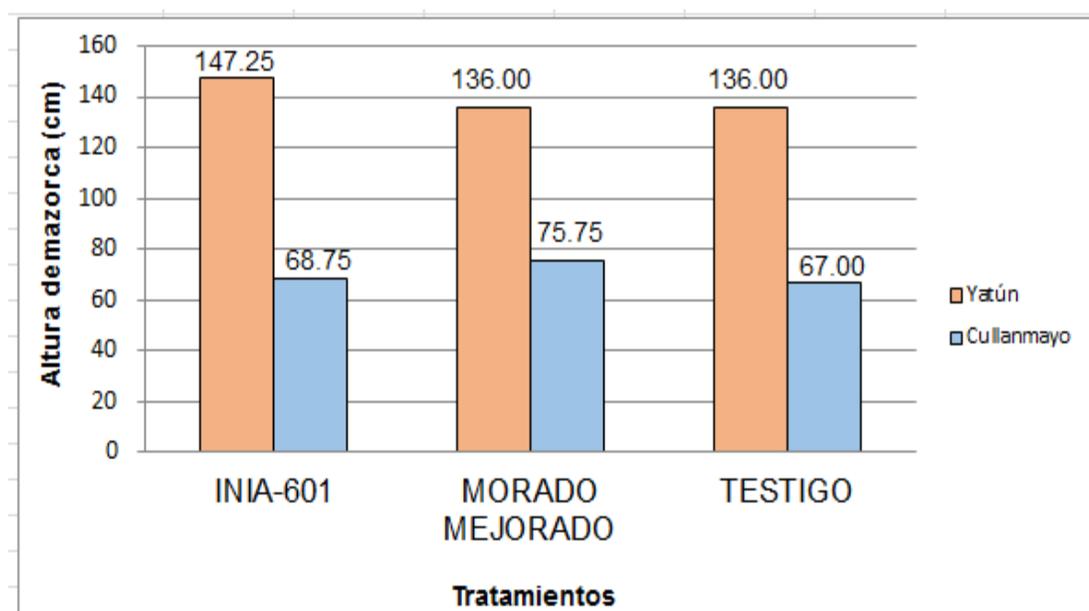
O.M.	Variedad	Altura de mazorca (cm)	Sign.
1	INIA 601	108.00	A
2	Morado Mejorado	105.88	A
3	Testigo	101.50	A
	Promedio	105.13	

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

**Tabla 48.** *Altura de mazorca, según variedad*

O.M.	Tratamientos	Altura de mazorca (cm)	Sign.
1	Yatún-INIA 601	147.25	A
2	Yatún-Morado Mejorado	136.00	A
3	Yatún-Testigo	136.00	A
4	Cullanmayo-Morado Mejorado	75.75	B
5	Cullanmayo-INIA 601	68.75	B
6	Cullanmayo-Testigo	67.00	B
	Promedio	105.13	

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



**Figura 29.** *Altura de mazorca, según localidad por variedad.*

### 3.2.8 Porcentaje acame de raíz

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que no existió significación estadística para algún tratamiento, mostrando un comportamiento homogéneo para porcentaje de acame de raíz (Tabla 49).

El coeficiente de variabilidad fue de 14.22%, valor bajo, que indica que los datos son 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 49).

El promedio experimental fue de 3.32 % de acame de raíz.

La prueba de Duncan para localidad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. El mayor valor lo obtuvo la localidad Cullanmayo con 3.73% y en el segundo y último lugar se ubicó la localidad Yatún que presentó el menor porcentaje de acame de raíz con 2.90% (Tabla 50 Figura 30).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando que el mayor valor de acame lo obtuvo la variedad INIA-601 con 4.58% y en el último lugar de orden de mérito se ubicó Morado Mejorado con 2.55% de acame de raíz (Tabla 51 Figura 31).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. El mayor valor lo obtuvo la interacción Cullanmayo-INIA-601 con 6.22%, seguido de Yatún-Morado Mejorado con 2.95%. Mientras que la interacción Cullanmayo-Morado Mejorado, se ubicó en el último lugar de orden de mérito con 2.15 (Tabla 52, Figura 32).

**Tabla 49.** Análisis de varianza para porcentaje de acame de raíz

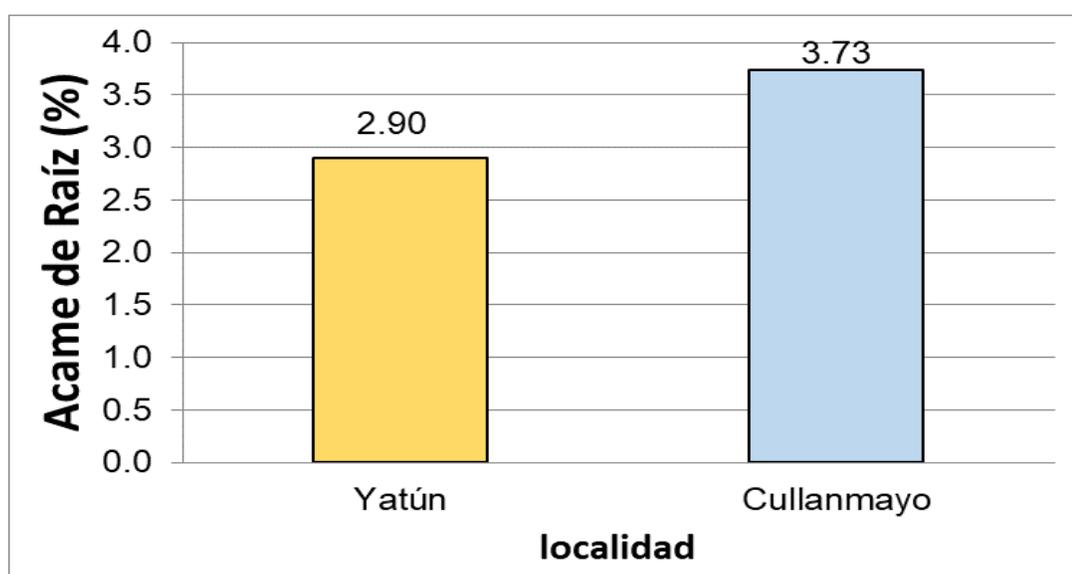
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	0.27	11	0.02	0.42	0.9210
Bloques	0.10	3	0.03	0.59	0.6339
Bloques*Localidad	0.04	3	0.01	0.23	0.8735
Localidad	1.9E-03	1	1.9E-03	0.03	0.8587
Variedad	0.06	2	0.03	0.50	0.6176
Localidad*variedad	0.06	2	0.03	0.55	0.5933
Error	0.71	12	0.06		
Total	0.98	23			

CV=14.22%

**Tabla 50.** Porcentaje de acame de raíz, según localidad

O.M.	Localidad	Porcentaje de Acame de Raíz	Sign.
1	Cullanmayo	3.73	A
2	Yatún	2.90	A
	Promedio	3.32	

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

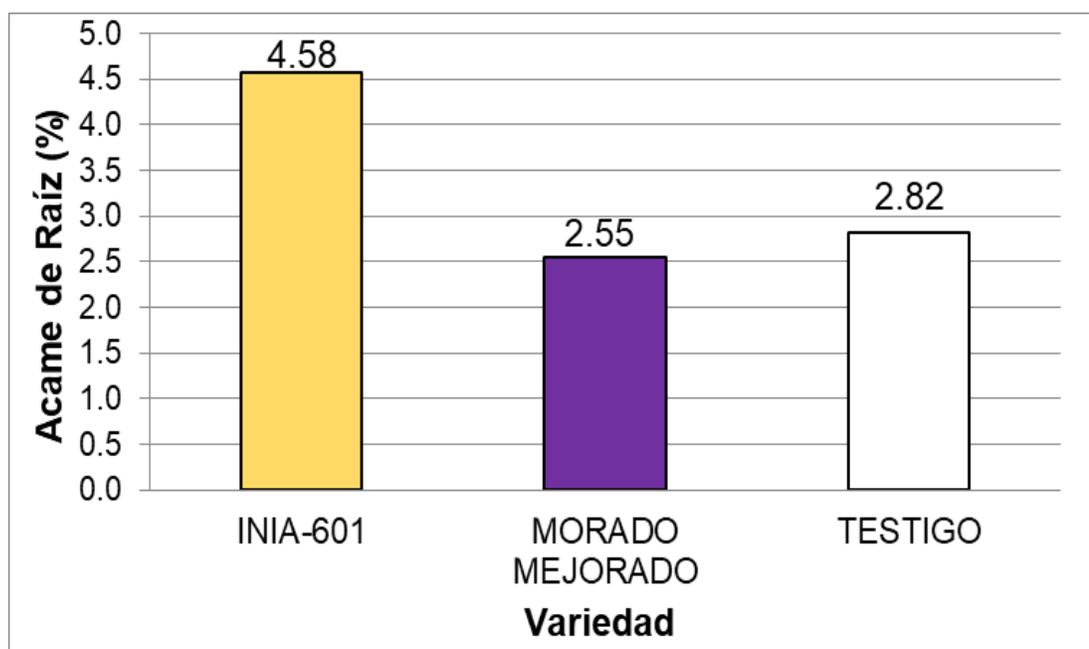


**Figura 30.** Porcentaje de acame de raíz, según localidad.

**Tabla 51.** *Porcentaje de acame de raíz, según variedad*

O.M.	Variedad	Porcentaje de Acame de Raíz	Sign.
1	INIA-601	4.58	A
2	Testigo	2.82	A
3	Morado Mejorado	2.55	A
Promedio		3.32	

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

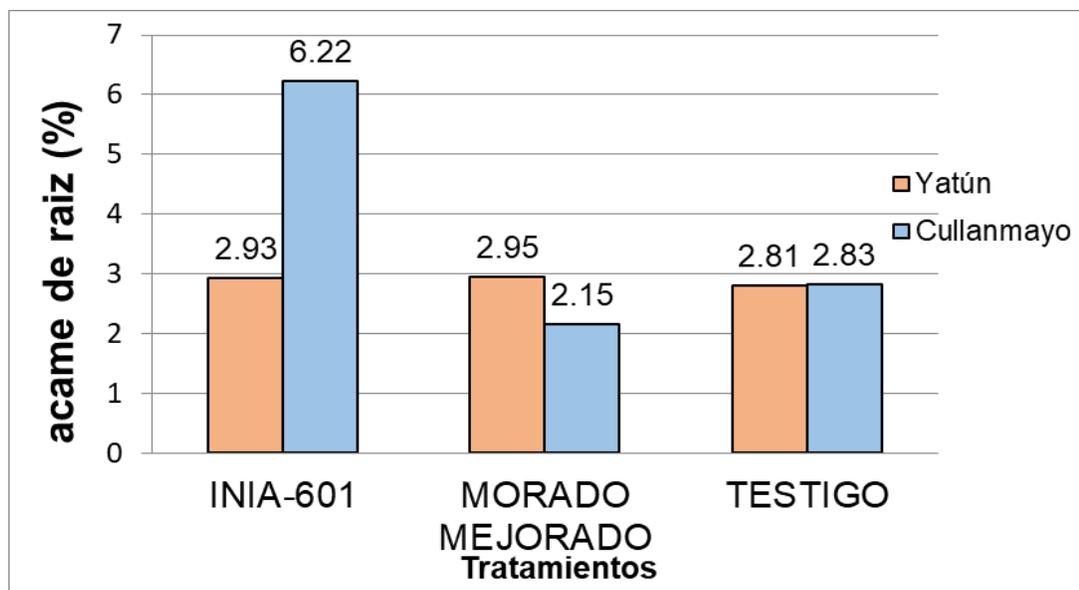


**Figura 31.** *Porcentaje de acame de raíz, según variedad.*

**Tabla 52.** *Porcentaje de acame de raíz, según localidad por variedad*

O.M.	Tratamientos	Porcentaje de acame de raíz	Sign.
1	Cullanmayo-INIA 601	6.22	A
2	Yatún-morado mejorado	2.95	A
3	Yatún-INIA 601	2.93	A
4	Cullanmayo-Testigo	2.83	A
5	Yatún-Testigo	2.81	A
6	Cullanmayo-Morado Mejorado	2.15	A
Promedio		3.32	

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



**Figura 32.** *Porcentaje de acame de raíz, según localidad por variedad*

### 3.2.9 Porcentaje acame de tallo

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que existió alta significación estadística solo para localidad, mostrando un comportamiento heterogéneo para porcentaje de acame de tallo (Tabla 53).

El coeficiente de variabilidad fue de 10.96%, valor bajo, que indica que los datos son 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 53).

El promedio experimental fue de 4.11% de acame de tallo.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, para la localidad Cullanmayo que presentó el mayor acame con 6.98%, y superó estadísticamente a la localidad Yatún con solo 1.24% de acame de tallo (Tabla 54, figura 33).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando que el mayor valor de acame lo obtuvo el Testigo con

4.86% y en el último lugar de orden de mérito se ubicó INIA-601, que obtuvo 3.14% de acame de tallo (Tabla 55, figura 34).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por tres interacciones donde Cullanmayo-Testigo, Cullanmayo-Morado Mejorado y Cullanmayo INIA 601 con 9.07, 6.93 y 4.93% de acama de tallo, respectivamente y superaron estadísticamente al resto de tratamientos, mientras que la interacción Yatún-Testigo, se ubicó en el último lugar de orden de mérito con solo 0.64% de acame de tallo (Tabla 56, figura 35).

**Tabla 53.** *Análisis de varianza para porcentaje de acame de tallo*

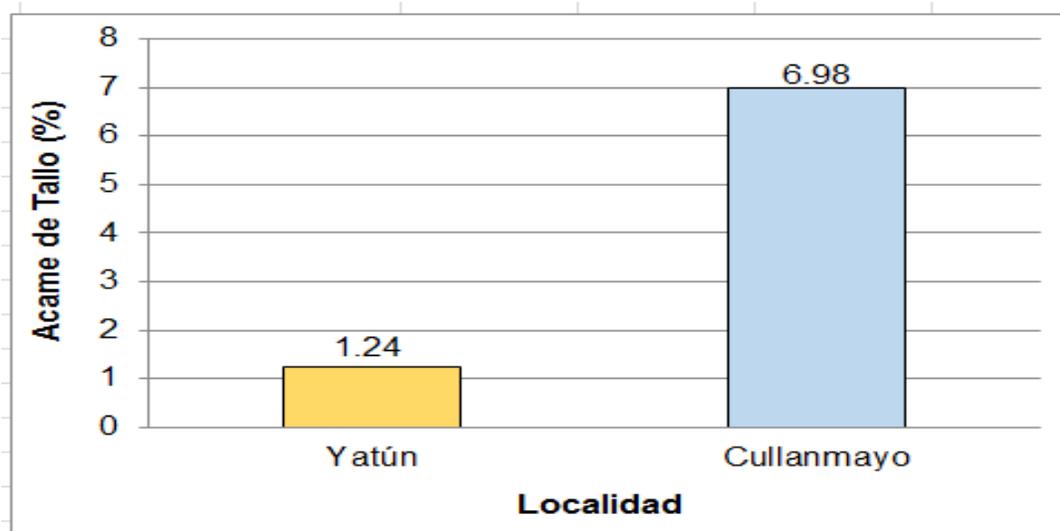
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	0.91	11	0.08	2.27	0.0875
Bloques	0.01	3	3.3E-03	0.09	0.9636
Bloques*Localidad	0.01	3	2.4E-03	0.07	0.9766
Localidad	0.76	1	0.76	20.71	0.0007
Variedad	0.03	2	0.02	0.47	0.6331
Localidad*variedad	0.10	2	0.05	1.41	0.2812
Error	0.44	12	0.04		
Total	1.35	23			

CV=10.96%

**Tabla 54.** *Porcentaje de acame de tallo, según localidad*

O.M.	Localidad	Porcentaje de acame de tallo	Sign.
1	Cullanmayo	6.98	A
2	Yatún	1.24	B
	Promedio	4.11	

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



**Figura 33.** *Porcentaje de acame de tallo, según localidad*

**Tabla 55.** *Porcentaje de acame de tallo, según variedad*

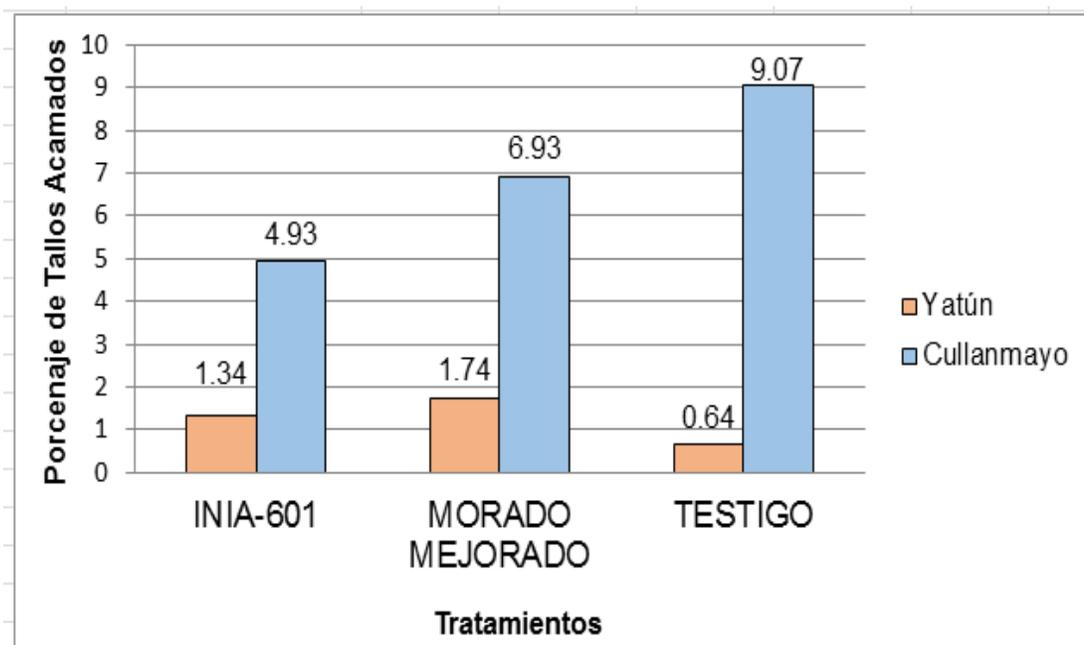
O.M.	Variedad	Porcentaje de acame de tallo	Sign.
1	Testigo	4.86	A
2	Morado Mejorado	4.33	A
3	INIA 601	3.14	A
	Promedio	4.11	

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

**Tabla 56.** *Porcentaje de acame de tallo, según localidad por variedad*

O.M.	Tratamientos	Porcentaje de acame de tallo	Sign.
1	Cullanmayo-Testigo	9.07	A
2	Cullanmayo-Morado Mejorado	6.93	A
3	Cullanmayo-INIA 601	4.93	AB
4	Yatún-Morado Mejorado	1.74	B
5	Yatún-INIA 601	1.34	B
6	Yatún-Testigo	0.64	B
	Promedio	4.11	

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



**Figura 34.** Porcentaje de acame de tallo, según localidad por variedad

### 3.2.10 Prolificidad

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que no existió significación estadística para los atributos estudiados, mostrando un comportamiento homogéneo para prolificidad (Tabla 57).

El coeficiente de variabilidad fue de 20.67%, valor regular, 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 57).

El promedio experimental fue de 0.97 mazorcas/planta.

La prueba de Duncan para localidad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. La localidad Cullanmayo presentó el más alto valor de prolificidad con 0.98 mazorcas/planta, con respecto a la localidad Yatún que obtuvo 0.96 mazorcas/planta y se ubicó en el segundo y último lugar, para la localidad de Cullanmayo se debe a que el porcentaje de germinación fue menor por lo tanto existió menos competencia entre plantas (Tabla 58).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando que el mayor valor de prolificidad lo obtuvo el Testigo con 1.08 mazorcas/planta y en el último lugar de orden de mérito se ubicó la variedad INIA 601, que obtuvo 0.89 mazorcas/planta de prolificidad (Tabla 59).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. La mayor prolificidad lo obtuvo la interacción Yatún-TESTIGO con 1.10 mazorcas/planta, le sigue Cullanmayo-Testigo con 1.06 mazorcas/planta, mientras que las interacciones Yatún-Morado Mejorado y Cullanmayo-INIA 601, obtuvieron el mismo valor de 0.88 mazorcas/planta y se ubicaron en el último lugar de orden de mérito (Tabla 60, figura 35).

**Tabla 57.** *Análisis de varianza para prolificidad*

F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	0.24	11	0.02	0.54	0.8444
Bloques	0.02	3	0.01	0.16	0.9179
Bloques*Localidad	0.02	3	0.01	0.19	0.9019
Localidad	2.4E-03	1	2.4E-03	0.06	0.8116
Variedad	0.16	2	0.08	2.03	0.1746
Localidad*variedad	0.03	2	0.01	0.36	0.7040
Error	0.48	12	0.04		
Total	0.72	23			

CV=20.67%

**Tabla 58.** *Prolificidad, según localidad*

O.M.	Localidad	Prolificidad (mazorcas/planta)	Sign.
1	Cullanmayo	0.98	A
2	Yatún	0.96	A
	Promedio	0.97	

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

**Tabla 59.** Prolifichidad, según variedad

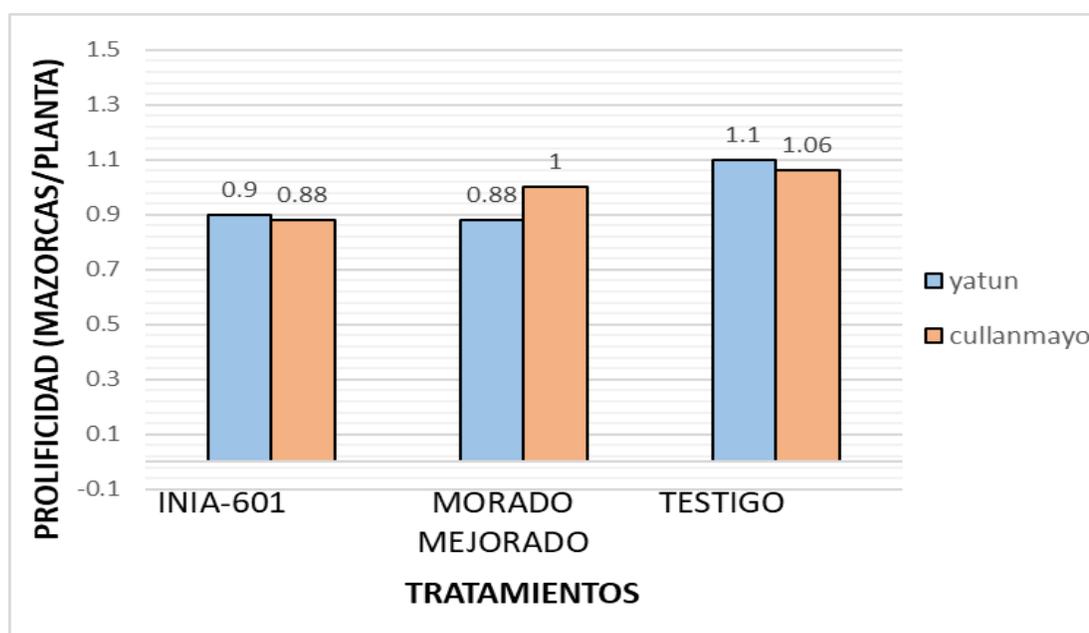
O.M.	Variedad	Prolifichidad (mazorcas/planta)	Sign.
1	Testigo	1.08	A
2	Morado mejorado	0.94	A
3	INIA 601	0.89	A
Promedio		0.97	

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

**Tabla 60.** Prolifichidad, según localidad por variedad

O.M.	Tratamiento	Prolifichidad (mazorcas/planta)	Sign.
1	Yatún-Testigo	1.10	A
2	Cullanmayo-Testigo	1.06	A
3	Cullanmayo-Morado Mejorado	1.00	A
4	Yatún-INIA 601	0.90	A
5	Yatún- Morado Mejorado	0.88	A
6	Cullanmayo-INIA 601	0.88	A
Promedio		0.97	

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



**Figura 35.** Prolifichidad, según localidad por variedad

### 3.2.11 Porcentaje de afección

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que no existió significación estadística para los atributos estudiados, mostrando un comportamiento homogéneo para porcentaje de afección (Tabla 61).

El coeficiente de variabilidad fue de 11.24%, 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 61).

El promedio experimental fue de 76.56%.

La prueba de Duncan para localidad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. La localidad Cullanmayo presentó el mayor porcentaje de afección con 77.55%, con respecto a la localidad Yatún que obtuvo 75.56% y se ubicó en el segundo y último lugar. La localidad de Cullanmayo presenta el mayor porcentaje de afección debido a que la temperatura es más baja, esto favorece la proliferación de ciertos patógenos perjudiciales (Tabla 62).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando que el mayor porcentaje de afección lo presentó la variedad Morado Mejorado con 79.83% de afección y en el último lugar se ubicó al Testigo con 74.75%, debido a que esta variedad es más susceptible frente a estas condiciones climatológicas (Tabla 63).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. El mayor porcentaje de afección lo presentó el tratamiento Yatún-Morado Mejorado con 80.05%, seguido de Cullanmayo-Morado Mejorado con 79.60% y en el último lugar se ubicó Yatún-Testigo con 72.20% de afección (Tabla 64).

**Tabla 61.** *Análisis de varianza para porcentaje de afección*

F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	265.42	11	24.13	0.33	0.9634
Bloques	36.68	3	12.23	0.17	0.9178
Bloques*Localidad	44.22	3	14.74	0.20	0.8950
Localidad	23.59	1	23.59	0.32	0.5828
Variedad	128.79	2	64.40	0.87	0.4438
Localidad*variedad	32.12	2	16.06	0.22	0.8080
Error	888.37	12	74.03		
Total	1153.79	23			

CV=11.24%

**Tabla 62.** *Porcentaje de afección, según localidad*

O.M.	Localidad	Afección (%)	Sign.
1	Cullanmayo	77.55	A
2	Yatún	75.56	A
	Promedio	76.56	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).**Tabla 63.** *Porcentaje de afección, según variedad*

O.M.	Variedad	Afección (%)	Sign.
1	Morado Mejorado	79.83	A
2	INIA 601	75.10	A
3	Testigo	74.75	A
	Promedio	76.56	

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

**Tabla 64.** *Porcentaje de afección, según localidad por variedad*

O.M.	Tratamientos	Afección (%)	Sign.
1	Yatún-Morado Mejorado	80.05	A
2	Cullanmayo-Morado Mejorado	79.60	A
3	Cullanmayo-Testigo	77.29	A
4	Cullanmayo-INIA 601	75.75	A
5	Yatún-INIA 601	74.44	A
6	Yatún-Testigo	72.20	A
	Promedio	76.56	

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

### 3.2.12 Porcentaje de grado P-1

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que no existió significación estadística, mostrando un comportamiento heterogéneo para grado P-1 (Tabla 65).

El coeficiente de variabilidad fue de 17.77%, valor bajo, 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 65).

El promedio experimental fue de 23.45% para grado P-1.

La prueba de Duncan para localidad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. El mayor valor lo obtuvo la localidad Yatún que presentó el mayor grado-1 con 24.44% y el segundo y último lugar fue para la localidad de Cullanmayo con 22.45% (Tabla 66, figura 36).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando que el mayor porcentaje de grado P-1, fue para el Testigo con 25.25% y en el último lugar se ubicó la variedad Morado Mejorado, con 20.17% (Tabla 67, figura 37).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. El mayor valor lo obtuvo el tratamiento Yatún-Testigo que presentó el mayor grado-1 con 27.80% y último lugar fue para la interacción Yatún-Morado Mejorado con 19.95% (Tabla 68, figura 38).

**Tabla 65.** *Análisis de varianza para porcentaje de grado P-1*

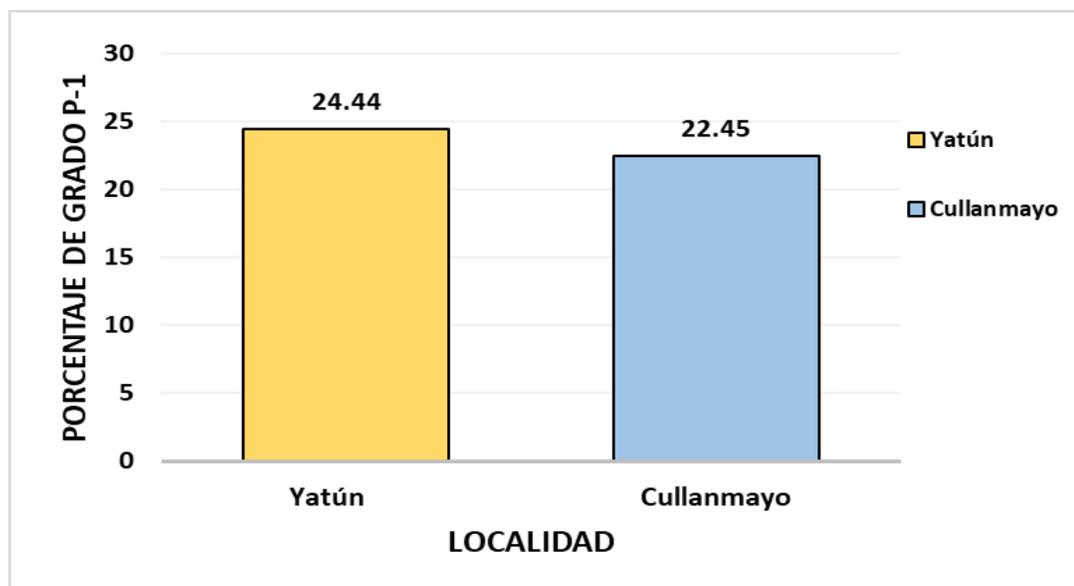
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	3.02	11	0.27	0.36	0.9482
Bloques	0.39	3	0.13	0.17	0.9145
Bloques*Localidad	0.58	3	0.19	0.26	0.8547
Localidad	0.19	1	0.19	0.25	0.6269
Variedad	1.44	2	0.72	0.95	0.4144
Localidad*variedad	0.42	2	0.21	0.28	0.7603
Error	9.08	12	0.76		
Total	12.09	23			

CV=17.77%

**Tabla 66.** *Porcentaje de grado P-1, según localidad*

O.M.	Localidad	Porcentaje de grado P-1	Sign.
1	Yatún	24.44	A
2	Cullanmayo	22.45	A
	Promedio	23.45	

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

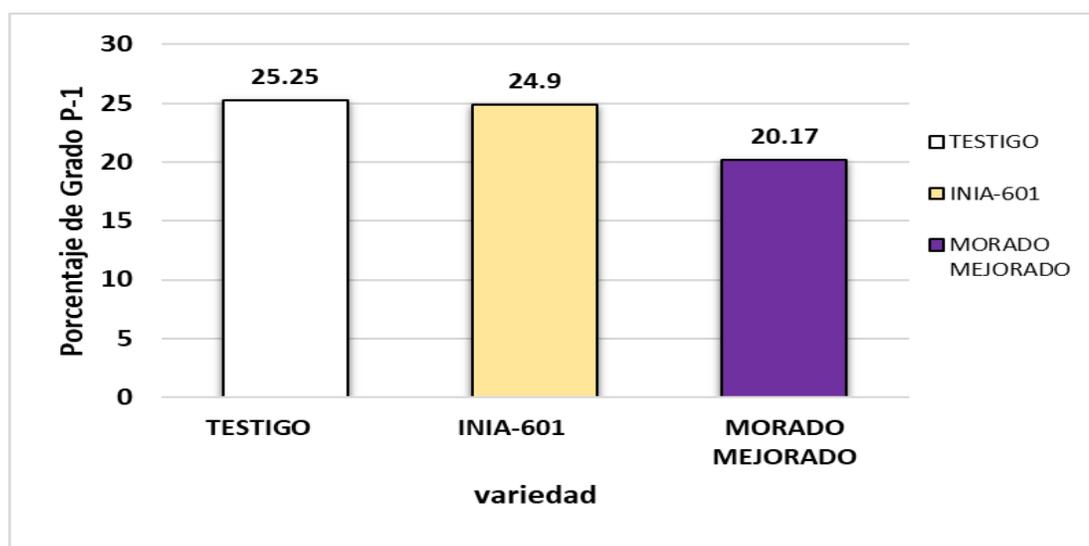


**Figura 36.** Porcentaje de grado P-1, según localidad

**Tabla 67.** Porcentaje de grado P-1, según variedad

O.M.	Variedad	Porcentaje de grado P-1	Sign.
1	Testigo	25.25	A
2	INIA 601	24.90	A
3	Morado Mejorado	20.17	A
Promedio		23.44	

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

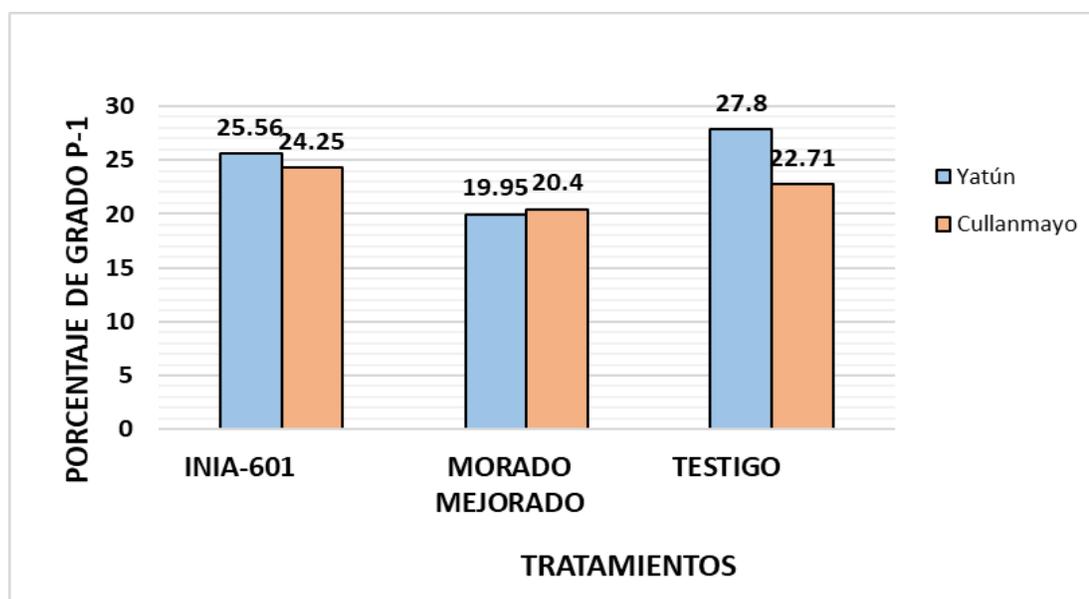


**Figura 37.** Porcentaje de grado P-1, según variedad

**Tabla 68.** Porcentaje de grado P-1, según localidad por variedad

O.M.	Tratamientos	Porcentaje de grado P-1	Sign.
1	Yatún-Testigo	27.80	A
2	Yatún-INIA 601	25.56	A
3	Cullanmayo-INIA 601	24.25	A
4	Cullanmayo-Testigo	22.71	A
5	Cullanmayo-Morado Mejorado	20.40	A
6	Yatún-Morado Mejorado	19.95	A
Promedio		23.45	

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



**Figura 38.** Porcentaje de grado P-1, según localidad por variedad

### 3.2.13 Porcentaje grado de P-2

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que existió alta significación estadística solo para localidad, mostrando un comportamiento heterogéneo para porcentaje de grado P-2 (Tabla 69).

El coeficiente de variabilidad fue de 17.90%, 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 69).

El promedio experimental fue de 26.95% de Grado P-2.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. Encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior lo obtuvo la localidad Yatún que presentó el mayor porcentaje de grado-P2, con 33.90% y superó estadísticamente a la localidad de Cullanmayo, que se ubicó en el segundo y último lugar con solo 19.99% (Tabla 70, figura 39).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. El mayor valor lo obtuvo INIA 601 con 28.92%, mientras que el Testigo obtuvo 25.81% (Tabla 71, figura 40).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por las interacciones Yatún-INIA 601, Yatún-Testigo y Yatún-Morado Mejorado con 37.69, 33.85 y 30.15% de grado P-2, respectivamente, y superaron estadísticamente al resto de tratamientos, mientras que la interacción Cullanmayo-Testigo, con 17.77% se ubicó en el último lugar de orden de mérito (Tabla 72, figura 41).

**Tabla 69.** *Análisis de varianza para porcentaje de grado P-2*

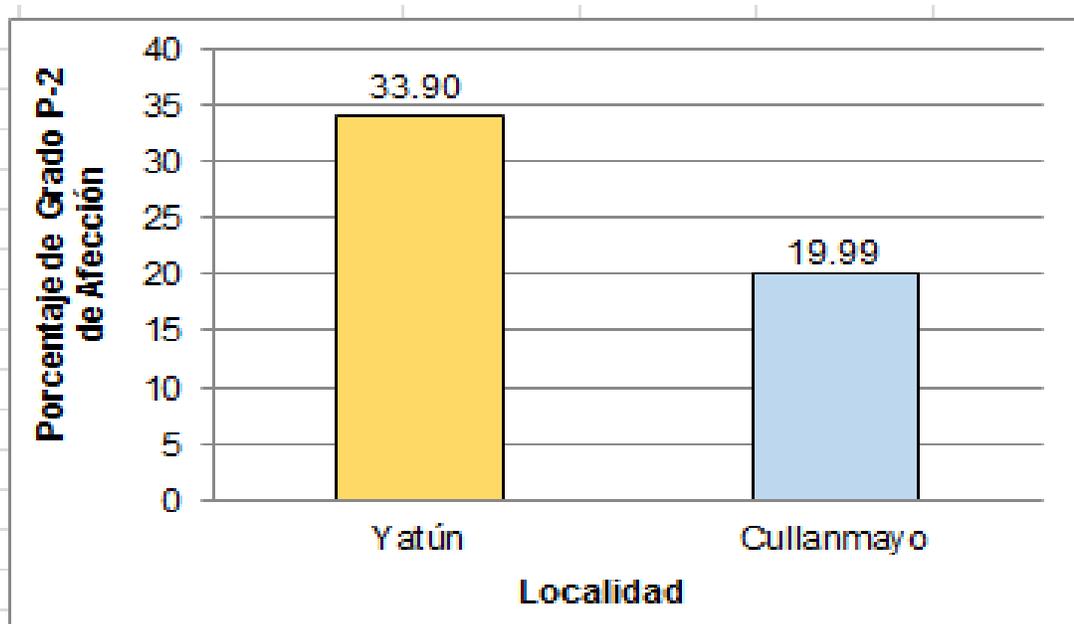
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	1731.19	11	157.38	6.77	0.0013
Bloques	223.01	3	74.34	3.20	0.0624
Bloques*Localidad	197.79	3	65.93	2.83	0.0830
Localidad	1159.49	1	1159.49	49.86	<0.0001
Variedad	47.05	2	23.52	1.01	0.3927
Localidad*variedad	103.86	2	51.93	2.23	0.1498
Error	279.07	12	23.26		
Total	2010.26	23			

CV= 17.90%

**Tabla 70.** *Porcentaje de grado P-2, según localidad*

O.M.	Localidad	Porcentaje de grado P-2	Sign.
1	Yatún	33.90	A
2	Cullanmayo	19.99	B
Promedio		26.95	

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

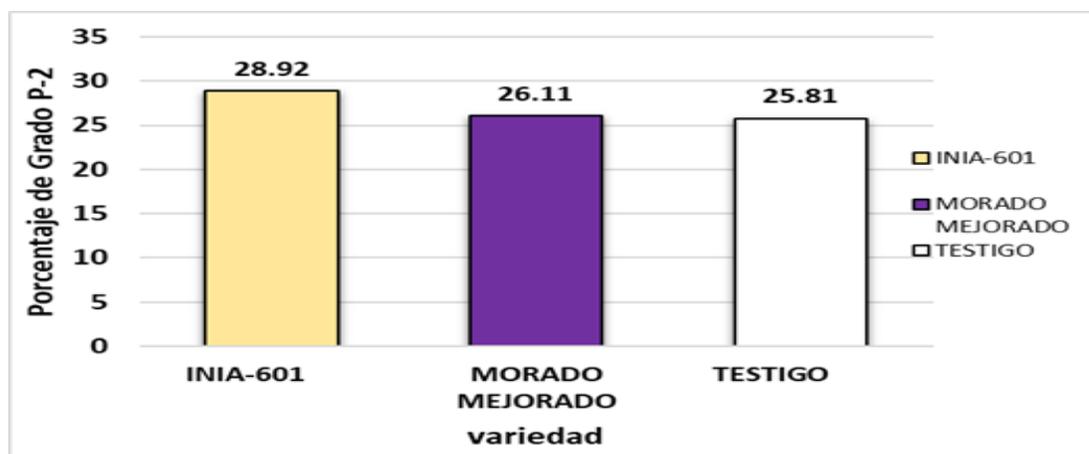


**Figura 39.** *Porcentaje de grado P-2, según localidad*

**Tabla 71.** *Porcentaje de grado P-2, según variedad*

O.M.	Variedad	Porcentaje de Grado P-2	Sign.
1	INIA 601	28.92	A
2	Morado Mejorado	26.11	A
3	Testigo	25.81	A
Promedio		26.95	

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

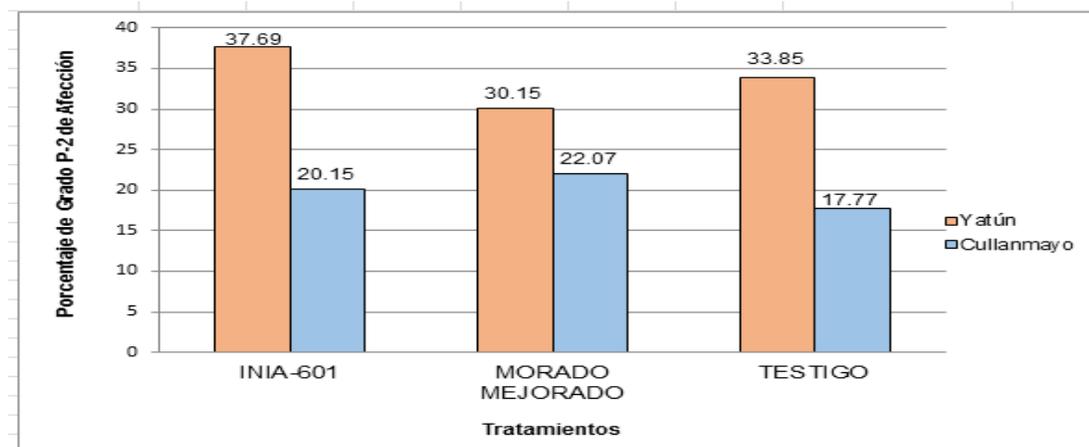


**Figura 40.** Porcentaje de grado P-2, según variedad

**Tabla 72.** Porcentaje de grado P-2, según localidad por variedad

O.M.	Tratamientos	Porcentaje de grado P-2	Sign.
1	Yatún-INIA 601	37.69	A
2	Yatún-Testigo	33.85	A
3	Yatún-Morado Mejorado	30.15	A
4	Cullanmayo-Morado Mejorado	22.07	B
5	Cullanmayo-INIA 601	20.15	B
6	Cullanmayo-Testigo	17.77	B
	Promedio	26.95	

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



**Figura 41.** Porcentaje de grado P-2, según localidad por variedad

### **3.2.14 Porcentaje de grado P-3 de afección**

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que existió alta significación estadística solo para variedad, mostrando un comportamiento heterogéneo para porcentaje de grado P-3 (Tabla 73).

El coeficiente de variabilidad fue de 13.35%, 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 73).

El promedio experimental fue de 17.67% de grado P-3.

La prueba de Duncan para localidad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. El mayor valor lo obtuvo la localidad Yatún que presentó el mayor porcentaje de grado P-3 con 19.10% y superó estadísticamente a la localidad de Cullanmayo, que se ubicó en el segundo y último lugar con 16.24% (Tabla 74).

La prueba de Duncan para variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por las variedades INIA 601 y Morado Mejorado con 20.64 y 18.26% y en el último lugar se ubicó el Testigo con solo 14.11% de porcentaje de grado P-3 (Tabla 75, figura 42).

La prueba de Duncan para Localidad x Variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por cinco interacciones que variaron de Cullanmayo-INIA 601 a Cullanmayo Morado Mejorado y sus porcentajes fluctuaron de 20.65 a 16.25% de Grado P-3, respectivamente, y superaron estadísticamente a la interacción Cullanmayo Testigo que se ubicó en el último lugar de orden de mérito con solo 11.83% (Tabla 76, figura 43).

**Tabla 73.** *Análisis de varianza para porcentaje de grado P-3*

F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	6.18	11	0.56	1.73	0.1807
Bloques	0.98	3	0.33	1.00	0.4260
Bloques*Localidad	1.40	3	0.47	1.43	0.2821
Localidad	0.79	1	0.79	2.42	0.1456
Variedad	2.59	2	1.30	3.98	0.0471
Localidad*variedad	0.43	2	0.21	0.66	0.5367
Error	3.91	12	0.33		
Total	10.09	23			

CV=13.35%

**Tabla 74.** *Porcentaje de grado P-3, según localidad*

O.M.	Localidad	Porcentaje de grado P-3.	Sign.
1	Yatún	19.10	A
2	Cullanmayo	16.24	A
	Promedio	17.67	

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

**Tabla 75.** *Porcentaje de grado P-3, según variedad*

O.M.	Variedad	Porcentaje de Grado P-3.	Sign.
1	INIA 601	20.64	A
2	Morado Mejorado	18.26	AB
3	Testigo	14.11	B
	Promedio	17.67	

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

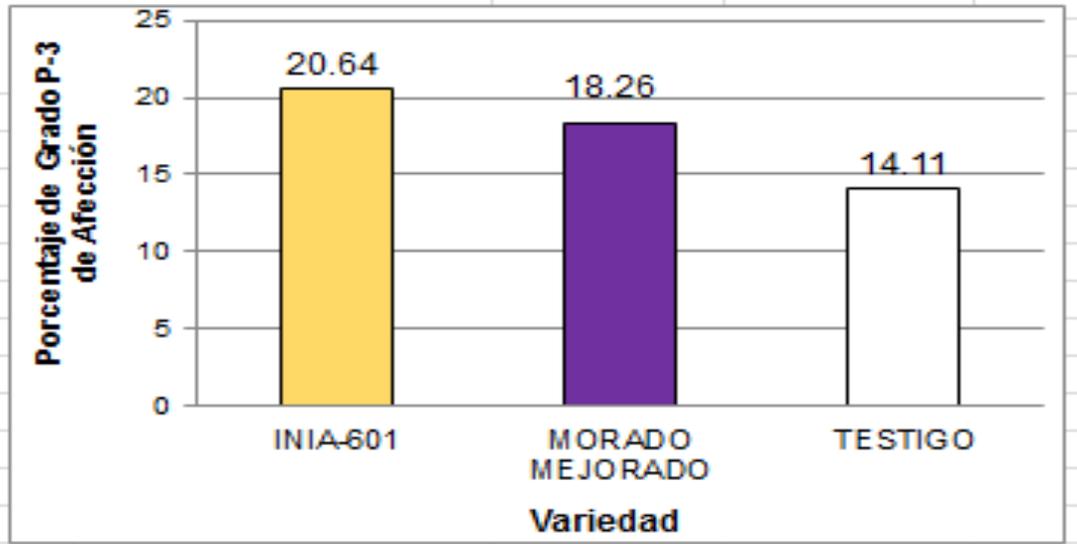


Figura 42. Porcentaje de grado P-3, según variedad

Tabla 76. Porcentaje de grado P-3, según localidad por variedad

O.M.	Tratamientos	Porcentaje de grado P-3.	Sign.
1	Cullanmayo-INIA 601	20.65	A
2	Yatún-INIA 601	20.63	A
3	Yatún-Morado Mejorado	20.28	A
4	Yatún-Testigo	16.40	AB
5	Cullanmayo-Morado Mejorado	16.25	AB
6	Cullanmayo-Testigo	11.83	B
	Promedio	17.67	

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

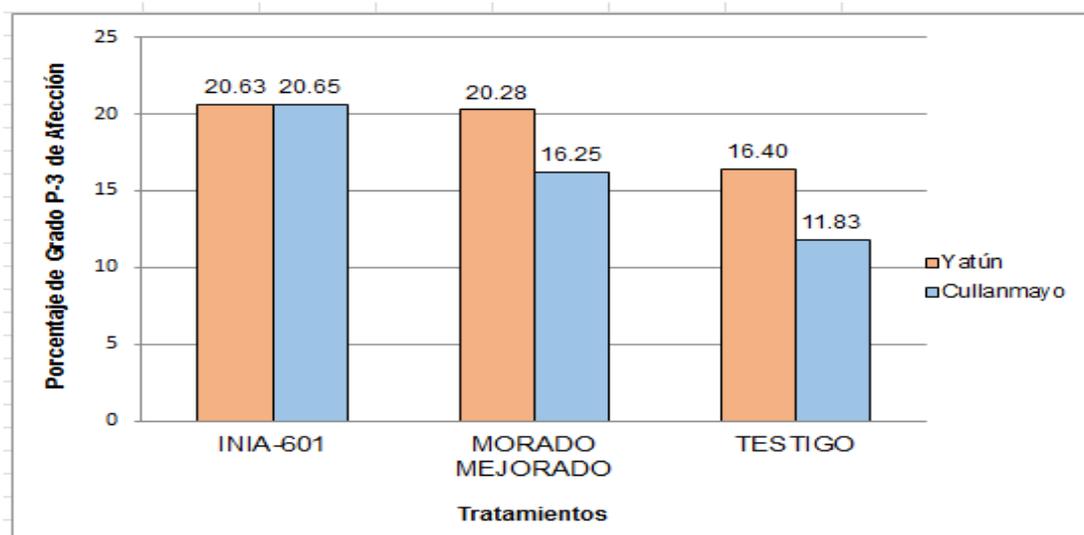


Figura 43. Porcentaje de grado P-3, según localidad por variedad

### 3.2.15 Porcentaje de grado P-4

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que no existió significación estadística, mostrando un comportamiento homogéneo para porcentaje de Grado P-4. (Tabla 77).

El coeficiente de variabilidad fue de 13.24%, valor bajo, que indica que los datos son 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 77).

El promedio experimental fue de 12.35% de grado P-4.

La prueba de Duncan para localidad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. El mayor valor lo obtuvo la localidad Yatún con 12.49% y el segundo y último lugar lo obtuvo la variedad Cullanmayo con 12.21% (Tabla 78).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, el mayor valor lo obtuvo la variedad INIA 601 con 13.51% y en el último lugar se ubicó el Testigo con 10.82% de grado P-4. (Tabla 79).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios. El mayor valor lo obtuvo la interacción Cullanmayo INIA 601 con 17.84%, le sigue Yatún-Morado Mejorado con 16.90%. Mientras que la interacción Cullanmayo-Morado Mejorado con 8.53%, obtuvo el más bajo valor (Tabla 80).

**Tabla 77.** *Análisis de varianza para porcentaje de grado P-4*

F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	0.56	11	0.05	0.66	0.7532
Bloques	0.04	3	0.01	0.16	0.9204
Bloques*Localidad	0.08	3	0.03	0.34	0.7999
Localidad	0.03	1	0.03	0.43	0.5235
Variedad	0.06	2	0.03	0.36	0.7046
Localidad*variedad	0.36	2	0.18	2.29	0.1439
Error	0.94	12	0.08		
Total	1.50	23			

CV=13.24%.

**Tabla 78.** *Porcentaje de grado P-4, según localidad*

O.M.	Localidad	Porcentaje de grado P-4	Sign.
1	Yatún	12.49	A
2	Cullanmayo	12.21	A
	Promedio	12.35	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).**Tabla 79.** *Porcentaje de grado P-4, según variedad*

O.M.	Variedad	Porcentaje de grado P-4	Sign.
1	INIA 601	13.51	A
2	Morado Mejorado	12.71	A
3	Testigo	10.82	A
	Promedio	12.35	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).**Tabla 80.** *Porcentaje de grado P-4, según localidad por variedad*

O.M.	Tratamientos	Porcentaje de grado P-4	Sign.
1	Cullanmayo-INIA 601	17.84	A
2	Yatún-Morado Mejorado	16.90	A
3	Yatún-Testigo	11.38	A
4	Cullanmayo-Testigo	10.26	A
5	Yatún INIA-601	9.19	A
6	Cullanmayo-Morado Mejorado	8.53	A
	Promedio	12.35	

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

### 3.2.16 Porcentaje de grado P-5

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que existió alta significación estadística solo para localidad, mostrando un comportamiento heterogéneo para porcentaje de grado P-5 (Tabla 81).

El coeficiente de variabilidad fue de 11.77%, valor bajo, que indica que los datos son 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 81).

El promedio experimental fue de 10.00% de Grado P-5.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por la localidad Cullanmayo que obtuvo el mayor valor con 13.87% y superó estadísticamente a la localidad Yatún con 6.13%, y se ubicó en el segundo y último lugar (Tabla 82, figura 44).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, el mayor valor lo obtuvo la variedad Morado Mejorado con 12.06% y en el último lugar se ubicó la variedad INIA 601 con 6.71% de grado P-5 (Tabla 83).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por cuatro interacciones. Cullanmayo-Morado Mejorado, Cullanmayo-Testigo, Cullanmayo- INIA 601 y Yatún-Morado Mejorado con 16.36, 16.26, 8.98 y 7.76%, respectivamente y superó estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que la interacción Yatún-INIA 601, con 4.44%, obtuvo el más bajo valor y se ubicó al final de la tabla (Tabla 84, figura 45).

**Tabla 81.** Análisis de varianza para porcentaje de grado P-5

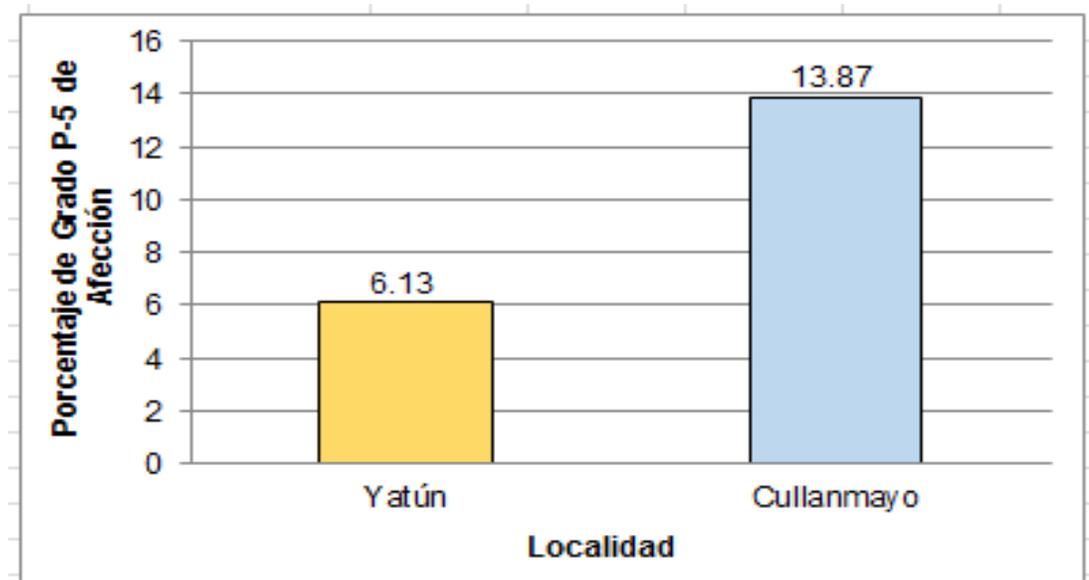
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	0.92	11	0.08	1.48	0.2548
Bloques	0.05	3	0.02	0.32	0.8115
Bloques*Localidad	0.11	3	0.04	0.67	0.5844
Localidad	0.48	1	0.48	8.45	0.0131
Variedad	0.22	2	0.11	1.97	0.1824
Localidad*variedad	0.05	2	0.03	0.46	0.6403
Error	0.68	12	0.06		
Total	1.60	23			

CV=11.77%

**Tabla 82.** Porcentaje de grado P-5, según localidad

O.M.	Localidad	Porcentaje de grado P-5	Sign.
1	Cullanmayo	13.87	A
2	Yatún	6.13	B
	Promedio	10.00	

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



**Figura 44.** Porcentaje de grado P-5, según localidad

**Tabla 83.** *Porcentaje de grado P-5, según variedad*

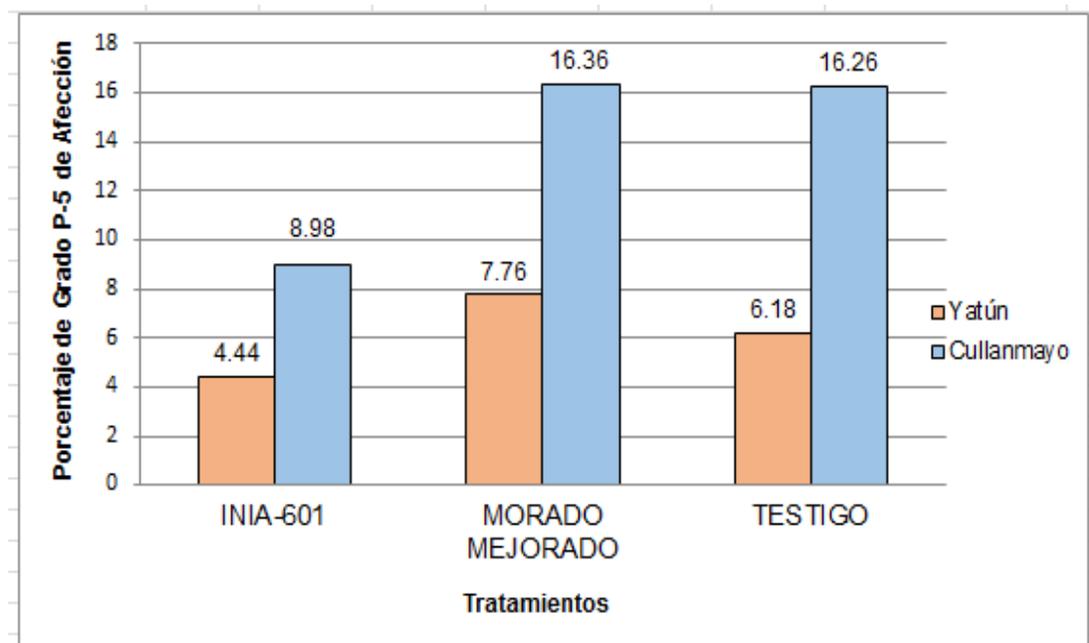
O.M.	Variedad	Porcentaje de grado P-5	Sign.
1	Morado Mejorado	12.06	A
2	Testigo	11.22	A
3	INIA 601	6.71	A
Promedio		10.00	

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

**Tabla 84.** *Porcentaje de grado P-5, según localidad por variedad*

O.M.	Tratamientos	% de grado P-5	Sign.
1	Cullanmayo-Morado Mejorado	16.36	A
2	Cullanmayo-Testigo	16.26	A
3	Cullanmayo-INIA 601	8.98	AB
4	Yatún-Morado Mejorado	7.76	AB
5	Yatún-Testigo	6.18	B
6	Yatún-INIA 601	4.44	B
Promedio		10.00	

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



**Figura 45.** *Porcentaje de grado P-5, según localidad*

### 3.2.17 Porcentaje de grado P-6

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que existió alta significación estadística para localidad y variedad, mostrando un comportamiento heterogéneo para porcentaje de grado P-6 (Tabla 85).

El coeficiente de variabilidad fue de 11.01%, valor bajo, que indica que los datos son 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 85).

El promedio experimental fue de 9.60% de Grado P-6.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por la localidad Cullanmayo que obtuvo el mayor valor con 15.24% y superó estadísticamente a la localidad Yatún con 3.95%, y se ubicó en el segundo y último lugar (Tabla 86, figura 46).

La prueba de Duncan para variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por el Testigo y la variedad Morado Mejorado con 12.79 y 10.68%, respectivamente y superaron estadísticamente a la variedad INIA 601, que se ubicó en el último lugar. Con 5.31% de porcentaje de Grado P-6. (Tabla 87, Figura 47).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por dos interacciones. Cullanmayo-Testigo y Cullanmayo-Morado Mejorado, con 21.18 y 16.39% respectivamente y superaron estadísticamente al resto. Mientras que la interacción Yatún-INIA 601, con 2.49%, obtuvo el más bajo valor y se ubicó al final de la tabla (Tabla 88, figura 48).

**Tabla 85.** *Análisis de varianza para porcentaje de grado P-6*

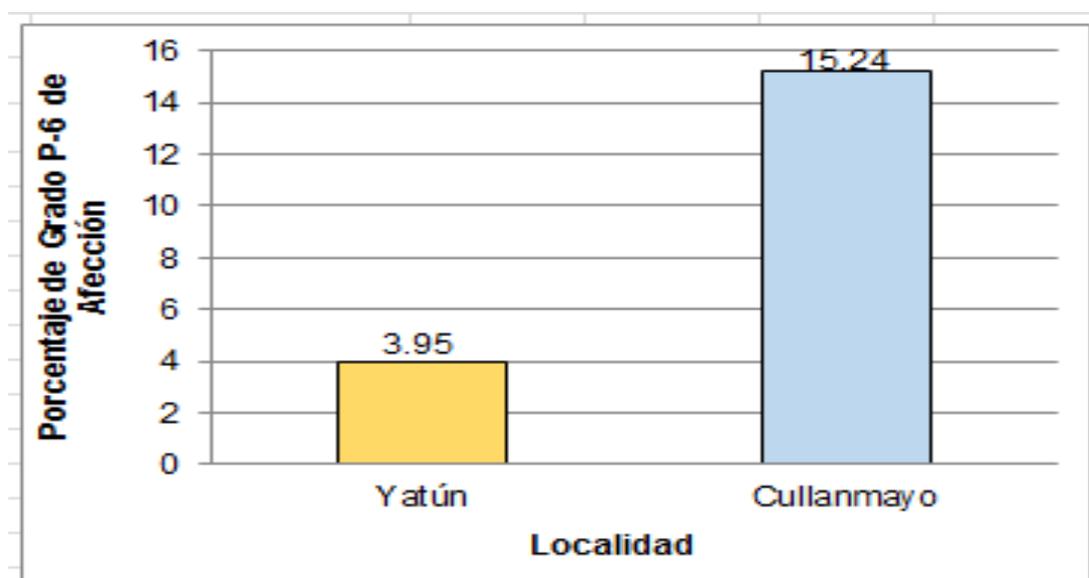
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	26.92	11	2.45	3.46	0.0216
Bloques	0.87	3	0.29	0.41	0.7495
Bloques*Localidad	0.64	3	0.21	0.30	0.8234
Localidad	17.53	1	17.53	24.75	0.0003
Variedad	5.85	2	2.93	4.13	0.0432
Localidad*variedad	2.03	2	1.02	1.44	0.2759
Error	8.50	12	0.71		
Total	35.42	23			

CV=11.01%

**Tabla 86.** *Porcentaje de grado P-6, según localidad*

O.M.	Localidad	Porcentaje de grado P-6	Sign.
1	Cullanmayo	15.24	A
2	Yatún	3.95	B
	Promedio	9.60	

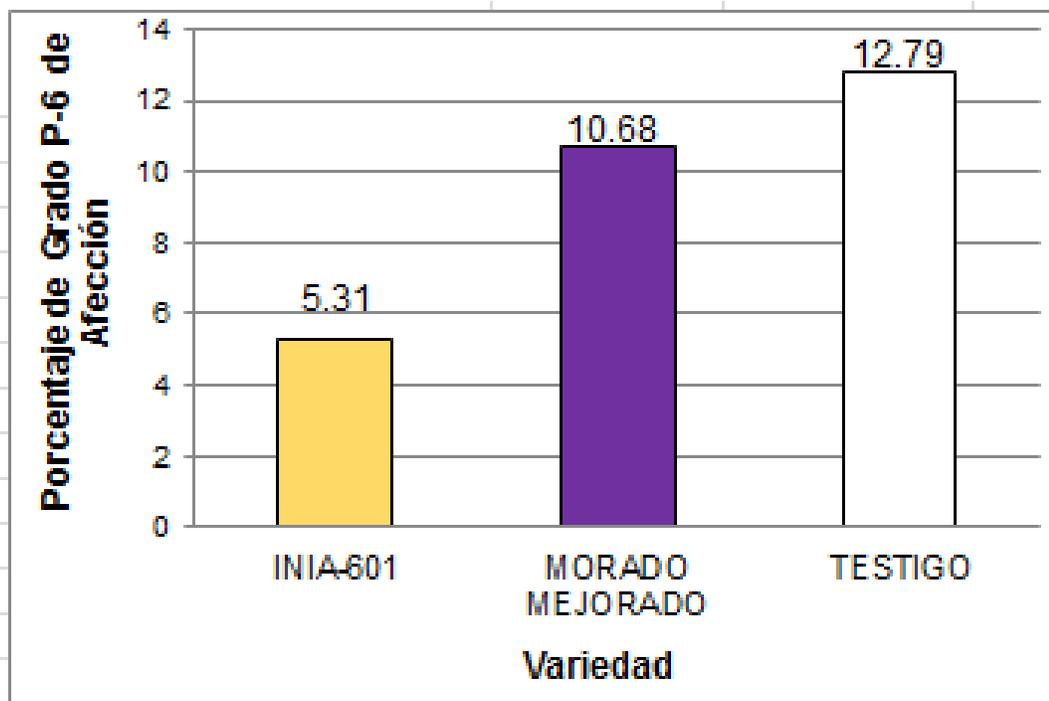
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Figura 46.** *Porcentaje de grado P-6, según localidad*

**Tabla 87.** Porcentaje de grado P-6, según variedad

O.M.	Variedad	Porcentaje de grado P-6	Sign.
1	Testigo	12.79	A
2	Morado Mejorado	10.68	AB
3	INIA 601	5.31	B
	Promedio	9.59	

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

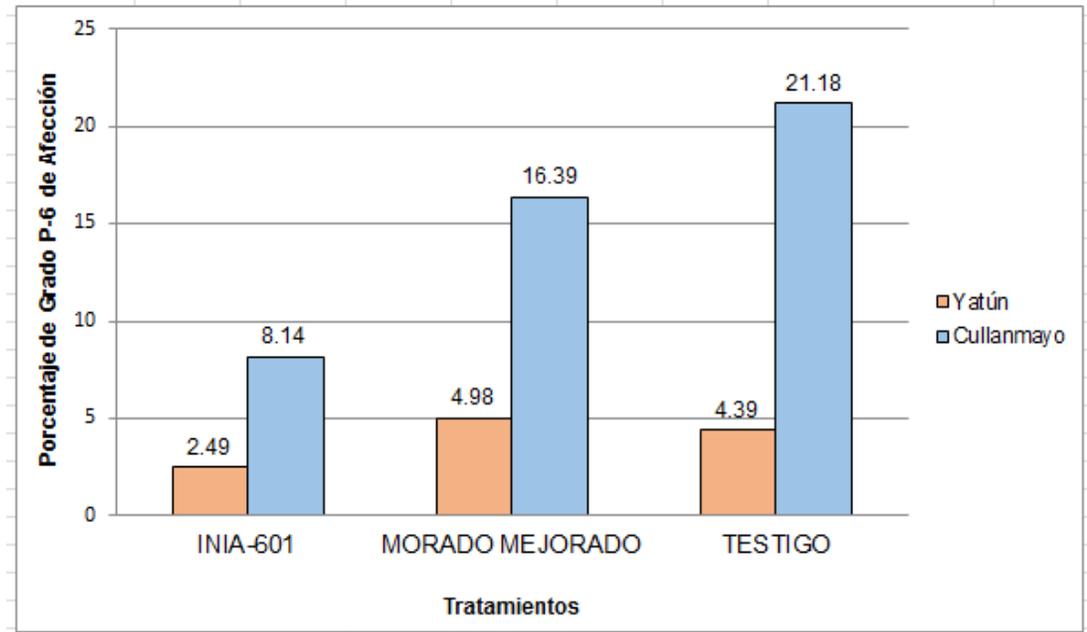


**Figura 47.** Porcentaje de grado P-6, según variedad

**Tabla 88.** Porcentaje de grado P-6, según localidad por variedad

O.M.	Tratamientos	Porcentaje de Grado P-6	Sign.
1	Cullanmayo-Testigo	21.18	A
2	Cullanmayo-Morado Mejorado	16.39	A
3	Cullanmayo-INIA 601	8.14	B
4	Yatún-Morado Mejorado	4.98	B
5	Yatún-Testigo	4.39	B
6	Yatún-INIA601	2.49	B
	Promedio	9.60	

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



**Figura 48.** Porcentaje de grado P-6, según localidad por variedad.

### 3.2.18 Porcentaje de emergencia

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que existió alta significación estadística solo para localidad, mostrando un comportamiento heterogéneo para porcentaje de emergencia (Tabla 89).

El coeficiente de variabilidad fue de 2.86%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995) por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central (Tabla 89).

El promedio experimental fue de 82.09% de emergencia.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por la localidad Yatún que obtuvo el mayor valor con 83.82% y superó estadísticamente a la localidad Cullanmayo con 80.35%, y se ubicó en el segundo y último lugar, la localidad de Yatún obtuvo un mayor porcentaje de germinación por

las condiciones de suelo con buena retención de humedad, teniendo en cuenta que la calidad de semilla fue la misma para ambas localidades (Tabla 90, figura 49).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, el mayor valor lo obtuvo el Testigo con 82.97% y en el último lugar se ubicó la variedad INIA 601 con 81.56% de emergencia (Tabla 91).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por tres interacciones Yatún-Testigo, Yatún-INIA 601 y Yatún-Morado Mejorado con 85.94, 83.13 y 82.40%, respectivamente y superó estadísticamente al resto de tratamientos, mientras que las interacciones Cullanmayo-Testigo y Cullanmayo-INIA 601, obtuvieron el mismo valor de 80.00% y se ubicaron en los últimos lugares (Tabla 92, figura 50).

**Tabla 89.** *Análisis de Varianza para porcentaje de emergencia*

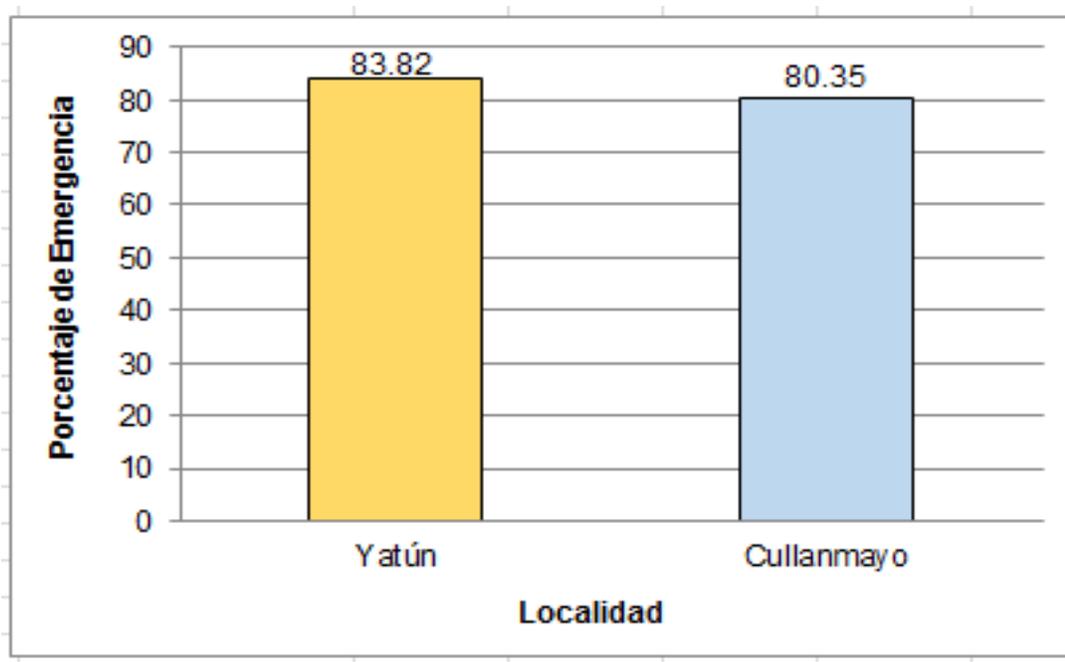
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	165.02	11	15.00	2.72	0.0500
Bloques	49.13	3	16.38	2.97	0.0747
Bloques*Localidad	12.67	3	4.22	0.77	0.0747
Localidad	72.34	1	72.34	13.11	0.5350
Variedad	9.51	2	4.75	0.86	0.4473
Localidad*variedad	21.37	2	10.68	1.94	0.1868
Error	66.23	12	5.52		
Total	231.25	23			

CV=2.86%

**Tabla 90.** *Porcentaje de emergencia, según localidad*

O.M.	Localidad	Porcentaje de emergencia	Sign.
1	Ytún	83.82	A
2	Cullanmayo	80.35	B
	Promedio	82.09	

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



**Figura 49.** *Porcentaje de emergencia, según localidad*

**Tabla 91.** *Porcentaje de emergencia, según variedad*

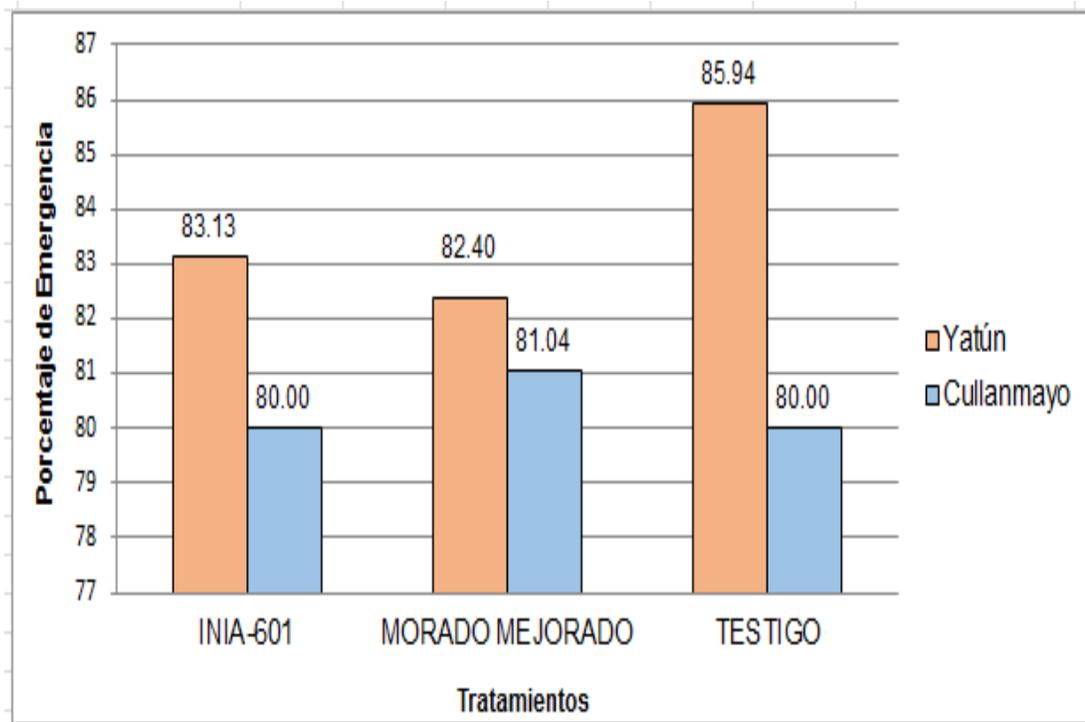
O.M.	Variedad	Porcentaje de emergencia	Sign.
1	Testigo	82.97	A
2	Morado Mejorado	81.72	A
3	INIA 601	81.56	A
Promedio		82.08	

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

**Tabla 92.** *Porcentaje de emergencia, según localidad por variedad*

O.M.	Tratamientos	Porcentaje de emergencia	Sign.
1	Yatún-Testigo	85.94	A
2	Yatún-INIA 601	83.13	AB
3	Yatún-Morado Mejorado	82.40	AB
4	Cullanmayo-Morado Mejorado	81.03	B
5	Cullanmayo-Testigo	80.00	B
6	Cullanmayo-INIA 601	80.00	B
Promedio		82.08	

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



**Figura 50.** *Porcentaje de emergencia, según localidad por variedad*

### 3.2.19 Número de hileras por mazorca

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que existió alta significación estadística solo para localidad, mostrando un comportamiento heterogéneo para número de hileras por mazorca (Tabla 93).

El coeficiente de variabilidad fue de 5.32%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995) por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central (Tabla 93).

El promedio experimental fue de 10.45 hileras/mazorca.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por la localidad Yatún que obtuvo el mayor valor con 10.74 hileras/mazorca y superó estadísticamente a la localidad Cullanmayo con 10.15

hileras/mazorca, y se ubicó en el segundo y último lugar, esto sucede debido a que está determinado principalmente a factores hereditarios (Tabla 94, figura 55).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, el mayor valor lo obtuvo la variedad INIA 601 con 10.71 hileras/mazorca y en el último lugar se ubicó la variedad Morado Mejorado con 10.21 hileras/mazorca (Tabla 95).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas, el primero y superior conformado por cuatro interacciones significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes Yatún-INIA 601, Yatún-Testigo, Yatún-Morado Mejorado y Cullanmayo-INIA 601, con 11.13, 10.75, 10.35 y 10.30 hileras/mazorca, respectivamente y superó estadísticamente a los tratamientos Cullanmayo-Testigo y Cullanmayo-Morado Mejorado con igual valor de 10.08 hileras/mazorca, que obtuvieron los más bajos valores y se ubicaron al final de la tabla (Tabla 96, figura 52).

**Tabla 93.** *Análisis de varianza para número de hileras por mazorca*

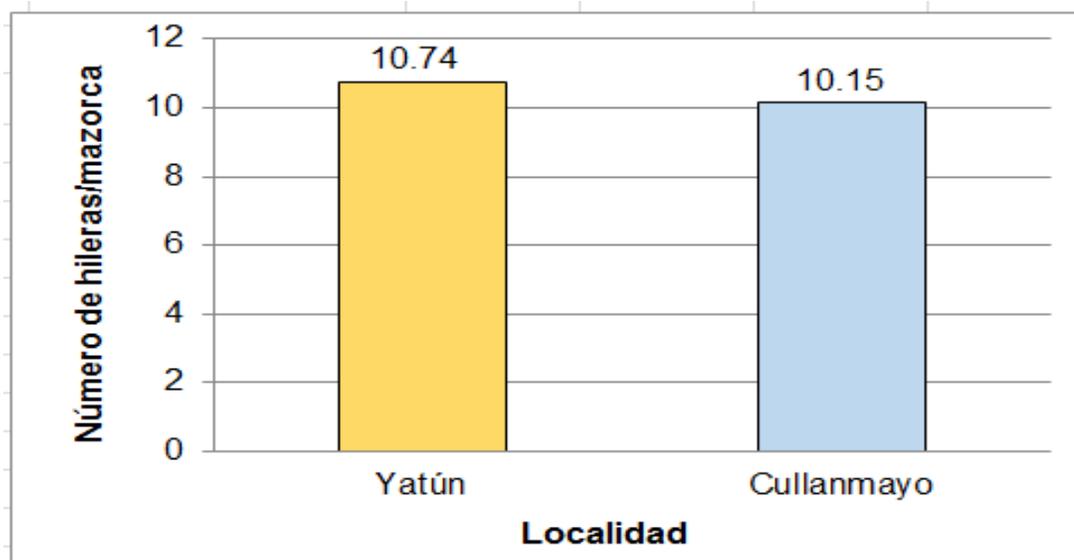
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	6.37	11	0.58	1.87	0.1480
Bloques	2.02	3	0.67	2.18	0.1439
Bloques*Localidad	0.91	3	0.30	0.99	0.4320
Localidad	2.10	1	2.10	6.79	0.0229
Variedad	1.01	2	0.51	1.64	0.2348
Localidad*variedad	0.32	2	0.16	0.52	0.6057
Error	3.71	12	0.31		
Total	10.08	23			

CV=5.32%

**Tabla 94.** *Número de hileras por mazorca, según localidad*

O.M.	Localidad	Número de hileras/mazorca	Sign.
1	Yatún	10.74	A
2	Cullanmayo	10.15	B
	Promedio	10.45	

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



**Figura 51.** Número de hileras por mazorca, según localidad

**Tabla 95.** Número de hileras por mazorca, según variedad

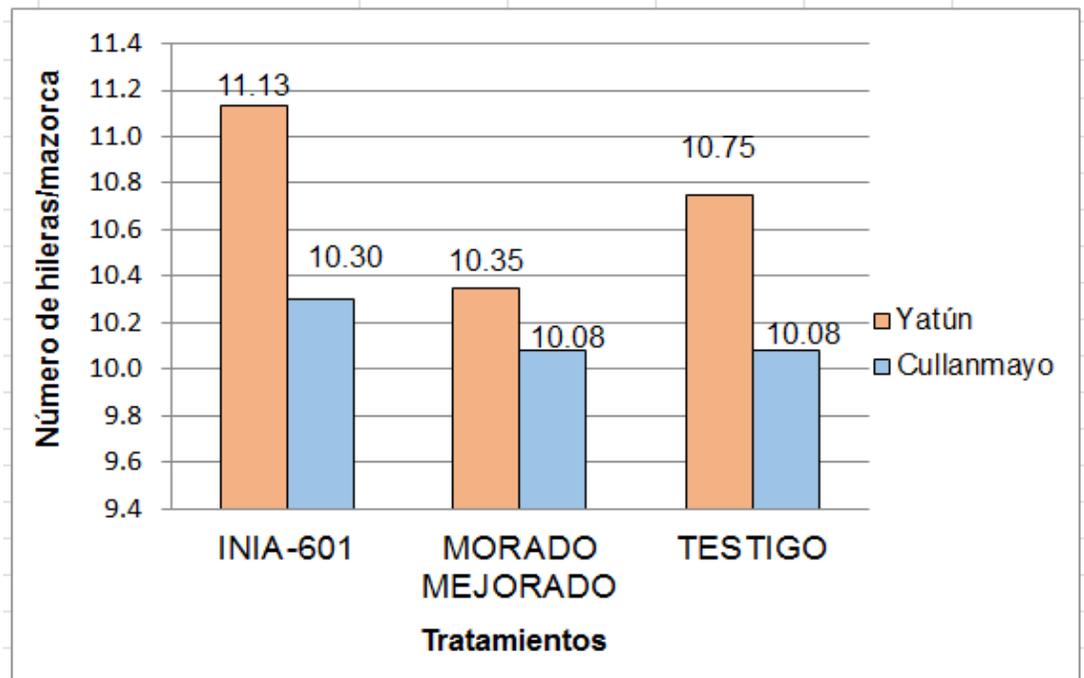
O.M.	Variedad	Número de hileras/mazorca	Sign.
1	INIA 601	10.71	A
2	Testigo	10.41	A
3	Morado Mejorado	10.21	A
	Promedio	10.44	

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

**Tabla 96.** Número de hileras por mazorca, según Localidad x Variedad

O.M.	Tratamientos	Número de hileras/mazorca	Sign.
1	Yatún-INIA601	11.13	A
2	Yatún-Testigo	10.75	AB
3	Yatún-Morado Mejorado	10.35	AB
4	Cullanmayo-INIA 601	10.30	AB
5	Cullanmayo-Testigo	10.08	B
6	Cullanmayo-Morado Mejorado	10.08	B
	Promedio	10.45	

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



**Figura 52.** Número de hileras por mazorca, según localidad por variedad

### 3.2.20 Diámetro de mazorca

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que existió alta significación estadística solo para localidad, mostrando un comportamiento heterogéneo para diámetro de mazorca (Tabla 97).

El coeficiente de variabilidad fue de 4.02%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995) por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central (Tabla 97).

El promedio experimental fue de 7.50 cm de diámetro de mazorca.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por la localidad Yatún que obtuvo el mayor valor con 7.97 cm y superó

estadísticamente a la localidad Cullanmayo con 7.03 cm, y se ubicó en el segundo y último lugar (Tabla 98, figura 53).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, el mayor valor lo obtuvo el Morado Mejorado con 7.57 cm y en el último lugar se ubicó la variedad INIA 601 con 7.41 cm de diámetro de mazorca (Tabla 99).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por tres interacciones Yatún-INIA 601, Yatún-Morado Mejorado y Yatún-Testigo, con 8.05, 8.03 y 7.84 cm, respectivamente y superó estadísticamente al resto de tratamientos, mientras que en el último lugar se ubicó el tratamiento Cullanmayo-Testigo con 6.99 cm de diámetro de mazorca (Tabla 100, figura 54).

**Tabla 97.** *Análisis de varianza para diámetro de mazorca*

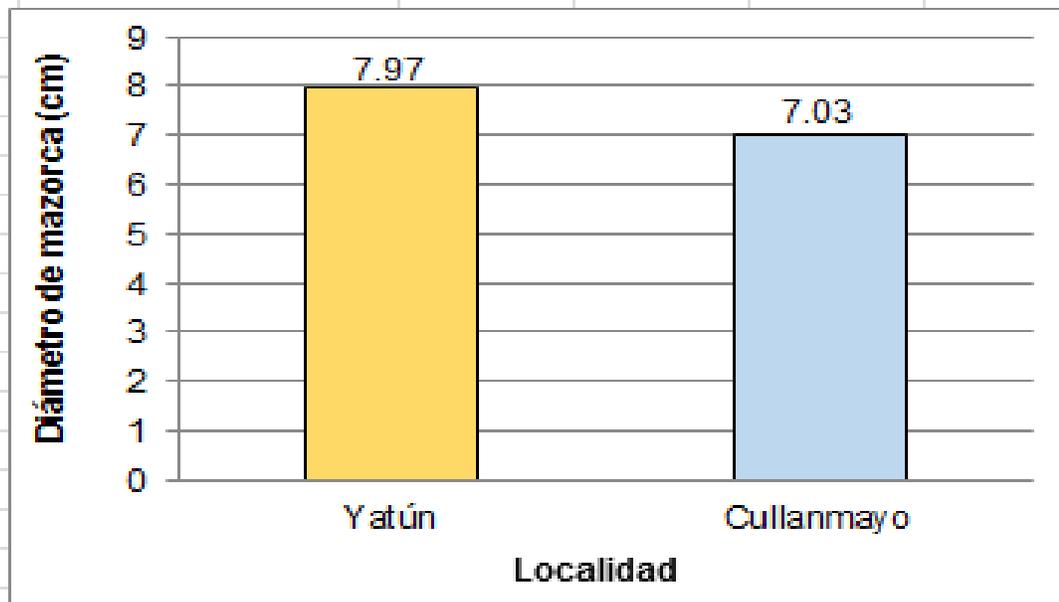
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	5.88	11	0.53	5.89	0.0024
Bloques	0.37	3	0.12	1.35	0.3045
Bloques*Localidad	0.04	3	0.01	0.14	0.9317
Localidad	5.33	1	5.33	58.80	<0.0001
Variedad	0.10	2	0.05	0.57	0.5800
Localidad*variedad	0.04	2	0.02	0.21	0.8163
Error	1.09	12	0.09		
Total	6.97	23			

CV=4.02%

**Tabla 98.** *Diámetro de mazorca, según localidad*

O.M.	Localidad	Diámetro de mazorca (cm)	Sign.
1	Yatún	7.97	A
2	Cullanmayo	7.03	B
	Promedio	7.50	

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



**Figura 53.** Diámetro de mazorca, según localidad

**Tabla 99.** Diámetro de mazorca, según variedad

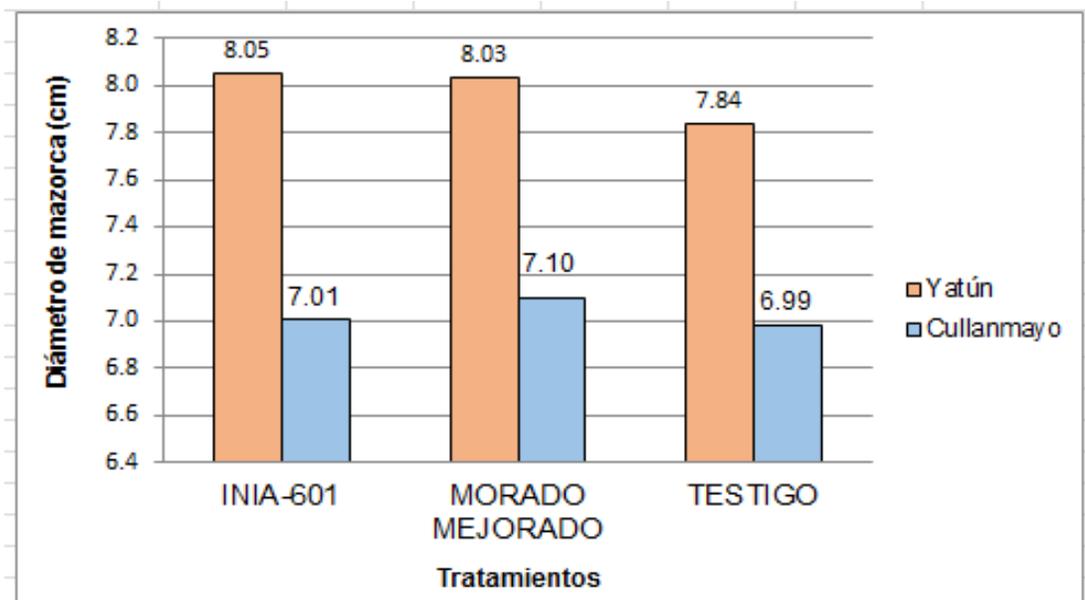
O.M.	Variedad	Diámetro de mazorca (cm)	Sign.
1	Morado Mejorado	7.57	A
2	INIA 601	7.53	A
3	Testigo	7.41	A
Promedio		7.50	

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

**Tabla 100.** Diámetro de mazorca, según localidad por variedad

O.M.	Tratamientos	Diámetro de mazorca (cm)	Sign.
1	Yatún-INIA 601	8.05	A
2	Yatún-Morado Mejorado	8.03	A
3	Yatún-Testigo	7.84	A
4	Cullanmayo-Morado Mejorado	7.10	B
5	Cullanmayo-INIA 601	7.01	B
6	Cullanmayo-Testigo	6.99	B
Promedio		7.50	

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



**Figura 54.** *Diámetro de mazorca, según localidad por variedad*

### 3.2.21 Número de granos por hileras

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que existió alta significación estadística solo para localidad, mostrando un comportamiento heterogéneo para número de granos por hilera (Tabla 101).

El coeficiente de variabilidad fue de 8.85%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995) por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central (Tabla 101).

El promedio experimental fue de 18.26 granos/hilera.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por la localidad Yatún que obtuvo el mayor valor con 22.14 granos/hilera y superó estadísticamente a la localidad Cullanmayo con 14.37 granos/hilera, y se ubicó en el segundo y último lugar esto se dio por presentar suelos con mayor fertilidad ph óptimo (Tabla 102, figura 55).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, el mayor valor lo obtuvo la variedad INIA 601 con 18.77 granos/hilera y en el último lugar se ubicó la variedad Morado Mejorado con 17.68 granos/hilera (Tabla 103).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por tres interacciones Yatún-INIA 601, Yatún-Testigo y Yatún-Morado Mejorado con 22.87, 22.69 y 20.87 granos/hilera, respectivamente y superó estadísticamente al resto de tratamientos, mientras que las interacciones Cullanmayo-Testigo, obtuvo solo 13.94 granos/hilera y se ubicó en el último lugar (Tabla 104, figura 56).

**Tabla 101.** *Análisis de varianza para número de granos por hilera*

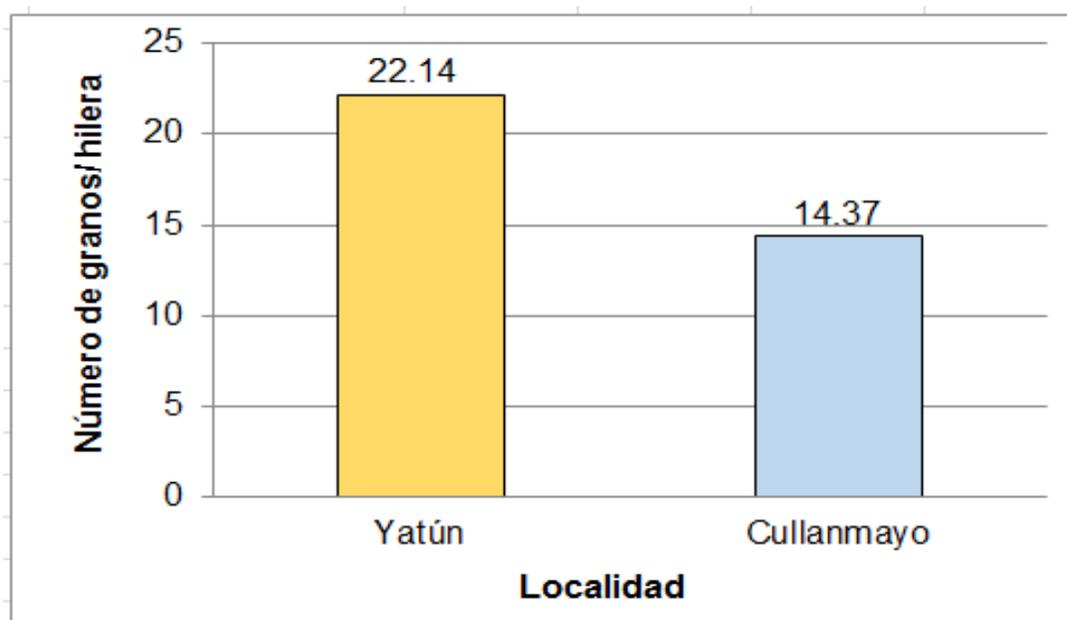
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	378.65	11	34.42	13.18	<0.0001
Bloques	1.36	3	0.45	0.17	0.9121
Bloques*Localidad	3.64	3	1.21	0.46	0.7121
Localidad	362.68	1	362.68	138.85	<0.0001
Variedad	4.77	2	2.38	0.91	0.4277
Localidad*variedad	31.34	2	3.10	1.19	0.3384
Error	31.34	12	2.61		
Total	410.00	23			

CV=8.85%

**Tabla 102.** *Número de granos por hilera, según localidad*

O.M.	Localidad	Número de granos/hilera	Sign.
1	Yatún	22.14	A
2	Cullanmayo	14.37	B
	Promedio	18.26	

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



**Figura 55.** Número de granos por hileras, según localidad

**Tabla 103.** Número de granos por hilera, según variedad

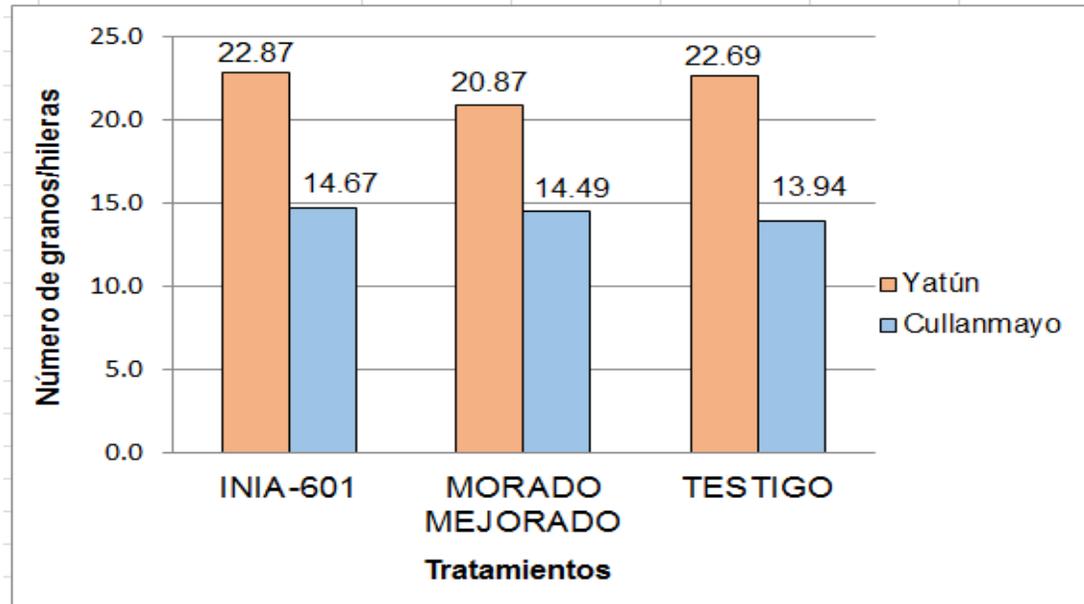
O.M.	Variedad	Número de granos/hilera	Sign.
1	INIA-601	18.77	A
2	Testigo	18.32	A
3	Morado Mejorado	17.68	A
Promedio		18.26	

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

**Tabla 104.** Número de granos por hilera, según localidad por variedad

O.M.	Tratamientos	Número de granos/hilera	Sign.
1	Yatún-INIA 601	22.87	A
2	Yatún-Testigo	22.69	A
3	Yatún-Morado mejorado	20.87	A
4	Cullanmayo-INIA 601	14.67	B
5	Cullanmayo-Morado Mejorado	14.49	B
6	Cullanmayo-Testigo	13.94	B
Promedio		18.26	

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



**Figura 56.** *Número de granos por hilera, según localidad por variedad*

### 3.2.22 Número de granos por mazorca

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que existió alta significación estadística solo para localidad, mostrando un comportamiento heterogéneo para número de granos por mazorca (Tabla 105).

El coeficiente de variabilidad fue de 11.57%, valor bajo, que indica que los datos son 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 105).

El promedio experimental fue de 192.19 granos/mazorca.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por la localidad Yatún que obtuvo el mayor valor con 238.15 granos/mazorca y que superó estadísticamente a la localidad Cullanmayo con solo 146.22 granos/mazorca, y se ubicó en el segundo y último lugar (Tabla 106, figura 57).

La prueba de Duncan para variedad, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, el mayor valor lo obtuvo la variedad INIA 601 con 203.05 granos/mazorca y en el último lugar se ubicó la variedad Morado Mejorado con 181.16 granos/mazorca (Tabla 107).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando tres subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por dos tratamientos Yatún-INIA 601 y Yatún-Testigo con 254.35 y 243.86 granos /mazorca, respectivamente y superaron estadísticamente al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento Cullanmayo-Testigo con 140.81 granos/mazorca, se ubicó en el último lugar (Tabla 108, figura 58).

**Tabla 105.** Análisis de varianza para número de granos por mazorca

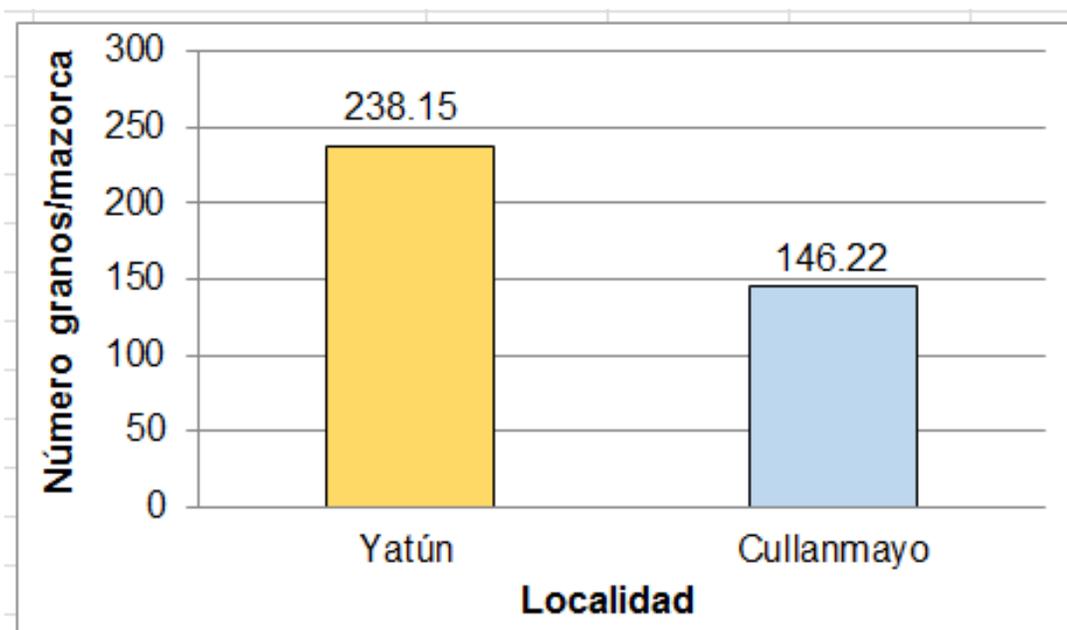
F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	56501.56	11	5136.51	10.38	0.0002
Bloques	1029.11	3	343.04	0.69	0.5736
Bloques*Localidad	1424.88	3	474.96	0.96	0.4431
Localidad	50706.38	1	50706.38	102.48	<0.0001
Variedad	1917.98	2	958.99	1.94	0.1865
Localidad*variedad	1423.21	2	711.60	1.44	0.2755
Error	5937.64	12	494.80		
Total	62439.20	23			

CV=11.57%

**Tabla 106.** Número de granos por mazorca, según localidad

O.M.	Localidad	Número de granos/mazorca	Sign.
1	Yatún	238.15	A
2	Cullanmayo	146.22	B
	Promedio	192.19	

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



**Figura 57.** Número de granos por mazorca, según localidad

**Tabla 107.** Número de granos por mazorca, según variedad

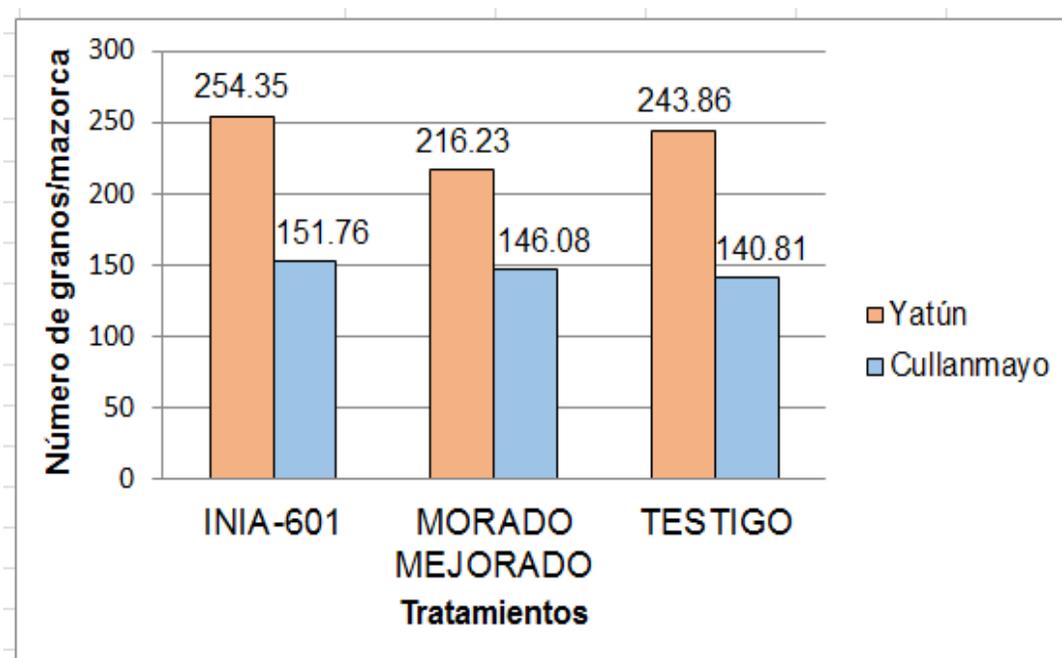
O.M.	Variedad	Número de granos/mazorca	Sign.
1	INIA 601	203.05	A
2	Testigo	192.34	A
3	Morado Mejorado	181.16	A
	Promedio	192.18	

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

**Tabla 108.** Número de granos por mazorca, según localidad por variedad

O.M.	Tratamientos	Número de granos/mazorca	Sign.
1	Yatún-INIA 601	254.35	A
2	Yatún-Testigo	243.86	AB
3	Yatún-Morado Mejorado	216.23	B
4	Cullanmayo-INIA 601	151.76	C
5	Cullanmayo-Morado Mejorado	146.08	C
6	Cullanmayo-Testigo	140.81	C
	Promedio	192.18	

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



**Figura 58.** *Número de granos por mazorca, según localidad por variedad*

### 3.2.23 Peso de 100 granos

El análisis de varianza para esta evaluación indicó que existió alta significación estadística para localidad y variedad, mostrando un comportamiento heterogéneo para el peso de 100 granos (Tabla 109).

El coeficiente de variabilidad fue de 8.53%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995) por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central (Tabla 109).

El promedio experimental fue de 13.27 granos/mazorca.

La prueba de Duncan para localidad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por la localidad Yatún que obtuvo el mayor valor de 52.47 g y superó estadísticamente a la localidad Cullanmayo con 44.18 g, y se ubicó en el segundo y último lugar acá podemos decir que según los resultados del análisis de suelo la

localidad de Yatun presenta un rango de pH ligeramente ácido la cual ase que tanto los macro y micronutrientes estén más disponibles (Tabla 110, figura 59).

La prueba de Duncan para Variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por Morado Mejorado e INIA 601 con 53.93 y 49.61 g, respectivamente y superaron estadísticamente al resto de tratamientos, mientras que el Testigo, obtuvo solo 41.43 g y se ubicó en el último lugar (Tabla 111, figura 60).

La prueba de Duncan para localidad por variedad, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando cuatro subconjuntos diferentes, el primero y superior conformado por Yatún-Morado Mejorado con 60.08 g y superó estadísticamente al resto de tratamientos, le sigue Yatún-INIA 601 con 53.52 g. Mientras que el tratamiento Cullanmayo-Testigo obtuvo solo 39.06 g, y se ubicó en el último lugar (Tabla 112, figura 61).

**Tabla 109.** Análisis de varianza para peso de 100 granos

F. V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	1153.15	11	104.83	6.17	0.0020
Bloques	7.54	3	2.51	0.15	0.9290
Bloques*Localidad	30.30	3	10.10	0.59	0.6304
Localidad	412.47	1	412.47	24.29	0.0003
Variedad	644.93	2	322.47	18.99	0.0002
Localidad*variedad	57.91	2	28.96	1.70	0.2230
Error	203.80	12	16.98		
Total	1356.96	23			

CV=8.53%

**Tabla 110.** Peso de 100 granos, según localidad

O.M.	Localidad	Peso de 100 granos (g)	Sign.
1	Yatún	52.47	A
2	Cullanmayo	44.18	B
	Promedio	48.33	

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

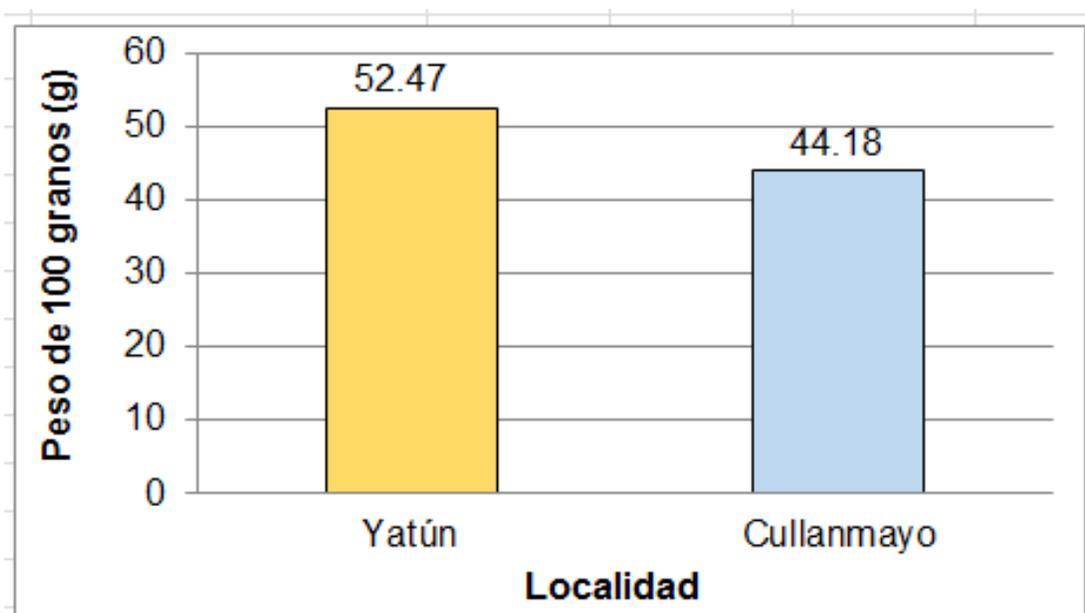


Figura 59. Peso de 100 granos, según localidad

Tabla 111. Peso de 100 granos, según variedad

O.M.	Variedad	Peso de 100 granos (g)	Sign.
1	Morado mejorado	53.93	A
2	INIA 601	49.61	A
3	Testigo	41.43	B
	Promedio	48.32	

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

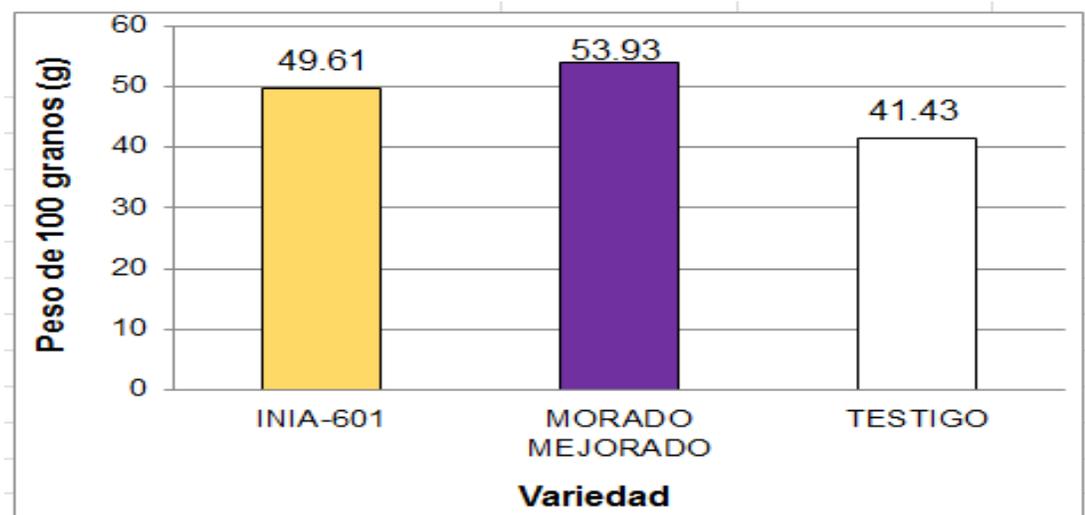
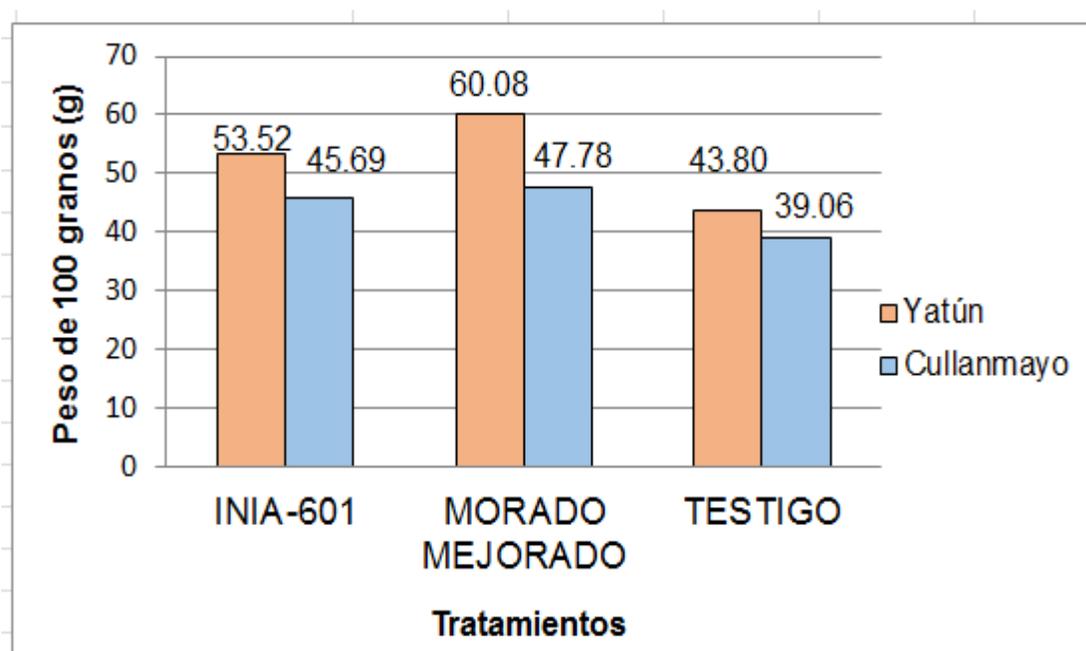


Figura 60. Peso de 100 granos, según variedad

**Tabla 112.** *Peso de 100 granos, según localidad por variedad*

O.M.	Tratamientos	Peso de 100 granos (g)	Sign.
1	Yatún-Morado Mejorado	60.08	A
2	Yatún-INIA 601	53.52	B
3	Cullanmayo-Morado Mejorado	47.78	BC
4	Cullanmayo-INIA 601	45.69	CD
5	Yatún-Testigo	43.80	CD
6	Cullanmayo- Testigo	39.06	D
	Promedio	48.32	

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



**Figura 61.** *Peso de 100 granos, según localidad por variedad*

### 3.3 Regresiones y correlaciones simples del rendimiento y atributos métricos

Los estudios de relación entre atributos y las características métricas evaluadas se hicieron con el objeto de encontrar atributos relacionados y determinar componentes de rendimiento para este tipo de maíz, se muestra a continuación la matriz de correlaciones de Pearson.

Se observa que la transmitancia, está inversamente relacionada con porcentaje de desgrane, y directamente con longitud de mazorca, resultados que concuerdan con Chávez et al (2015),

quienes indican que las mazorcas más vigorosas tienen una mayor concentración de pigmentos antocianicos, pero no con peso total de grano (Tabla 113).

**Tabla 113.** Matriz de correlaciones. Rendimiento de grano t/ha, flor femenina, flor masculina, altura de planta,...

	Rendimiento grano t/ha	Flor femenina	Flor masculina
Flor femenina	-0.902		
	0.000		
Flor masculina	-0.897	0.986	
	0.000	0.000	
Altura planta	0.889	-0.965	-0.963
	0.000	0.000	0.000
Altura mazorca	0.898	-0.958	-0.951
	0.000	0.000	0.000
Acame-Raíz	0.536	-0.574	-0.600
	0.007	0.003	0.002
%Acame tallo	-0.651	0.706	0.712
	0.001	0.000	0.000
GradoP-1	0.748	-0.754	-0.761
	0.000	0.000	0.000
GradoP-2	0.907	-0.896	-0.890
	0.000	0.000	0.000
GradoP-2%	0.740	-0.765	-0.751
	0.000	0.000	0.000
GradoP-3	0.853	-0.876	-0.906
	0.000	0.000	0.000
GradoP-4	0.715	-0.758	-0.788
	0.000	0.000	0.000
GradoP-5%	-0.657	0.564	0.551
	0.000	0.004	0.005

GradoP-6%	-0.647	0.703	0.694
	0.001	0.000	0.000
%emergencia	0.507	-0.614	-0.640
	0.012	0.001	0.001
Longitud de mazorca	0.796	-0.832	-0.827
	0.000	0.000	0.000
Diámetro de mazorca	0.784	-0.858	-0.855
	0.000	0.000	0.000
Granos/hieras	0.916	-0.924	-0.912
	0.000	0.000	0.000
Granos/mazorca	0.860	-0.870	-0.853
	0.000	0.000	0.000

### 3.4 Regresión múltiple

Al aplicar la metodología Stepwise (paso a paso), se encontró que la variable que más influyen en el rendimiento de grano fueron: Número de granos por hilera, prolificidad, y acame de raíz con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 89.6\%$ .

La ecuación de regresión fue:

Rendimiento grano t/ha = - 1.82 + 0.166 granos/hilera + 0.934 Prolificidad + 0.0879 Acame-raíz

Resultados que indican que por cada grano de maíz que se incremente por hilera, el rendimiento de grano se incrementará en 166 kg/ha (0.166 t/ha, manteniendo constante el resto de variables).

Regresión paso a paso: Rendimiento t/ha versus días a la floración, número de granos/hilera.

Alfa a entrar: 0.15 Alfa a retirar: 0.15

La respuesta es rendimiento t/ha en 6 predictores, con  $N = 30$

Secuencia de la regresión Usando Minitab

Regresión paso a paso: Rendimiento grano t/ha versus floración femenina, floración masculina

Selección hacia delante. F a entrar: 4

**Tabla 114.** Respuesta es rendimiento grano t/ha en 29 predictores, con N = 24

Paso	1	2	3
Constante	-0.9624	-1.8432	-1.8234
Granos/hilera	0.179	0.181	0.166
Valor T	10.68	11.90	10.49
Valor P	0.000	0.000	0.000
Prolificidad		0.88	0.93
Valor T		2.42	2.76
Valor P		0.025	0.012
Acame-raíz			0.088
Valor T			2.10
Valor P			0.049
S	0.339	0.307	0.285

**Análisis de regresión: Rendimiento grano t/ha versus granos/hiera, prolificidad, ...**

La ecuación de regresión es:

Rendimiento grano t/ha = - 1.82 + 0.166 granos/hilera + 0.934 Prolificidad + 0.0879 Acame-Raíz.

**Tabla 115.** Análisis de regresión: Rendimiento grano t/ha versus granos/hiera, prolificidad,

Predictor	Coef.	SE Coef.	T	F
Constante	-1.8234	0.4288	-4.25	0.000
Granos/hilera	0.16566	0.01579	10.49	0.000
Prolificidad	0.9341	0.3379	2.76	0.012
Acame-Raíz	0.08789	0.04193	2.10	0.049

S = 0.284870 R-cuadrática = 89.6% R-cuadrática (ajustado) = 88.1%

**Tabla 116. Análisis de varianza**

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Regresión	3	14.0250	4.6750	57.61	0.000
Error residual	20	1.6230	0.0812		
Total	23	15.6480			

Secuencia de la regresión múltiple usando Minitab

**Tabla 117. Secuencia de la regresión múltiple**

Predictor	Coef.	SE Coef.	T	F
Constante	-1.8234	0.4288	-4.25	0.000
Granos/hilera	0.16566	0.01579	10.49	0.000
Prolificidad	0.9341	0.3379	2.76	0.012
Acame-Raíz	0.08789	0.04193	2.10	0.049

S = 0.284870 R-cuad. = 89.6% R-cuad.(ajustado) = 88.1

**Tabla 118. Análisis de varianza**

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Regresión	3	14.0250	4.6750	57.61	0.000
Error residual	20	1.6230	0.0812		
Total	23	15.6480			

Fuente	GL	SC Sec.
Granos/hilera	1	13.1182
Prolificidad	1	0.5502
Acame-Raíz	1	0.3565

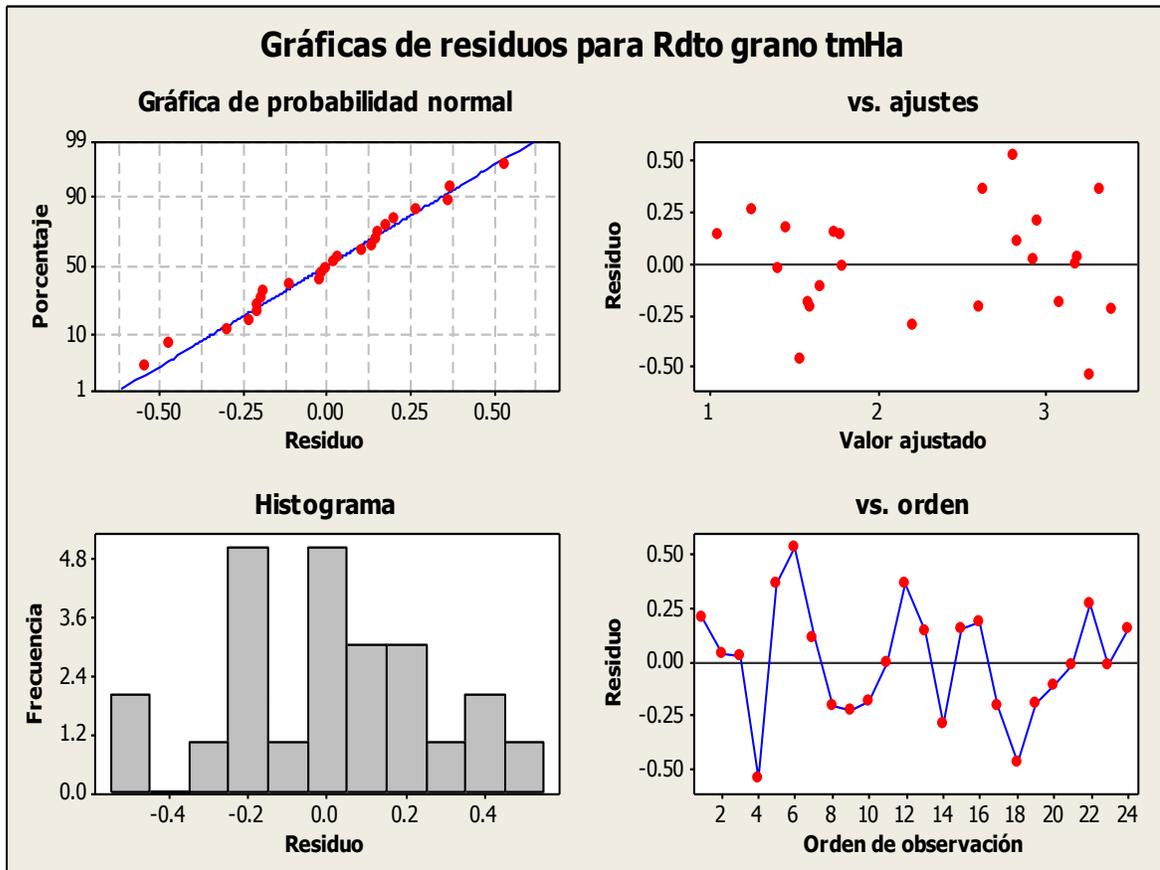


Figura 62. Residuos para rendimiento grano t/ha

### 3.5 Análisis multivariado

#### 3.5.1 Componentes principales

Al realizar un análisis conjunto de las variables evaluadas mediante la técnica del análisis de componentes principales (ACP), se encontró que el primer componente (PC1) constituido por las variables: Grado P3, número de granos por mazorca, con los valores PC1 absolutos más altos (0.221 y 0.220 que están referidos a productividad y que explican el 67.3% de la variación total (Tabla 119), mientras que el segundo componente (PC2) tiene el coeficiente más alto en términos absolutos de 0.433, correspondiente a prolificidad (Productividad) y grado P-6, con un aporte de 15.4%. En conjunto los dos primeros componentes explican el 82.7%, el PC3 y PC4 aportan el 11.2% y 4.9%, con un total de aporte de 98.8% (Tabla 119).

### 3.5.2 Análisis de los componentes principales

**Tabla 119.** Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	20.177	4.630	3.355	1.463	0.375
Proporción	0.673	0.154	0.112	0.049	0.012
Acumulada	0.673	0.827	0.939	0.988	1.000
Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Rdto grano t/ha	0.216	0.042	-0.005	-0.055	-0.357
Flor femenina	-0.215	-0.052	-0.125	-0.009	0.022
Flor masculina	-0.215	-0.047	-0.131	0.041	-0.014
Altura planta	0.213	0.010	0.140	0.080	-0.149
Altura mazorca	0.217	0.028	0.086	0.092	-0.163
Acame-Raíz	0.212	-0.120	-0.055	-0.109	0.014
%Acame-Raíz	-0.040	-0.360	-0.271	-0.285	0.092
Acame tallo	-0.197	-0.043	0.194	0.229	0.090
% Acame tallo	-0.217	0.063	0.003	0.114	-0.179
Prolificidad	-0.033	0.433	-0.154	-0.139	-0.090
%afección	-0.110	-0.083	0.464	0.011	-0.066
Grado P-1	0.202	0.162	-0.118	-0.048	0.134
Grado P-1%	0.110	0.083	-0.464	-0.011	0.066
Grado P-2	0.215	0.107	-0.048	0.026	0.067
Grado P-2%	0.216	0.031	0.012	0.189	0.090
Grado P-3	0.221	0.036	0.039	-0.005	0.007
Grado P-3%	0.122	-0.359	0.062	0.008	0.485
Grado P-4	0.193	0.028	0.122	-0.346	-0.217
Grado P-4%	0.012	-0.333	0.034	-0.556	-0.277
Grado P-5	0.071	0.303	0.273	-0.336	0.395
Grado P-5%	-0.202	0.160	0.126	0.032	0.038
Grado P-6	-0.108	0.351	0.157	-0.267	0.133
Grado P-6%	-0.203	0.171	0.042	0.073	-0.230
% emergencia	0.193	0.204	-0.060	-0.130	0.210
Longitud mazorca	0.212	0.028	0.145	0.091	0.109
Hileras/mazorca	0.192	-0.030	-0.183	0.304	0.033
Diámetro mazorca	0.212	0.002	0.138	0.080	-0.229
Granos/Hieras	0.221	0.042	0.011	0.051	-0.124
Granos/mazorca	0.220	0.033	-0.022	0.102	-0.103
Peso 100 granos	0.125	-0.212	0.372	0.086	0.062

PC1=Gradop3/granos/mazorca

PC2=Prolificidad/grado P6%

PC3=%afección/grado P1%

PC4= GradoP4-grado P5

### Gráfica de sedimentación de las variables evaluadas

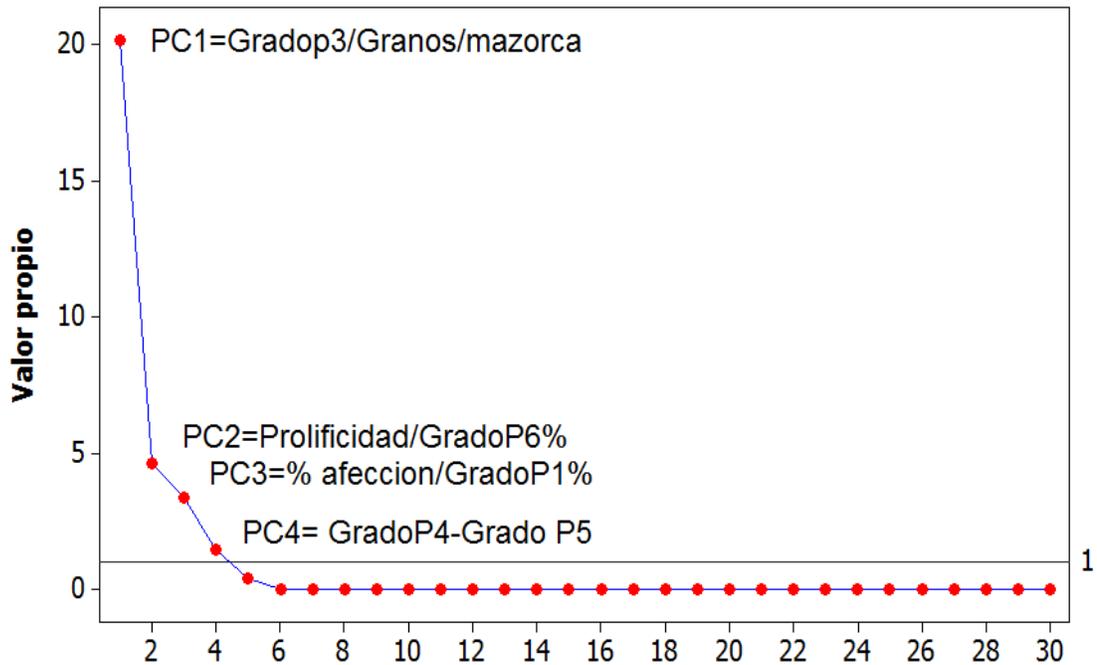


Figura 63. Gráfica de sedimentación de las variables evaluadas

### Gráfica de puntuación de las variables evaluadas

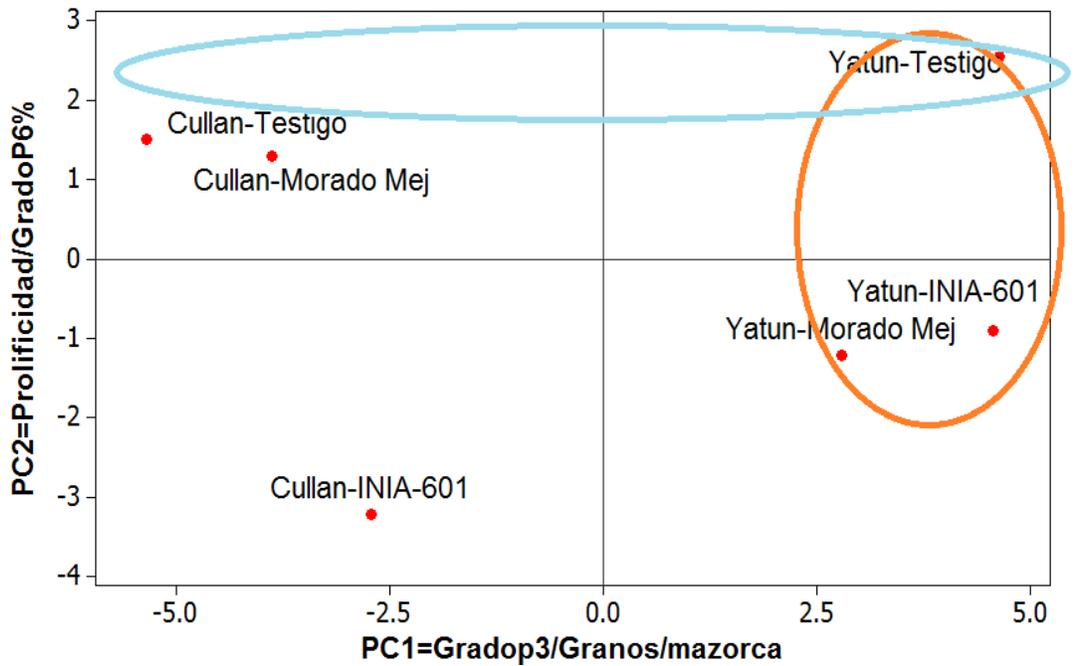


Figura 64. Gráfica de puntuación de rendimiento grano t/ha, ..., Peso 100 granos

### 3.5.3 Dendogramas

#### Dendograma para los tratamientos en estudio

El análisis de conglomerados (*cluster*) es una técnica multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos.

La Técnica se basa en los algoritmos jerárquicos acumulativos (forman grupos haciendo conglomerados cada vez más grandes), aunque no son los únicos posibles. El dendograma es la representación gráfica que mejor ayuda a interpretar el resultado de un análisis *cluster*. El análisis de conglomerados se puede combinar con el Análisis de componentes principales, ya que mediante ACP se puede homogeneizar los datos, lo cual permite realizar posteriormente un análisis *cluster* sobre los componentes obtenidos, para entender por qué es importante agrupar elementos parecidos en bloques diferentes. Por ejemplo, haciendo un corte (línea continua verde) al nivel del 75.36 % de similitud, existen 2 grupos diferentes, que corrobora lo encontrado en el análisis de varianza (figura 65)

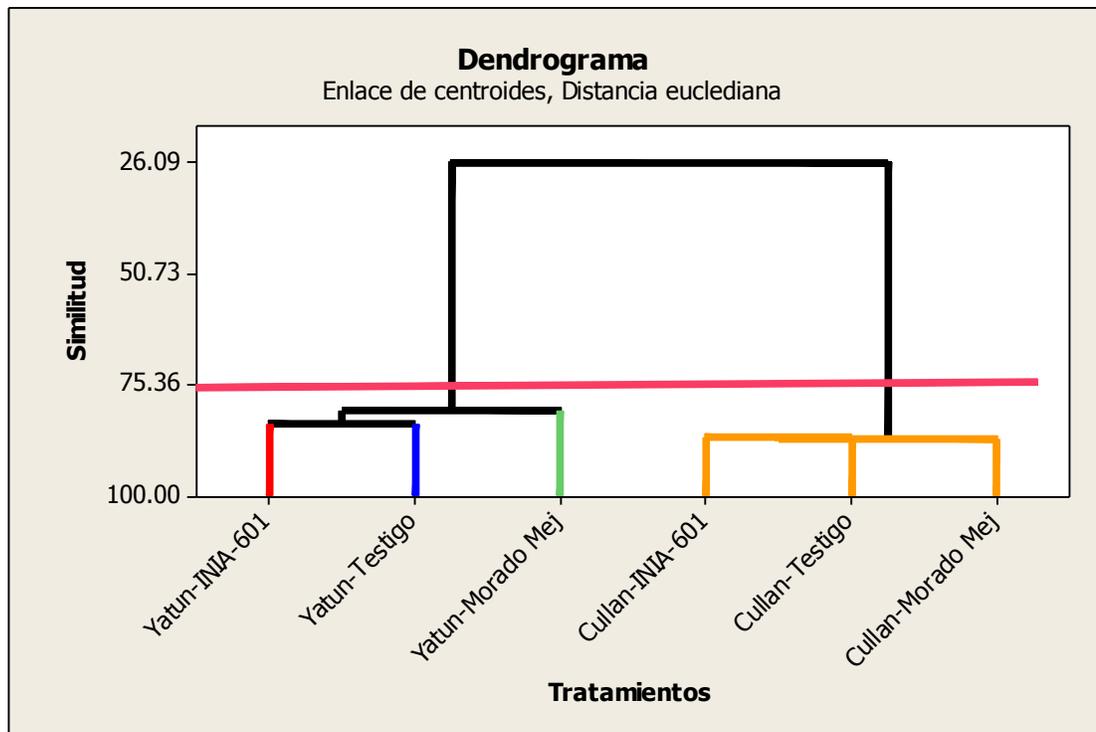
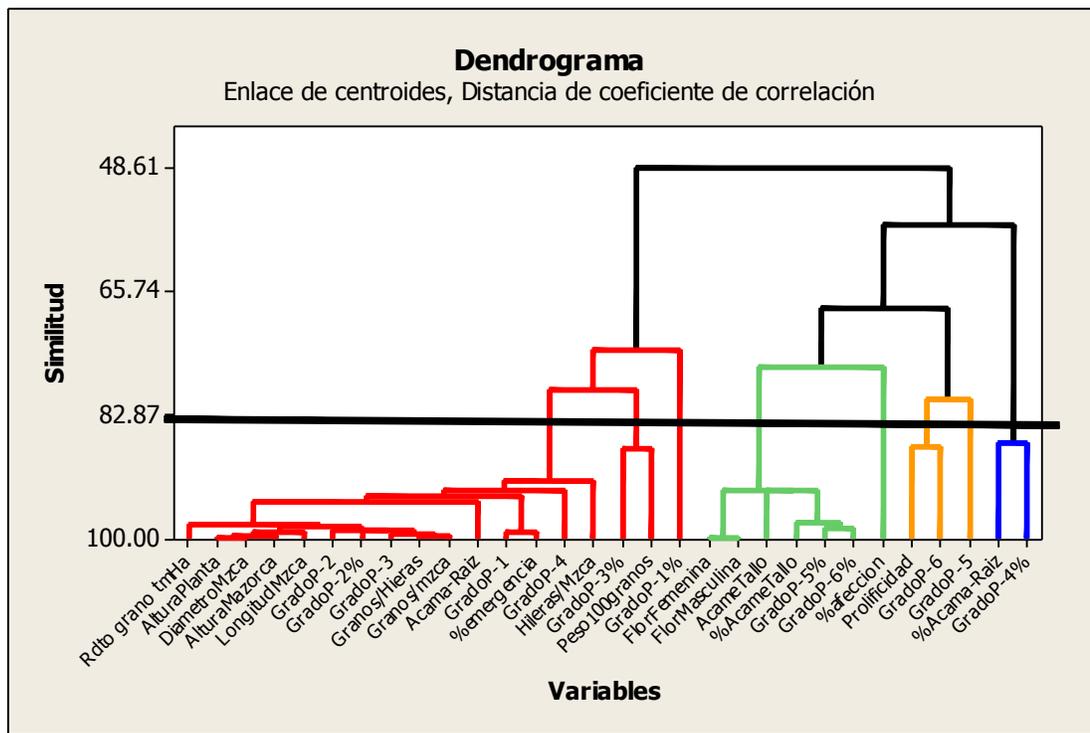


Figura 65. Dendograma para los tratamientos en estudio

**Dendrograma para las variables en estudio.**

“El análisis de conglomerados (*cluster*) es una técnica multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos”.

La técnica se basa en los “algoritmos jerárquicos acumulativos (forman grupos haciendo conglomerados cada vez más grandes), aunque no son los únicos posibles. El dendrograma es la representación gráfica que mejor ayuda a interpretar el resultado de un análisis *cluster*. El análisis de conglomerados se puede combinar con el Análisis de componentes principales, ya que mediante ACP se puede homogeneizar los datos, lo cual permite realizar posteriormente un análisis *cluster* sobre los componentes obtenidos, para entender por qué es importante agrupar elementos parecidos en bloques diferentes. Por ejemplo, haciendo un corte (línea continua verde) al nivel del 82.87% de similitud, existen 8 grupos diferentes, la observación más distante al resto es porcentaje de acame de raíz y grado 4%, ya que son las últimas (mayor distancia) en incorporarse al cluster final. Por el contrario, las líneas más cercanas entre sí son los días a floración masculina y femenina” (Figura 66).



**Figura 66.** Dendrograma para las variables en estudio

## IV. CONCLUSIONES

1. Para rendimiento de grano hubo similitud estadística entre las variedades, encontrándose que el testigo tuvo un mayor rendimiento con 2.44 t/ha, seguido de la variedad INIA 601 que rindió 2.34 t/ha, mientras que la variedad morado mejorado solo rindió 2.13 t/ha.
2. Para localidades se encontró que en Yatún se obtuvieron los mayores rendimientos, debido a las mejores condiciones climáticas, buena fertilidad del suelo con un promedio de 3.05 t/ha, superando estadísticamente a lo encontrado de Cullanmayo, que solo rindió 1.55 t/ha.
3. Para calidad de mazorca se encontró, que en la localidad de Cullanmayo el 100% de las mazorcas fue de segunda calidad por tener mazorcas pequeñas, debido a las condiciones climáticas y baja fertilidad del suelo, mientras que en Yatún, el 40% de las mazorcas de las variedades INIA 601 y el testigo fueron de primera calidad.
4. Según el análisis multivariado, las variables más importantes fueron: PC1= Grado P3/granos/mazorca, PC2= Prolificidad/grado P6%, PC3=% afección/grado P1% y PC4= Grado P4-grado P5, y que explican el 98.8% del experimento.
5. Según la metodología de la regresión paso a paso, los principales componentes del rendimiento fueron: Número de granos por hilera, Prolificidad y acame de la raíz, con un coeficiente de determinación del 89.6%. La mejor localidad para producir maíz morado es Yatún con la variedad INIA 601, que obtuvo 3.01 t/ha.

## **V. RECOMENDACIONES**

1. Según el trabajo realizado se recomienda a nuestros agricultores de la zona la variedad INIA 601 debido a que obtuvo un mayor rendimiento y mejor calidad.
2. Seguir evaluando nuevos materiales provenientes de otras instituciones
3. Realizar riego como complemento a las precipitaciones pluviales ya que esto nos conlleva a obtener mejores rendimientos.
4. Impulsar la siembra de maíz morado como una alternativa de generación de ingresos y rotación de cultivos para los productores de la provincia de Cutervo, debido a que este cultivo es de fácil manejo, de periodo vegetativo corto (6 meses) y adaptable al clima de la zona.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Allard, R. W. and A.D. Bradshaw. (1964). Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding *Crop Science* 4:503-507.
2. Álvarez, R., Álvarez, C. R., Steinbach, S. (2000). Fertilización de trigo y maíz. Ed. Hemisferio Sur. 95 pág.
3. Chávez G. (2014). Las antocianinas del maíz morado. Exposición en el CIP-Lambayeque
4. Chávez, G. (2014). "Selección masal por prolificidad y rendimiento en la variedad maíz INIA-101, en el centro poblado de Sumidero Cutervo.
5. Chávez, G. (1994), Evaluación de 2 Ciclos de Selección de Maíz Morado en la Costa Norte. En *Avances en Ciencia y Tecnología*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Oficina Central de Investigación. Año I, N°1.
6. Cea D' Ángeles, M. A. (2002), *Análisis Multivariable*. Ed. Síntesis S.A. España, 638 p.
7. Dez, J. (1980). Determinación de antocianinas en Maíz Morado. Tesis Ingeniería Química UNMSM. Lima.
8. Dietetica Express (2011). Maíz Morado fecha de acceso 01 de junio del 2015. <http://www.clubsaludnatural.com/profiles/blogs/maiz-morado>
9. El Agrario (1998). Revista especializada de los productos agrarios octubre 1998 No 2.
10. Grobman, A. Salhuana, W. and Sevilla R. (1961) In Collaboration with Paul Mangeldorf. *Races of Maize in Peru Their Origins, Evolution and Classification*. Pub. 915 NAS-NRC. Washington, D.C.
11. López L Xóchitl-Martínez y H. Sergio García-Galindo (2010). Antioxidant activity of methanolic and aqueous extracts of different varieties of mexican maize, fecha de acceso 01 de junio del 2015. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200707052010000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200707052010000100005&script=sci_arttext).
12. Lebart, L., Morineau, A. & Piron, M. (1995), *Statistique exploratoire multidimensionnelle*, Dunod, Paris, France.
13. Manrique, A. (1990). *El Maíz en el Perú*. Banco Agrario del Perú. Edigraf Limusa S.A. 276 p.
14. Martínez, R. (1995). Coeficientes de variabilidad *Agronomía Tropical*. 20(2): 81-95
15. Martínez, R. (1995). Coeficientes de variabilidad *Agronomía Tropical*. 20(2): 81-95

16. Medina, A. (2007). Manual del cultivo de maíz en la sierra norte del Perú. EEA. Baños del Inca – INIA. Cajamarca.
17. Miller, J. y Miller J.C. (2002). Estadística y Quimiometria para Química Analítica. Edit Printice Hall. Madrid. España. 278 p.
18. Monsalve, J. (2014). “Manejo agronómico del cultivo de maíz morado variedad INIA–Cajamarca en la provincia de Cutervo” Informe de prácticas pre profesionales Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Agronomía
19. Pietta, P G Flavonoids as antioxidants. J-Nat-Prod. (2000) Jul; 63(7): 1035-42  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10924197>
20. Poehlman, J.M. (1987). Breeding field crops, 3rd ed. Westport, CT, USA, AVI Publishing Company
21. Salhuana, W. (2013) diversidad y Descripción de las razas de maíz del Perú. Recuperado el 4 de enero del 2015. URL  
[http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/50301000/Races\\_of\\_Maize/Diversidad%20y%20razas%20de%20maiz%20en%20Peru.pdf](http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/50301000/Races_of_Maize/Diversidad%20y%20razas%20de%20maiz%20en%20Peru.pdf)
22. Sevilla, P. R., Valdez, M. A. (1985). Manual del Cultivo de Maíz Morado. FOPEX. Lima-Perú. 46 p.
23. Sies H, Stahl W, Sundquist AR. (1992). Antioxidant functions of vitamins: Vitamins E and C, beta carotene and other carotenoids. Ann. NY Acad. Sci., 669:7-20.  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Stahl%20W%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor\\_uid=1444060](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Stahl%20W%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=1444060)
24. Steel R. y J. H. Torrie. (1985). "Bioestadística: Principios y Procedimientos", 2º edición. Edit. Mac Graw Hill. Colombia.
25. Toma y Rubio (2008), Estadística aplicada. Primera parte. Apuntes de estudio 64. Universidad del Pacífico. Centro de investigación. 342

## VII. ANEXOS

### 7.1 Láminas fotográficas del experimento de maíz en la localidad de Yatún Siembra del experimento



Control químico de gusano de tierra.





Control de malezas



## Etiquetado de los tratamientos de maíz



## Aporque del maíz



Evaluación de la floración masculina.



Evaluación de la floración femenina.



Evaluación de acame de tallo.



Aplicación de aceite comestible para el control de gusano elotero (*helicoverpa zea*)



Evaluación de altura de inserción de mazorca.



Protección de las mazorcas para evitar la pudrición y daño ocasionado por aves.



Cosecha del trabajo de investigación en la localidad de Yatun.



Mazorcas de maíz seleccionadas para la toma de datos.



Mazorcas de maíz seleccionadas de acuerdo al grado de pudrición.



Mazorcas de maíz seleccionadas según grado de pudrición.



**7.2 Láminas fotográficas del ensayo de investigación en la localidad de Cullanmayo**  
**Identificación del área, y toma de datos (altura msnm) para la ejecución del trabajo de investigación**  
**en la localidad de Cullanmayo.**



Siembra del experimento



## Evaluación de emergencia



## Control de plagas



El maíz después de haber realizado el aporque.



Evaluación de la floración masculina.



Evaluación de la floración femenina.



Evaluación número de plantas que muestran acame de tallo.



Evaluación altura de planta y altura de inserción de mazorca.



Mazorcas de maíz seleccionadas según el grado de pudrición.



Organizando los tratamientos para realizar el control de peso.

