

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROECOLÓGICA Y
DESARROLLO RURAL**



TESIS

Comportamiento agronómico de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*zea mays* l.) en Lucre
– Curasco, Grau 2020

Presentado por:

Johana Cyntia Quispe Arone

Para optar el Título de Ingeniero Agroecólogo Rural

Abancay, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROECOLÓGICA Y
DESARROLLO RURAL



TESIS

**"COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO HÍBRIDOS DE MAÍZ AMARILLO DURO
(Zea mays L.) EN LUCRE - CURASCO, GRAU 2020"**

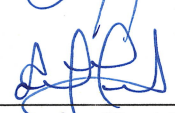
Presentado por **Johana Cyntia Quispe Arone**, para optar el Título de:
INGENIERO AGROECÓLOGO RURAL

Sustentado y aprobado el 25 de noviembre del 2022, ante el Jurado Evaluador:

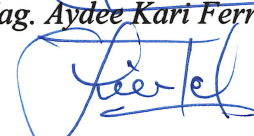
Presidente:


Ing. Niki Franklin Flores Pacheco

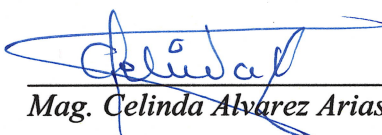
Primer Miembro:


Mag. Aydee Kari Ferro

Segundo Miembro:


PhD. Jose Luis Pimentel Flores

Asesor:


Mag. Celinda Alvarez Arias

Agradecimiento

Ante todo, agradezco a mi DIOS todo poderoso por permitir lograr todas mis metas.

A mis padres, hermanos, familiares, amigos(as) por brindar ese apoyo incondicional.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroecológica y Desarrollo Rural de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por haberme brindado los conocimientos necesarios en mi formación profesional. A todos mis compañeros que aportaron en la mejora en este peldaño.

A mi asesora Mg. Celinda Alvares Arias por haberme orientado en el proyecto de Investigación: “Comportamiento agronómico de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en Lucre – Curasco, Grau 2020”.

Al Ing. Industrial alimentario Víctor Horacio Seminario Rodríguez por haberme brindado información y guiado en los pasos importantes de mi proyecto.

Agradezco a Elver Natividad Gonzales Palomino y comuneros del distrito de Curasco anexo Lucre por ser parte de la ejecución, labores culturales de este proyecto de tesis.



Dedicatoria

A Dios por darme la fortaleza y voluntad de guiarme e iluminar mi mente, poniendo a las personas correctas en mi proceso.

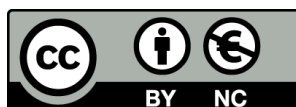
A mis padres Mercedes Arone Leo, Justo Quispe Chaparro y hermanos que son mi motor y motivo de mi vida, por enseñarme valores y principios para ser una persona de bien, asimismo, por su constante apoyo incondicional y confianza en mi capacidad.



Comportamiento agronómico de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en
Lucre – Curasco, Grau 2020

Línea de investigación: Agua, agricultura, silvicultura y pecuaria sostenible

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción de problema	4
1.2 Enunciado del problema	5
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos.....	5
1.3 Justificación de la investigación	5
CAPÍTULO II	8
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	8
2.1 Objetivos de la investigación.....	8
2.1.1 Objetivo general	8
2.1.2 Objetivos específicos.....	8
2.2 Hipótesis de la investigación	8
2.2.1 Hipótesis general	8
2.2.2 Hipótesis específicas	8
2.3 Operacionalización de variables	9
2.3.1 Variable independiente	9
2.3.2 Variables dependientes	9
2.3.3 Variables intervinientes	10
CAPITULO III	13
MARCO REFERENCIAL	13
3.1 Antecedentes.....	13
3.2 Marco Teórico	18
3.2.1 Maíz Amarillo duro	18
3.2.2 Comportamiento agronómico	25
3.3 Marco conceptual	40
CAPITULO IV.....	46
METODOLOGÍA.....	46
4.1 Tipo y nivel de investigación.....	46
4.2 Diseño de investigación.....	46
4.2.1 Diseño experimental	47
4.3 Descripción ética de la investigación	50
4.4 Población y muestra	50
4.5 Procedimiento.....	51
4.5.1 Evaluación	56
4.6 Técnicas e instrumentos	60
4.6.1 Materiales y equipos de campo	60
4.6.2 Biológico e insumos	60
4.6.3 Materiales de gabinete	60
4.7 Análisis estadístico	61



4.7.1	Técnicas estadísticas.....	61
4.7.2	Demostración de objetivos	66
4.7.3	Hipótesis estadísticas.....	66
CAPÍTULO V		69
RESULTADOS Y DISCUSIONES		69
5.1	Análisis de resultados	69
5.1.1	Comportamiento agronómico del cultivo de maíz amarillo duro.....	69
5.1.2	Fenología de cultivo de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz</i> L.)	70
5.1.3	Características biométricas del cultivo de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz</i> L.).....	74
5.1.4	Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz</i> L.)	80
5.2	Contrastación de hipótesis	82
5.2.1	Prueba de hipótesis del comportamiento agronómico del cultivo de maíz amarillo duro.....	83
5.2.3	Prueba de hipótesis de las características biométricas del cultivo de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz</i> L.)	104
5.2.4	Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz</i> L.)	121
5.3	Discusiones.....	132
CAPÍTULO VI.....		136
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		136
6.1	Conclusiones.....	136
6.2	Recomendaciones	137
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		138
ANEXOS		146

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 — Datos histórico del clima en Apurímac	11
Tabla 2 — Promedio de datos de clima de la estación meteorológica más cercana a la tesis	11
Tabla 3 — Operacionalización de variables.....	12
Tabla 4 — Etapas vegetativas y reproductivas del cultivo de maíz	28
Tabla 5 — Etapas fenológicas de maíz	31
Tabla 6 — Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo del maíz	32
Tabla 7 — Plagas que afectan al cultivo de maíz.....	39
Tabla 8 — Enfermedades que afectan al cultivo de maíz	40
Tabla 9 — Arreglo de los datos en un diseño de bloques completos al azar	48
Tabla 10 — Promedio de demanda de fertilizantes en el cultivo de maíz	52
Tabla 11 — Requerimiento de nutrientes del cultivo de MAD.....	52
Tabla 12 — Contenido de nutrientes del guano de islas, roca fosfórica y sulfato de potasio	53
Tabla 13 — Cantidad de fertilizantes a aplicar y sus correspondientes elementos disponibles para una hectárea de cultivo de maíz amarillo duro.....	53
Tabla 14 — Prueba de germinación de semillas de maíz amarillo duro según variedades.....	54
Tabla 15 — Cantidad de fertilizantes aplicados durante la siembra en el cultivo de MAD	55
Tabla 16 — Prueba de homogeneidad de varianzas por el método de Bartlett al 95%.....	62
Tabla 17 — Prueba de normalidad mediante el estadístico de Ryan-Joiner al 95%	64
Tabla 18 — Comportamiento agronómico del cultivo de MAD según tratamientos y bloques.....	69
Tabla 19 — Características biométricas del MAD según tratamientos.....	74
Tabla 20 — Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro según tratamientos	80
Tabla 21 — Análisis de variancia del comportamiento agronómico del cultivo de MAD	84
Tabla 22 — Comparación de promedios múltiples del comportamiento agronómico del cultivo de MAD mediante el método de Tukey	85
Tabla 23 — Análisis de variancia de la fenología del cultivo de maíz amarillo duro.....	87
Tabla 24 — Comparación de promedios múltiples de la fenología del cultivo de MAD mediante el método de Tukey.....	88
Tabla 25 — Comparación de promedios múltiples de la fenología del cultivo de MAD en los bloques según el método de Tukey	89
Tabla 26 — Análisis de variancia de la etapa vegetativa y sus indicadores del cultivo de maíz amarillo duro.....	91
Tabla 27 — Comparación de promedios múltiples de la etapa vegetativa y sus indicadores en la fenología del cultivo de MAD mediante el método de Tukey.....	93
Tabla 28 — Análisis de variancia de la etapa reproductiva y sus indicadores del cultivo de maíz amarillo duro.....	101
Tabla 29 — Comparación de promedios múltiples de la etapa reproductiva y sus indicadores en la fenología del cultivo de MAD mediante el método de Tukey	102
Tabla 30 — Análisis de variancia de las características biométricas del cultivo de maíz amarillo duro	106
Tabla 31 — Comparación de promedios múltiples de las características biométricas en las variedades del cultivo de MAD mediante el método de Tukey	107

Tabla 32 — Comparación de promedios múltiples de las características biométricas en los bloques mediante el método de Tukey	108
Tabla 33 — Análisis de variancia de la altura de planta de MAD	110
Tabla 34 — Comparación de promedios múltiples de la altura de planta mediante el método de Tukey	111
Tabla 35 — Análisis de variancia de la altura de inserción a la primera mazorca de MAD..	112
Tabla 36 — Comparación de promedios múltiples de la altura de inserción a la primera mazorca mediante el método de Tukey	113
Tabla 37 — Análisis de variancia del número de granos por mazorca de MAD	114
Tabla 38 — Comparación de promedios múltiples del número de granos por mazorca mediante el método de Tukey.....	115
Tabla 39 — Análisis de variancia del número de hileras por mazorca de MAD	116
Tabla 40 — Comparación de promedios múltiples del número de hileras por mazorca mediante el método de Tukey.....	117
Tabla 41 — Análisis de variancia del diámetro de mazorca de MAD	118
Tabla 42 — Comparación de promedios múltiples del diámetro de mazorca mediante el método de Tukey	118
Tabla 43 — Análisis de variancia de la longitud de mazorca de MAD	119
Tabla 44 — Comparación de promedios múltiples de la longitud de mazorca mediante el método de Tukey	120
Tabla 45 — Análisis de variancia del rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro	122
Tabla 46 — Comparación de promedios múltiples de los rendimientos en las variedades del cultivo de MAD mediante el método de Tukey.....	123
Tabla 47 — Análisis de variancia de la masa de grano seco del cultivo de MAD.....	126
Tabla 48 — Comparación de promedios múltiples de la masa de grano seco mediante el método de Tukey	127
Tabla 49 — Análisis de variancia del número de mazorcas por planta en el cultivo de MAD	128
Tabla 50 — Comparación de promedios múltiples del número de mazorcas por planta del cultivo MAD mediante el método de Tukey	129
Tabla 51 — Análisis de variancia del peso de 100 semillas en el cultivo de MAD.....	130
Tabla 52 — Comparación de promedios múltiples del peso de 100 semillas en el cultivo de MAD mediante el método de Tukey.....	131

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 — Mazorcas del híbrido Advanta	23
Figura 2 — Mazorcas del híbrido Advanta Mazorcas del híbrido Insignia	24
Figura 3 — Híbrido Dekalb.....	25
Figura 4 — Fases fenológicas del maíz.....	27
Figura 5 — Croquis del diseño experimental.....	50
Figura 6 — Calculo del tamaño de la muestra	51
Figura 7 — Prueba de hipótesis de dos colas para los efectos de los factores y sus interacciones	68
Figura 8 — Diagrama de caja del comportamiento agronómico del cultivo de maíz amarillo duro.....	70
Figura 9 — Fenología del cultivo de maíz amarillo duro Advanta	71
Figura 10 — Fenología del cultivo de maíz amarillo duro Insignia	72
Figura 11 — Fenología del cultivo de maíz amarillo duro Dekalb	72
Figura 12 — Fenología del cultivo de maíz amarillo duro Argenetics	73
Figura 13 — Fenología del cultivo de maíz amarillo duro variedad local (Testigo)	73
Figura 14 — Perfil histograma de las características biométricas del cultivo de MAD	76
Figura 15 — Perfil histograma del rendimiento de la producción de MAD según tratamientos	82
Figura 16 — Histograma del promedio del comportamiento agronómico del cultivo de MAD según tratamientos.....	85
Figura 17 — Histograma del promedio de la fenología del cultivo de MAD según tratamientos	88
Figura 18 — Histograma del promedio de la fenología del cultivo de MAD según bloques ..	89
Figura 19 — Comparación de las fenologías del cultivo de MAD Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb con el MAD Var. Local	104
Figura 20 — Histograma del promedio de altura de planta de MAD según tratamientos	107
Figura 21 — Histograma del promedio de altura de planta de MAD según tratamientos	108
Figura 22 — Histograma del promedio de altura de planta de MAD según tratamientos	112
Figura 23 — Histograma del promedio de altura de inserción a la primera mazorca de MAD según tratamientos	113
Figura 24 — Histograma del promedio del número de granos por mazorca del MAD según tratamientos	115
Figura 25 — Histograma del promedio del número de hileras por mazorca de MAD según tratamientos	117
Figura 26 — Histograma del promedio del diámetro de mazorca de MAD según tratamientos	119
Figura 27 — Histograma del promedio de la longitud de mazorca del MAD según tratamientos	120
Figura 28 — Histograma del promedio de rendimiento del cultivo de MAD según tratamientos	123
Figura 29 — Histograma del promedio del número de grano seco de MAD según tratamientos	127
Figura 30 — Histograma del número de mazorcas por planta del MAD según tratamientos	129
Figura 31 — Histograma del promedio de peso de 100 semillas de MAD según tratamientos	131

Figura 32 — Prueba normalidad del comportamiento agronómico del MAD	161
Figura 33 — Prueba normalidad de la fenología y la etapa vegetativa del cultivo de MAD.....	161
Figura 34 — Prueba de normalidad de la emergencia (VE) y primera hoja (V1) del cultivo de MAD	161
Figura 35 — Prueba de normalidad de la segunda (V2) y tercera hoja (V3) del cultivo de MAD.....	162
Figura 36 — Prueba de normalidad de la cuarta (V4) y quinta hoja (V5) del cultivo de MAD.....	162
Figura 37 — Prueba de normalidad de la sexta (V6) y séptima hoja (V7) del cultivo de MAD.....	162
Figura 38 — Prueba de normalidad de la octava (V8) y novena hoja (V9) del cultivo de MAD.....	163
Figura 39 — Prueba de normalidad de la décima (V10) y undécima hoja (V11) del cultivo de MAD.....	163
Figura 40 — Prueba de normalidad de la duodécima (V12) y decimotercera hoja (V13) del cultivo de MAD.....	163
Figura 41 — Prueba de normalidad de la decimocuarta (V14) y decimoquinta hoja (V15) del cultivo de MAD.....	163
Figura 42 — Prueba de normalidad de la decimosexta (V16) y decimoseptima hoja (V17) del cultivo de MAD.....	164
Figura 43 — Prueba de normalidad de la decimoctava (V18) y decimonovena hoja (V19) del cultivo de MAD.....	164
Figura 44 — Prueba de normalidad de la vigésima (V20) y vigesimaprimer hoja (V21) del cultivo de MAD.....	164
Figura 45 — Prueba de normalidad de la vigésimasegunda (V22) y vigesimatercera hoja (V23) del cultivo de MAD.....	164
Figura 46 — Prueba de normalidad de la vigésimacuarta (V24) y vigesimaquinta hoja (V25) del cultivo de MAD.....	165
Figura 47 — Prueba de normalidad de la aparición de panoja (VT) del cultivo de MAD.....	165
Figura 48 — Prueba de normalidad de la etapa reproductiva y aparición de estigmas (R1) del cultivo de MAD.....	165
Figura 49 — Prueba de normalidad del blíster (R2) y grano lechoso (R3) del cultivo de MAD.....	165
Figura 50 — Prueba de normalidad del grano pastoso (R4) y grano dentado (R5) del cultivo de MAD.....	166
Figura 51 — Prueba de normalidad del grano maduro (R6) del cultivo de MAD.....	166
Figura 52 — Prueba de normalidad de las características biométricas y altura de planta del cultivo de MAD.....	166
Figura 53 — Prueba de normalidad de la primera mazorca y número de granos por hilera del MAD.....	166
Figura 54 — Prueba de normalidad del número de hileras y diámetro de mazorca del MAD.....	167
Figura 55 — Prueba de normalidad de la longitud de mazorca del MAD.....	167
Figura 56 — Prueba de normalidad del peso de 100 semillas y el número de mazorcas en el cultivo de MAD.....	167
Figura 57 — Prueba de normalidad de la masa de grano seco en el cultivo de MAD.....	167
Figura 58 — Prueba de varianza iguales del comportamiento agronómico y fenología del cultivo de MAD.....	168
Figura 59 — Prueba de varianza iguales de la etapa vegetativa y emergencia (VE) del cultivo de MAD.....	168

Figura 60 — Prueba de varianza iguales de la primera (V1) y segunda hoja (V2) del cultivo de MAD	168
Figura 61 — Prueba de varianza iguales de la tercera (V3) y cuarta hoja (V4).....	169
Figura 62 — Prueba de varianza iguales de la quinta (V5) y sexta hoja (V6)	169
Figura 63 — Prueba de varianza iguales de la séptima (V7) y octava hoja (V8)	169
Figura 64 — Prueba de varianza iguales de la novena (V9) y décima hoja (V10)	169
Figura 65 — Prueba de varianza iguales de la undécima (V11) y decimosegunda hoja (V12)	170
Figura 66 — Prueba de varianza iguales de la decimotercera (V13) y decimocuarta hoja (V14).....	170
Figura 67 — Prueba de varianza iguales de la decimoquinta (V15) y decimosexta hoja (V16).....	170
Figura 68 — Prueba de varianza iguales de la decimosétima (V17) y decimoctava hoja (V18).....	170
Figura 69 — Prueba de varianza iguales de la decimonovena (V19) y vigésima hoja (V20)	171
Figura 70 — Prueba de varianza iguales de la vigesimoprimera (V21) y vigesimosegunda hoja (V22).....	171
Figura 71 — Prueba de varianza iguales de la vigesimotercera (V23) y vigesimocuarta hoja (V24).....	171
Figura 72 — Prueba de varianza iguales de la vigesimoquinta hoja (V25) y aparición de panojas (VT)	171
Figura 73 — Prueba de varianza iguales de la etapa reproductiva y aparición de estigmas R1)	172
Figura 74 — Prueba de varianza iguales del blíster (R2) y grano lechoso (R3)	172
Figura 75 — Prueba de varianza iguales del grano pastoso (R4) y grano dentado (R5).....	172
Figura 76 — Prueba de varianza iguales del grano maduro (R6)	172
Figura 77 — Prueba de varianza iguales de las características biométricas y altura de planta del cultivo de MAD	173
Figura 78 — Prueba de varianza iguales de la primera mazorca y el número de granos por hilera del cultivo de MAD	173
Figura 79 — Prueba de varianza iguales del número de hileras y el diámetro de mazorca del cultivo de MAD	173
Figura 80 — Prueba de varianza iguales de la longitud de mazorca del cultivo de MAD.....	173
Figura 81 — Prueba de varianza iguales del rendimiento y peso de 100 semillas del cultivo de MAD	174
Figura 82 — Prueba de varianza iguales del número de mazorcas y la masa de grano seco del cultivo de MAD	174
Figura 83 — Preparación del terreno con arado de toros para la siembra de maíz híbrido ...	175
Figura 84 — Prueba de germinación de los 5 híbridos de maíz amarillo duro	175
Figura 85 — Trazado de surcos y distanciamiento entre semillas	176
Figura 86 — Fase vegetativa del maíz amarillo duro en la etapa de V2	176
Figura 87 — Primer aporque y fertilización del maíz amarillo duro con comuneros del anexo Lucre- Curasco	177
Figura 88 — Fertilización y evaluación de la fase vegetativa V3 a V4	177
Figura 89 — Evaluación de la fase reproductiva VT floración masculina del maíz amarillo duro	178
Figura 90 — Evaluación de la fase fenológica, etapa R5, donde se observa granos dentados del maíz amarillo duro	178
Figura 91 — Comparación de las características biométrica, altura de planta en la etapa de aparición de panojas	179

Figura 92 — Evaluación de la cosecha de los granos maduros R6.....	179
Figura 93 — Comparación del diámetro de la mazorca de maíz amarillo duro.....	180
Figura 94 — Comparación de la longitud de las mazorcas de maíz amarillo duro.....	180
Figura 95 — Secado del maíz amarillo duro por unidad experimental en Lucre.....	182
Figura 96 — Comparación del rendimiento en peso de 100 semillas de maíz amarillo duro	182

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cereal de la familia gramíneas, es una especie monocotiledónea de crecimiento anual tiene ciclo vegetativo muy amplio, de acuerdo a la variedad puede ser desde 80 a 200 días (GRANDE TOVAR Y OROZCO COLONIA 2013).

En el Perú el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) (MAD) posee gran importancia económica y social, por ser un insumo básico en la industria avícola y ganadera, es fuente generadora de trabajo, sin embargo según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAG 2012) los rendimientos cada vez tiende a disminuir, siendo las regiones de Lima, La Libertad, Lambayeque y Ancash las que contribuyen casi el 52% de la producción nacional.

En la región Apurímac se cultiva el MAD en los valles de Abancay, Aymaraes y Chincheros, el grano seco es utilizado en la alimentación de aves y cerdos. Los rendimientos de la producción en promedio es de 2000 kg/ha y es inferior a “los rendimientos nacionales cuyo promedio alcanza 7000 kg/ha” (MOGOLLON ÑÁÑEZ 2015).

A nivel internacional existen investigaciones que se llevaron a cabo con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de MAD y observar su potencial de rendimiento tal es el caso de ORTEGA-GÓMEZ *et al* (2010) quienes evaluaron variables como días a floración masculina y femenina, días a llenado de mazorca, altura de planta, altura de la primera mazorca, días a la cosecha, número de mazorcas por planta, relación grano/mazorca, peso de cien granos y rendimiento a partir de 6 híbridos, también CHURA CHUQUIJA Y TEJADA SORALUZ (2014) en el Perú, evaluaron el comportamiento de 16 híbridos de MAD en La Molina, con el objetivo de encontrar los mas prometedores en rendimiento y características biométricas. A nivel de la provincia de Grau no se han encontrado investigaciones relacionadas al tema, por ello, he planteado llevar a cabo la investigación con el propósito de evaluar el comportamiento agronómico en cuanto a rendimiento, fenología y características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau. Dicha investigación se expone en seis capítulos ordenados de manera sistemática y secuencial y aborda como eje en los contenidos las variables de fenología del cultivo de MAD, características biométricas y rendimiento de MAD.



RESUMEN

Se evaluó el comportamiento agronómico de los híbridos de maíz amarillo duro en las variedades dekalb, argenetics, insignia y advanta provenientes de la costa peruana y como testigo un híbrido local mediante un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro bloques. Las variables evaluadas fueron fenología de los híbridos, características biométricas y rendimiento de la producción. La investigación se llevó a cabo en la localidad de Lucre, provincia de Grau, departamento de Apurímac y como resultado, no se encontraron diferencias significativas ($\text{Sig.} > 0.05$) en cuanto al comportamiento fenológico, siendo el ciclo vegetativo de las variedades híbridos advanta, insignia, dekalb y argenetics de 191 días y del híbrido local de 170 días. La etapa vegetativa para las variedades insignia, advanta, dekalb y argenetics fue de 109 días y para la variedad local de 108 días, mientras que la etapa reproductiva fue de 82 días para las variedades de la costa peruana y de 62 días para la variedad local. En cuanto a las características biométricas la variedad insignia mostró mejor conformación de planta con 173.0 cm de altura de planta, 61.15 cm de altura de inserción a la primera mazorca, 629.75 granos/mazorca, 15.75 hileras/mazorca, 5.869 cm de diámetro de mazorca y 21.721 cm de longitud de mazorca, dichos resultados fueron significativamente diferentes ($\text{Sig.} < 0.05$) a las características biométricas del híbrido local que obtuvo 146.25 cm, de altura de planta, 18.975 cm de altura de inserción a la primera mazorca, 424 granos/mazorca, 13.250 hileras/mazorca, 4.941 cm de diámetro de mazorca y de 16.456 cm de longitud de mazorca. El mayor rendimiento fue para la variedad insignia con 3.139 t/ha frente a la variedad local que alcanzó un rendimiento de 1.639 t/ha. Se concluye que la variedad insignia tiene mejor comportamiento en rendimiento y características biométricas y la variedad local tiene mejor comportamiento fenológico en condiciones del clima del valle de Lucre, Curasco, Grau, Apurímac.

Palabras clave: Fenología, características biométricas, rendimiento, maíz amarillo



ABSTRACT

The agronomic performance of hard yellow corn hybrids dekalb, argenetics, insignia and advanta from the Peruvian coast and a local variety as a control were evaluated using a randomized complete block experimental design with five treatments and four blocks. The variables evaluated were phenology of the hybrids, biometric characteristics and production yield. The research was carried out in the locality of Lucre, province of Grau, department of Apurimac, and as a result, no significant differences were found (Sig. >0.05) in phenological behavior, with the vegetative cycle of the advanta, insignia, dekalb and argenetics hybrids being 191 days and that of the local hybrid 170 days. The vegetative stage for the insignia, advanta, dekalb and argenetics varieties was 109 days and for the local variety 108 days, while the reproductive stage was 82 days for the Peruvian coast varieties and 62 days for the local variety. In terms of biometric characteristics the flagship variety showed better plant architecture with 1.730 m plant height, 61.15 cm insertion height to first ear, 629.75 kernels/ear, 15.75 rows/ear, 5.869 cm ear diameter and 21. These results were significantly different (Sig. <0.05) from the biometric characteristics of the local variety that obtained 1.4625 m, plant height, 18.975 cm of insertion height at the first ear, 424 grains/ear, 13.250 rows/ear, 4.941 cm of ear diameter and 16.456 cm of ear length. The highest yield was for the flagship variety with 3,139 t/ha compared to the local variety that reached a yield of 1,639 t/ha. It is concluded that the flagship variety has better performance in yield and biometric characteristics and the local variety has better phenological behavior under the climatic conditions of the Lucre valley, Curasco, Grau, Apurimac.

Key words: Phenology, biometric characteristics, yield, yellow corn.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de problema

En el Perú el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) (MAD) posee gran importancia económica y social, por ser un insumo básico en la industria avícola y ganadera por generar trabajo a buen número de familias.

En la región Apurímac se cultiva el maíz amarillo duro en los valles de Abancay, Aymaraes y Chincheros utilizándose el grano seco en la alimentación animal especialmente de aves y cerdos, los rendimientos de la producción en promedio son de 2000 kg/ha, inferior a “los rendimientos nacionales que en promedio es de 7000 kg/ha” (Mogollón Ñáñez 2015), mientras que en la provincia de Grau, el maíz tiene usos múltiples y variados, es uno de los cereales más utilizados como alimento en distintas épocas del año, forma parte de sus tradiciones culturales y es muy apreciado por las familias pero no se cultiva el MAD, las familias dedicadas a la crianza de aves compran el MAD importado de Bolivia y estacionalmente de los valles de Pachachaca.

El valle de Lucre jurisdicción del distrito de Curasco, así como el valle de Vilcabamba cuentan con tierras y clima favorable para la producción de maíz amarillo duro sin embargo la mayoría de familias no cultivan este importante cereal por desconocimiento de su proceso productivo perdiéndose la oportunidad de contar con el insumo principal para la crianza de aves y ganado vacuno ya que “el MAD, también existe productores innovadores que siembran aproximadamente 3 años consecutivos realizando selección de semillas del Maíz Amarillo Duro (local) donde los productores cultivan con doble propósito: para consumo en grano seco en la alimentación de aves y en forraje para ganado” (Pezo-García 2012).

El presente trabajo evaluó el comportamiento agronómico en cuanto a rendimiento, fenología y características biométricas de cuatro híbridos de MAD en condiciones del valle de Lucre, por lo que se planteó las siguientes interrogantes.



1.2. Enunciado del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el comportamiento agronómico en cuanto a rendimiento, fenología y características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el comportamiento de la fenología de cultivo de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau?
- ¿Cuál es el comportamiento de las características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau?
- ¿Cuál es el comportamiento de rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau?

1.3. Justificación de la investigación

El Maíz Amarillo Duro (MAD) es uno de los productos más importantes de la cadena productiva avícola y porcícola en el Perú dado que es uno de los principales insumos en la fabricación de alimentos balanceados para estos sectores, por tanto, de gran importancia para la seguridad alimentaria de las familias. A nivel nacional, la producción viene aumentando desde el año 2012 pero es debido a las mayores superficies sembradas siendo las regiones de La Libertad, Lima y Lambayeque los que aportan con el 60.2% de la producción trimestral del grano en el Perú INEI 2012, citado por (MOGOLLON, ÑÁÑEZ 2015).

En el valle del anexo Lucre y distrito de Vilcabamba existen productores que siembran Maíz Amarillo Duro (MAD) con semilla local, durante 3 años aproximadamente en condiciones inapropiadas para el sistema agroecológico, donde se viene usando Urea de manera inapropiada sin saber el requerimiento nutricional del suelo.



Los resultados de la investigación pueden ser utilizado por familias dedicadas a la agricultura ya que es posible realizar la réplica del ensayo en condiciones de campo, para ello, se pone en consideración que la variedad insignia fue la que obtuvo mayor rendimiento en el valle de Curasco, Curpahuasi, por otro lado, los estudiantes de ciencias agrarias podrán utilizar la metodología para realizar investigaciones o ensayos similares tomando en consideración nuevas variedades, o pisos ecológicos.

En el aspecto social, según VARGAS (2014) “el maíz es un alimento muy difundido en el mundo, debido a la plasticidad de sus características naturales y la posibilidad de ser consumido de distintas maneras” (p. 1), así en la provincia de Grau se tendría un impacto directo de beneficios de producción de MAD del 80% de los productores del anexo Lucre y de forma indirecta los pobladores de las comunidades del 88% Huáscar Patis, 78% Pacayura, 70% Huayo Grande, 60% Huayo Chico y 40% Vilcabamba.

La siembra de la variedad más favorables de MAD incrementaría una mayor organización, aspiración y sobre todo asegurar la seguridad alimentaria de las familias productoras de los valles de la provincia de Grau.

En el aspecto económico, la provincia de Grau cuenta con valles cuyos climas y suelos son favorables para la producción del MAD, por tanto, se convierte en una oportunidad de generación de puestos de trabajo e ingresos económicos para las familias que puedan producir este importante cultivo con doble propósito para la utilización del grano seco y promover la crianza de aves y en la producción de forraje para la promoción de la crianza de vacunos semi estabulados y cuyes en galpones.

En el aspecto tecnológico se justifica porque en la zona existen agricultores que siembran el MAD sin considerar las características de densidad, fertilización y prácticas agronómicas de forma inadecuada, los resultados no siempre son favorables. La presente investigación es importante por que se generara conocimientos nuevos acerca del proceso productivo del MAD más favorable dando como oportunidad de innovar e incorporar a su sistema agropecuaria la siembra como alternativa de solución a los problemas de pérdidas económicas por comprar semillas inadecuadas, viajes lejanos, inversión inadecuada en labores culturales de la siembra de MAD por productores de la microcuenca de Grau.

En el aspecto ambiental, la investigación no generó impacto negativo en el uso de la tierra,



no desplazó a otros cultivos de importancia económica; se incorporó la fertilización orgánica y para el manejo de control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se aplicó baculovirus.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos de la investigación

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico en cuanto a rendimiento, fenología y características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.

2.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar la fenología de cultivo de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.
- Comparar las características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.
- Comparar el rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.

2.2. Hipótesis de la investigación

2.2.1. Hipótesis general

Existen diferencias significativas en el comportamiento agronómico en cuanto a rendimiento, fenología y características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.

2.2.2. Hipótesis específicas

- Existen diferencias significativas en el comportamiento fenológico de cuatro



híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.

- Existen diferencias significativas en las características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.
- Existe diferencias apreciables en el rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.

2.3 Operacionalización de variables

2.3.1. Variable independiente

Híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.)

Conceptualmente según RICRA-REYES (2017) un híbrido corresponde a la generación F1 y es resultado del cruce entre dos genotipos cuyas características son diferentes. La investigación se realizó tomando como tratamientos a los híbridos: T1. Híbrido Advanta, T2. Híbrido Insignia, T3. Híbrido Dekalb y T4. Híbrido Argenetics

2.3.2. Variables dependientes

Fenología de cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.)

La fenología son las diferentes fases del desarrollo por las que pasa un determinado cultivo, se identifica por los cambios morfológicos y fisiológicos que acontece según pasa el tiempo (ZÚÑIGA-OÑATE 2016). La fenología del cultivo de maíz tiene dos etapas definidas: 1) **Etapla vegetativa** el cual a su vez esta constituido por las etapas de emergencia (VE), primera hoja (V1), segunda hoja (V2), tercera hoja (V3) y así sucesivamente hasta la enésima hoja (Vn), concluye esta primera etapa con la aparición de las primeras panojas (VT), 2) **Etapla reproductiva** constituido por las sub etapas de aparición de los estigmas (R1), blíster (R2), grano lechoso (R3), grano pastoso (R4), grano dentado (R5) y termina con la etapa de grano maduro (R6)



Características biométricas del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.)

Es la medición de las características físicas o atributos que presenta un determinado cultivo, autores como (GAVIRIA-HERNÁNDEZ 2016; CHURA CHUQUIJA Y TEJADA SORALUZ 2014; PEZO-GARCÍA 2012; RICRA-REYES 2017) coinciden en que las características físicas del cultivo de maíz amarillo duro son la altura de planta, altura de inserción a la primera mazorca, número de granos por hilera, número de hileras por mazorca, longitud y diámetro de mazorca.

Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.)

En el campo de la agricultura se define el rendimiento del cultivo como el resultado del producto obtenido mediante el proceso de producción por unidad de superficie cosechado según CARPIO *et al.* (2017) los indicadores del rendimiento de maíz amarillo son la masa de grano seco expresado en t/ha, número de mazorcas por planta que se puede obtener mediante conteo, la expresión de dicho rendimiento está representado por el promedio del número de mazorcas por planta, otro indicador importante es el peso de 100 semillas.

2.3.3. Variables intervinientes

Características climáticas del valle de Lucre – Curasco, Grau

Las características del clima son principalmente la temperatura definida como la variación de la intensidad de calor existente en un determinado momento del tiempo y espacio se mide en escalas y la unidad común mas utilizada es el Grado Celsius (°C), otras variables de importancia que caracterizan el clima es la precipitación y la humedad relativa. La precipitación es definida como la caída de agua desde la atmósfera a la tierra, comúnmente es conocido como lluvia, su unidad de medida es el milímetro (mm). La humedad relativa es definida como la cantidad de vapor de agua que puede contener el aire se mide en porcentaje (%).

Según YZARRA-TITO Y LÓPEZ_RÍOS (2011) las características climáticas influyen en el comportamiento fenológico de los cultivos, debido a que, para su desarrollo, requieren de la interacción de determinadas condiciones climáticas y de ambiente físico. Por su parte CHEREQUE-MORÁN (2009) menciona que, para la medición de las variables climatológicas se disponen de estaciones meteorológicas cuyo radio de acción puede ser considerado hasta 25 km.



Según la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COYLLURQUI (2013) el clima tiene variabilidad de acuerdo a la caprichosa orografía, es cálido a templado en la zona baja cerca a la rivera del río Vilcabamba (K'uychi) cuya temperatura promedio es de 10.2 °C.

Según el (GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC 2021) los datos históricos de clima en Apurímac es como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1 — Datos histórico del clima en Apurímac

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio
Temperatura media (°C)	10.9	10.9	10.9	10.6	9.6	9.3	9.1	9.8	10.4	10.7	10.9	11.1	10.35
Temperatura mínima (°C)	6.9	7.5	7.2	5.5	2.5	1.3	1.1	1.6	2.9	3.8	4.1	6	4.2
Temperatura máxima (°C)	15.8	15.4	15.7	16.5	16.9	17.4	17.1	17.9	17.9	17.8	17.7	16.8	16.91
Precipitación (mm)	248	263	269	146	53	39	40	57	89	98	87	150	128.25
Humedad (%)	82%	86%	87%	81%	68%	58%	55%	55%	59%	61%	63%	73%	0.69
Días lluviosos (días)	20	19	21	17	9	6	5	9	12	11	11	15	12.92

Tomados de CLIMATE –DATA. ORG, 2021 citado en (GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC 2021, p. 217)

La estación meteorológica mas cercana a la investigación es la estación Curpahuasi en dicha estación según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI-PERÚ 2022) se ha registrado las variables del clima según la tabla 2.

Tabla 2 — Promedio de datos de clima de la estación meteorológica más cercana a la tesis

Estación: CURPAHUASI					
Departamento:	APURIMAC	Provincia:	GRAU	Distrito:	CURPAHUASI
Latitud:	14°3'46.21"	Longitud:	72°40'.83"	Altitud:	3535 msnm.
Tipo:	CO - Meteorológica		Código:	114108	
AÑO	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/año)	
	MAX	MIN		TOTAL	
2019	21.20	5.20	86.31	933.70	
2020	20.83	6.65	91.00	406.10	
2021	24.95	4.39	92.40	264.60	
PROMEDIO	22.33	5.41	89.90	534.80	

Tomados de (SENAMHI-PERÚ 2022)

Durante el desarrollo de la campaña agrícola 2020, se han registrado el promedio de

20.83 °C de temperatura máxima, 6.65 °C de temperatura mínima, 91% de humedad relativa y 406.10 mm/año de precipitación.

Tabla 3 — Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADORES	INDICES
Independientes: Híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>)	Tipos de híbridos de maíz amarillo duro	T1. Híbrido Advanta T2. Híbrido Insignia T3. Híbrido Dekalb T4. Híbrido Argenetics Testigo o variedad local
Dependientes: Fenología de cultivo de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>)	Etapas vegetativas: VE. Emergencia V1. Primera hoja V2. Segunda hoja V3. Tercera hoja Vn. Enésima hoja VT. Aparición de las primeras panojas Etapas reproductivas: R1. Aparición de los estigmas R2. Blíster R3. Grano lechoso R4. Grano pastoso R5. Grano dentado R6. Grano maduro	- Número de días
Características biométricas del cultivo de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>)	Altura de planta Altura de inserción a la primera mazorca	Cm Cm
	Número de granos por hilera Número de hileras por mazorca Longitud y diámetro de mazorca	N° de granos/hilera N° de hileras/mazorca Cm
Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>)	Masa de grano seco Número de mazorcas por planta Peso de 100 semillas	Kg/Ha N° mazorca/planta g.

CAPITULO III

MARCO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) **NORIEGA GONZÁLEZ *et al.* (2018)** estudiaron el efecto de la temperatura en la fenología, crecimiento y sincronización floral de progenitores de maíz híbrido QPM H-374C, con el objetivo de encontrar la coincidencia floral y la producción de semillas, para ello utilizaron como tratamiento los híbridos de cruce simple (CML 176*CML 142), sus líneas endogámicas (CML 176 y CML 142) y la línea endogámica CML 186 el ensayo fue llevado a cabo en condiciones de riego permanente entre la primavera y el verano de Celaya, México, el diseño utilizado fue DBCA, con tres repeticiones, las variables estudiadas fueron las etapas fenológicas con los indicadores de diferenciación floral, espigamiento, floración masculina, femenina y madurez fisiológica. Como resultado reportan que el híbrido de cruce simple entre CML 176*CML 142 fue mas precoz a la floración y el llenado de grano mas prolongado, a su vez dichos caracteres se relacionaron con mayor rendimiento de semilla, concluyen en la investigación que la temperatura es una de las variables climáticas que tiene destacada influencia en la fisiología de las plantas y define la fecha de siembra para el logro de la sincronía floral.
- b) **LUCHSINGER-L. Y CAMILO-F. (2008)** evaluaron el rendimiento de mazorcas de maíz híbrido en la comuna de Machalí, como tratamientos utilizaron los híbridos Jubilee, Bonanza y GI-T2757, instalaron el cultivo en diferentes fechas de siembra: 12 de octubre, 5 de noviembre, 15 de diciembre de 1995 y 8 de enero de 1996, como resultado reportan que los híbridos GH-2757 y Bonanza se adaptaron a las dos primeras fechas y obtuvieron mayores rendimientos en mazorca destinado a la industria, mientras que todos los híbridos alcanzan buenos rendimientos para el mercado en fresco. También reportan interacción entre las fechas de siembra y los tipos de híbrido en las variables de altura de planta; número de plantas con mazorca por superficie y número de mazorcas por planta y demostraron diferencias significativas entre las fechas de siembra sobre las variables días-grado a floración femenina, longitud y diámetro de mazorca con chalas y pedúnculo,



peso de mazorca con chalas, rendimiento de mazorcas con chalas para la industria y de materia verde por hectárea.

- c) **HILJE Y RODRÍGUEZ (1987)** estudiaron el crecimiento, fenología y acumulación de biomasa en maíz (*Zea mays* L.) en Costa Rica, para ello realizaron un ensayo experimental de 962.5 m² los datos fueron obtenidos de 50 puntos de muestreo para determinar la relación existente entre la fenología y la acumulación de días de calor, el análisis se realizó mediante el método de regresión lineal utilizando el INFOSTAT. Como resultado, reportan que el número de hojas y la biomasa del cultivo aumentaron de manera no lineal durante las etapas fenológicas, la altura de planta reporta una curva sigmoidea, a pesar que existe una secuencia definida en la aparición de las espigas y las mazorcas, los eventos fenológicos no guardan relación con los días calendario y los días calor.
- d) **FERRARI (2017)** estimó e identificó asociaciones fenotípicas en progenies S1 de poblaciones de maíz criollo cultivados en la región Sul do Rio Grande, se diseñó un experimento de bloques completos con 10 grupos de progenies S1 y 2 testigos comerciales, los híbridos Pioneer 30F53 e Agroeste 1590 fueron evaluados en 4 repeticiones, la S1 fueron obtenidas por autofecundación a partir de las plantas criollas siendo: Amarelão, Argentino Branco, Argentino Amarelo, Branco Roxo Índio, Branco Oito Carreiras, Caiano Rajado, Cateto Branco, Criolão e Dente de Ouro, y la variedad de polinización abierta (VPA) BRS Planalto. Las características biométricas evaluadas fueron: Altura de inserción de la espiga (AE), altura de planta (AP), diámetro de la caña (DC), longitud del vástago principal de péndulo (CHP), número de ramificaciones primarias del péndulo (NRP), Número de días a la floración (NDF), longitud de la espiga (CE), diámetro de la espiga (DE), masa de la espiga (ME), profundidad de granos (PFG), como resultado reporta que existe una correlación positiva fuerte entre la longitud de la mazorca con la masa de la mazorca lo cual es independiente de la formación de progenies, igualmente la profundidad de grano y la altura de inserción de la espiga estiman las mayores estimaciones de heredabilidad.
- e) **ORTEGA-GÓMEZ et al. (2010)** evaluaron el comportamiento agronómico de maíz amarillo híbridos: L4/06B, L5/06B, L6/06B, L7/06B, L8/06B, la variedad mejorada ICA V-305 y el cultivar experimental Población 19 en condiciones de los municipios de Nariño, La Unión y Sandona, del departamento de Nariño, mediante las variables días a



floración masculina y femenina, días a llenado de mazorca, altura de planta, altura de la primera mazorca, días a la cosecha, número de mazorcas por planta, relación grano/mazorca, peso de cien granos y rendimiento. Los datos fueron analizados mediante el Análisis de Varianza de un Diseño de Bloques Completos al Azar Combinado y pruebas de comparación de medias de Tukey. Los genotipos más precoces en las evaluaciones fueron ICA V-305 en La Unión con 65 días a flor femenina (DFF) y L5/06B con 65,5 DFF en Nariño. Los genotipos más destacados de las tres localidades fueron L6/06B y L7/06B con 68 y 69 DFF, respectivamente. Los genotipos con mayor altura encontrados en la evaluación fueron Población 19 con 1,73 m en Sandona y L5/06B con 1,67 m en la Unión. Los genotipos de mayores rendimientos en las tres localidades fueron Población 19 y la variedad ICA V-305 con rendimientos de 2006.53 Kg/ha en Sandona y 1708.58 Kg/ha en Nariño respectivamente.

- f) CHURA CHUQUIJA Y TEJADA SORALUZ (2014)** en su investigación denominada “comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de La Molina” evaluó 16 híbridos de maíz amarillo duro durante el 2010, con el objetivo de determinar los más prometedores en cuanto a rendimiento y otras características biométricas, los mejores resultados de rendimiento de grano seco fueron para híbridos D-8008, BF-9417, BF-9719, BG-9619, E-8008, C-8008 y BE-9005 con 10.9, 10.8, 10.6, 10.5, 10.3, 9.8 y 9.5 t/ha, respectivamente, en cuanto a las características biométricas se tuvo la menor altura de planta para Star y M8480 con 1.39 m y 1.32 m, respectivamente, los más precoces fueron BG-9621 y BF-9302 con 95 y 94 días a la floración masculina. EL mayor peso de 100 granos fue para BG-9621 con el valor de 36.5 g. La mayor longitud de mazorca obtuvo el híbrido BE-9005 con 16.7 cm. P30F35 obtuvo el mayor diámetro de mazorca con 5.09 cm. El mayor número de hileras fue para el híbrido BF-9719 con 17.3 y el mayor número de granos por hilera para el híbrido BG-9619 con 31.8. La investigación concluye que híbrido BF-9417 tienen las características más favorables con un rendimiento de 10.81 t/ha, 165.28 cm de altura de planta, 104.25 días a la floración masculina, 14.17 cm de longitud de mazorca, 16.75 hileras y 29.58 granos por hilera.
- g) CHURA, MENDOZA-CORTEZ Y DE LA CRUZ (2019)** evaluaron el efecto de diferentes densidades de siembra (62 500 y 69 444 plantas/ha), dosis de nitrógeno (180, 200 y 220 kg/ha) y su fraccionamiento (dos veces: estadios V3 (50%) y V7 (50%); y tres veces: estadios V3 (20%), V7 (40%) y V12 (40%)), sobre el desempeño agronómico del maíz amarillo duro ‘EXP-05’. El diseño experimental utilizado fue el de bloques



completos al azar, en arreglo factorial $2 \times 3 \times 2$, con cuatro repeticiones. No hubo efecto significativo de las interacciones de los factores sobre el crecimiento y componentes del rendimiento. Por otro lado, hubo efecto individual de las dosis de nitrógeno y de la densidad poblacional sobre el rendimiento en grano y diámetro de tallo, respectivamente. El mayor rendimiento en grano (10.639 t/ha) fue obtenido con 200 kg/ha de N y el mayor diámetro de tallo (2.42 cm) con la menor densidad poblacional (62 500 plantas/ha). A pesar que la interacción de los factores evaluados no fue significativa, el mayor rendimiento en grano (10.939 t/ha) fue obtenido con 200 kg/ha de N, fraccionado en los estadios V3 (50%) y V7 (50%) y utilizando 69 444 plantas/ha.

h) CHUMPITAZ QUEVEDO (2018) manifiesta que “la búsqueda de nuevos híbridos y variedades de maíz amarillo duro debemos tener presente el desarrollo de nuevas tendencias tecnológicas para el manejo del cultivo” (p. 13) es así que evalúa la densidad de siembra y el abonamiento foliar en dos híbridos de maíz amarillo a través de las variables rendimiento y características biométricas de la planta y de la mazorca. El abonamiento fue realizado con Urea, Fosfato Diamónico y Cloruro de Potasio (160-80-80) incorporándose en la fase fenológica V4 (4 hojas extendidas) el 50% de la dosis de nitrógeno y el 100% de fósforo y potasio, después en la fase fenológica V7 (7 hojas extendidas) se incorporó el 50% restante de Urea. Los factores en estudio fueron dos variedades de maíz amarillo duro PM-213 y EXP-05 con densidades de siembra de 62500, 69444 y 83333 plantas/ha logradas con distanciamiento entre plantas de 0.4, 0.36 y 0.3 m respectivamente, las variables de respuesta fueron rendimiento en grano (t/ha), días a la floración femenina, altura de planta (m), altura de la inserción de mazorca (m), diámetro de tallo (cm), peso total de granos por mazorca (kg), peso de tusa (kg), peso de mazorca (kg), longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), número de hileras por mazorca, número de hileras, número de granos por hilera y peso de 100 granos (g). Como resultado se obtuvo que la variedad EXP-05 obtuvo los mayores promedios respecto a las características biométricas de altura de planta, altura de mazorca, diámetro de tallo, peso de 100 granos, peso de tusa, peso de mazorca y número de hileras por mazorca, con 2.98 m, 1.98 m, 2.52 cm, 0.18 kg, 0.04 kg, 0.22 kg y 13.45 hileras/mazorca respectivamente, además obtuvo mayor peso de 100 granos con 42.25 gr. La variedad PM-213 obtuvo mejores promedios en el número de granos/hilera con 37.41 a una densidad de 62500 plantas/ha.

- i) **HIJAR CADILLO (2018)** investigó la respuesta a las frecuencias de riego por goteo y niveles de fertilización nitrogenada para ver como respuesta el rendimiento total y comercial del maíz amarillo duro PM-213 bajo un DBCA, encontrando diferencias altamente significativas por efecto de los momentos de riego y los niveles de nitrógeno. El mayor rendimiento comercial en grano de maíz fue de 9058 kg/ha para la frecuencia diaria de riego, disminuyendo progresivamente según el intervalo de riego aumenta, para una frecuencia de riego cada dos días se obtuvo el rendimiento de 8821 kg/ha de maíz y para un intervalo de cada cuatro días se obtuvo 8949 kg/ha, el menor rendimiento fue de 6296 kg/ha para una frecuencia de riego de cada 8 días. En cuanto a la fertilización, se obtuvo un rendimiento máximo de 9249 kg/ha de maíz para un nivel de fertilización de 90 kg/ha de nitrógeno a partir del cual disminuye el rendimiento a medida que aumenta el nivel de fertilización ya que, para 180 kg/ha de nitrógeno se tiene 8249 kg/ha de maíz y para el testigo (no fertilizado con nitrógeno) se obtuvo 7345 kg/ha de maíz grano, los componentes del rendimiento fueron peso promedio de mazorca y número de mazorca por planta.
- j) **CONTRERAS (2020)** en la provincia de Grau distrito de Vilcabamba se viene cultivado el Maíz Amarillo Duro variedad local hace aproximadamente 3 años en la microcuenca de Vilcabamba, iniciando la siembra en el mes de octubre con un riego por gravedad una vez por semana y a partir del mes de noviembre y diciembre con lluvias estacionales de la zona. En la fertilización se viene utilizando la Urea y en las labores culturales se viene realizando el primer aporque en 15 días y el segundo aporque dentro de 2 meses, tiene una fase fenológica de desarrollo de 5 a 6 meses aproximadamente, el MAD variedad local tiene las características biométricas del tamaño de planta de 2.30 cm y con una producción de 3 mazorcas por planta con un rendimiento de 276 kg de MAD variedad local por un área de 800 m². El productor indica que viene produciendo el MAD con fines alimenticios de sus gallos de pelea.
- k) **GONZALES (2020)** la provincia de Grau distrito de Curasco Anexo Lucre se viene cultivado el Maíz Amarillo Duro variedad local hace aproximadamente 2 años, se viene sembrando en el mes de agosto y setiembre como siembra adelantada, el productor indica que el riego es por gravedad cada 5 días, y la fertilización también lo realiza con urea y guanos de vacunos y caprinos, las labores culturales se viene realizando el primer aporque dentro de 20 días y el segundo aporque dentro de 2 meses, tiene una fase



fenológica de desarrollo de 5 a 6 meses aproximadamente, el MAD variedad local tiene las características biométricas como el tamaño de planta 2.35 cm aproximadamente y con una producción de 2 mazorcas por planta con un rendimiento de kg 172 kg de MAD variedad local por un área de 500 m². El productor tiene un sistema muy amplio donde la producción de MAD es destinada a múltiples usos como crianza de aves, y además provee de forraje para sus ganados criollos y caprinos.

3.2. Marco Teórico

3.2.1. Maíz Amarillo duro

a) Origen

PIPERNO (2003), GUILLEN *et al.* (2014) Y VARGAS (2014) citado por IGLESIAS ABAD, *et al.* (2018) mencionan que “El maíz es un cultivo tradicional de la serranía andina, se lo cultiva desde épocas prehispánicas, conocido con el nombre de sara o kuri sara, es originario de México”.

Según GALINAT (1995) el origen del maíz se remonta hace ocho mil años, a partir de una planta silvestre nativa, llamada teosinte, “que significa el grano de Dios”. Los antepasados mexicanos tuvieron la visión de seleccionar de entre mutaciones de grupos silvestres, dos tipos de plantas de teosinte con cuatro hileras de granos en cada mazorca, y de cultivar estos dos tipos juntos y aisladamente dio origen al primer maíz, al que llamaron “el grano de la humanidad”

VARGAS (2014) dice “Colón llevó las primeras semillas a España, donde crecía en abundancia para 1498. Es muy probable que los portugueses lo hayan llevado a África y a China, donde se le dibujó de manera realista en 1505”.

Según MARTÍNEZ (2011) Citado por DELGADO OLAVE (2016), el origen exacto del maíz no se ha llegado a esclarecer plenamente. Se han sugerido varios sitios de origen que van desde Paraguay en Sur América hasta Guatemala y México en Mesoamérica, siendo la mayor evidencia científica correspondiente a México como el lugar más probable de origen, por tener mayor antigüedad en la domesticación de maíz, con una edad estimada de 7000 años.



b) Taxonomía

GRANDE TOVAR Y OROZCO COLONIA (2013) basado en Socorro y Martín, 1989, p. 317. Menciona la descripción taxonómica del maíz como el siguiente:

División: Macrophyllphyta

Subdivisión: Magnoliophytina

Clase: Nymphaespsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: Zea

Especie: Zea mays L.

El maíz (*Zea mays* L.) es un cereal de la familia gramíneas o poáceas, es una especie monocotiledónea de crecimiento anual tiene ciclo vegetativo muy amplio, de acuerdo a la variedad puede ser desde 80 a 200 días (GRANDE TOVAR Y OROZCO COLONIA 2013).

c) Morfología

La planta es alta, con abundantes hojas y con sistema radical fibroso de un solo tallo de hasta 30 hojas. Algunas veces se desarrollan una o dos yemas laterales en la axila de las hojas en la mitad superior de la planta; estas terminan en una inflorescencia femenina la cual se desarrolla en una mazorca cubierta por hojas que la envuelven; esta es la parte de la planta que almacena reservas. La parte superior de la planta termina en una inflorescencia masculina o panoja; esta tiene una espiga central prominente y varias ramificaciones laterales con flores masculinas, todas las que producen abundantes granos de polen (CHUMPITAZ QUEVEDO 2018).

Según IICA El sistema radicular de la planta de maíz es de tipo fibroso, expandiéndose en todas direcciones a una distancia de más o menos 1 metro a los lados y a una profundidad de más de 2 metros. La raíz primaria que desarrolla directamente del embrión, da lugar a muchas raíces secundarias las que a su vez dan lugar a otras ramificaciones” Citado en (CHUMPITAZ QUEVEDO 2018, p. 19).

“El maíz es una planta monoica: las flores masculinas están en una inflorescencia



llamada panoja, y las féminas se desarrollan en una estructura especial denominada mazorca. Las flores del maíz, tanto masculinas como femeninas, se encuentran unidas en espiguillas; el par de espiguillas es la unidad floral” (CHUMPITAZ QUEVEDO 2018, p. 19).

3.2.1.1. Híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mays* L.)

“Los primeros híbridos se hicieron en el siglo XVII y ya en el siglo siguiente se aplicó la hibridación en el mejoramiento de varios cultivos. Pero fue con el descubrimiento de las Leyes Mendelianas, la disponibilidad de germoplasma muy diverso y el desarrollo de técnicas experimentales lo que dio a comienzos del siglo pasado el gran impulso para el mejoramiento continuo e intensivo de muchos cultivos, especialmente en las regiones templadas” (LEON 2000, p. 38).

“Según SÁNCHEZ Y GANDARA citado por CHUMPITAZ QUEVEDO (2018) un organismo híbrido es el resultado de la cruce entre dos linajes diferentes, y que necesariamente es un individuo heterocigoto en uno o varios loci, pudiendo resultar fértil o infértil” (p. 9).

Al inicio del mejoramiento de una especie la hibridación es utilizada generalmente para mejorar el rendimiento, por heterosis o vigor híbrido. En etapas más avanzadas comúnmente se intenta la hibridación, retrocruzas y selección, en el cual se incorporan factores más específicos como: a) resistencia a ciertas enfermedades, sequía, insectos; b) mayor riqueza en proteína; c) características agronómicas más convenientes, el agricultor primitivo pudo partir hace 5600 años seleccionando mazorcas de 2.5 cm de largo y a través de centenares de generaciones, hacia 1500 d.C. habían alcanzado un promedio de 14 cm de longitud (LEON 2000, p. 9).

Según CUBERO (2003) citado por CHUMPITAZ QUEVEDO (2018) manifiesta “una variedad híbrida es la producida por el cruzamiento entre dos o más parentales elegidos de tal forma que se garanticen la máxima producción y la máxima homogeneidad fenotípica en la explotación comercial”. (p. 9)

Según SUÁREZ DE CASTRO (1993) “la hibridación se define como la selección



de plantas con características deseables, después de que ha ocurrido un intercambio de genes mediante la fertilización cruzada entre dos progenitores. Cada uno de los progenitores es una variedad cultivada y el otro una silvestre, cercana taxonómicamente”.

Según MACROBERT, SETIMELA, GETHI, *et al.* (2015) un híbrido de maíz resulta cuando una planta de maíz fecunda a otra que genéticamente no está emparentada con la primera. La planta que produce la semilla se denomina progenitora hembra o de semilla, en tanto que la planta que proporciona el polen para fecundar a la hembra se denomina progenitor macho o de polen. En otras palabras, una planta hembra es cruzada con una planta macho a fin de producir semilla híbrida. Esta semilla posee una configuración genética única, resultado de ambos progenitores, y produce una planta con ciertas características. Los fitomejoradores generan los progenitores hembra y macho de cada híbrido con el fin de crear progenies con ciertas características, como una madurez específica, resistencia a enfermedades, cierto color de grano, calidad de procesamiento, etc. Ésta es la semilla híbrida única que los agricultores sembrarán en sus campos. Cuando un agricultor compra la semilla de cierto híbrido, espera que tenga un desempeño en el campo igual al que se señala en la descripción de la variedad (p. 9).

Según PALIWAL *et al.* (2001, p. 1) el desarrollo del maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito del fitomejoramiento. Esto ha dado lugar a que el maíz haya sido el principal cultivo alimenticio a ser sometido a transformaciones tecnológicas en su cultivo y en su productividad, rápida y ampliamente difundidas; ha sido también un catalizador para la revolución agrícola en otros cultivos. Actualmente la revolución híbrida no está limitada a los cultivos de fecundación cruzada, donde se originó exitosamente, y el desarrollo de los híbridos se está difundiendo rápidamente a las especies autofecundas. En algunas zonas subtropicales y otros ambientes favorables en los trópicos con condiciones para una alta productividad del maíz, los maíces híbridos en grandes áreas tienen rendimientos medios de 5-6 t/ha, pero en la mayoría de los ambientes tropicales donde el maíz híbrido cubre el 80 a 90% del área agrícola, el rendimiento medio oscila entre 2 -2,5 t/ha.



“Según los progenitores utilizados en su formación, los híbridos pueden ser clasificados en: híbridos de líneas endocriadas (simples, triples o dobles), híbridos intervarietales e híbridos no convencionales” (EYHÉRABIDE [sin fecha], p. 83).

Según la FAO citado por CHUMPITAZ QUEVEDO (2018) “la clasificación de los híbridos pueden ser: Convencionales: se refiere a todos los híbridos cuyos progenitores son endocriados al nivel de líneas puras. Expresan mayor vigor híbrido y por lo general son los de mayor rendimiento. Además, proporcionan una máxima uniformidad en características agronómicas, como altura de planta y antesis que facilitan la cosecha. No Convencionales: se refiere a los híbridos cuyos progenitores no son endocriados o, como mínimo, uno de los progenitores es endocriado o una combinación de endocriados y no endocriados”.

a) Híbrido Advanta

Híbrido simple de origen tropical, de avanzada genética; con amplia adaptación a las zonas maiceras del Perú. Planta muy productiva y de características deseables para el mercado (FARMAGRO S.A. 2019), las características de las plantas son las siguientes:

Ciclo: intermedio

Madurez relativa: 122 días

Días a la floración: 82

Altura de planta: 275 cm

Altura de inserción de espiga: 120 cm

Número de hileras de la espiga: 16 -18

Peso de mil granos: 375 g

Tipo de grano: semidentado



Color de grano: característico de color amarillo naranja.



Figura 1 — Mazorcas del híbrido Advanta

Extraído de (ADVANTA 2017)

La profundidad de siembra debe ser de 3-5 cm, el híbrido Advanta requiere de riegos frecuentes y ligeros, pero no deben faltar en la época de floración y llenado de mazorca. La cosecha en época de verano es a los 135 días después de la siembra y en invierno a los 160 días después de la siembra, el distanciamiento recomendado entre surco es de 0.80 a 0.85 cm. Entre golpe es de 0.25 a 0.30 cm., y al momento de la siembra debe incorporarse dos semillas por golpe (ADVANTA 2017).

b) Híbrido Insignia

Es un híbrido simple de origen tropical muy avanzado genéticamente de buen rendimiento, con adaptabilidad en los valles maiceros de la costa peruana. Según (INTERCOC [sin fecha], p. 1) la planta tiene las siguientes características:

Siembra a emergencia: 5 días

Emergencia a cosecha: 125 días

Tipo de cruce: simple

Tipo de grano: semi cristalino

Color de grano: Anaranjado

Altura de planta: 231 – 266 cm

Altura de mazorca: 125 – 130 cm

Peso promedio de granos por mazorca: 185 g

% de desgrane: 85%

Número de hileras por mazorca: 16

Resistencia al acame: Muy bueno

Tolerancia a enfermedades foliares: resistente

Tolerancia a enfermedades de mazorca: media alta



Figura 2 — Mazorcas del híbrido Advanta Mazorcas del híbrido Insignia

Extraído de (INTERCOC [sin fecha], p. 1)

El híbrido Insignia se recomienda una población de 62500 plantas/ha a un distanciamiento entre surcos de 85 cm y entre plantas de 20 cm, durante la siembra se recomienda una semilla por golpe (INTERCOC [sin fecha], p. 1)

c) Híbrido DeKalb

Es un híbrido amarillo duro de última generación, tiene buena estabilidad y adaptabilidad a siembras en invierno, verano mostrando altos rendimientos en diferentes valles del Perú.

Los híbridos Dekalb poseen el máximo potencial de rendimiento del mercado el cual es probado por una red de ensayos como ECHOS, Strip Tests y Desafíos (DEKALB 2012).

La producción de híbridos Dekalb, se ve menos afectada por factores de estrés que otros híbridos, debido a la selección de germoplasmas tolerantes a enfermedades y condiciones ambientales, que le dan a la planta energía adicional para proteger el rendimiento en condiciones adversas, tiene alta tolerancia a las enfermedades frecuentes de climas tropicales (DEKALB 2012).

Las características de la planta son las siguientes:

Altura de planta: 2.25 m

Inserción de espiga: 1.20 m

Hojas: semi erectas

Granos: semi duros, amarillos oscuros

Finalidad de uso: producción de granos, ensilaje grano húmedo



Figura 3 — Híbrido Dekalb

Extraído de (DEKALB 2012)

d) Híbrido Argenetics

Según (ARGENETICS [sin fecha]) es un híbrido con alto potencial de rendimiento y buena tolerancia al estrés hídrico. Tiene muy buena velocidad en secado, la planta tiene las siguientes características.

Altura de planta: 220 cm

Altura de inserción: 95 cm

Ciclo: 126 cm

Emergencia a la floración: 83 días

Emergencia a madurez de cosecha: 165

Tipo de espiga: cilíndrica – cónica

Número de hileras: 18 a 20

Tipo y color de grano: duro / colorado

Fortaleza de tallo y raíz: Excelente

Potencial de rendimiento: Alto

Densidad a cosecha: 80000 – 9000

3.2.2 Comportamiento agronómico

3.2.2.1. Fenología de cultivo de maíz amarillo duro (Zea Mayz L.)

La Fenología es la rama de la Agrometeorología que trata del estudio de la influencia del medio ambiente físico sobre los seres vivos. Dicho estudio se realiza

a través de las observaciones de las manifestaciones de las fases biológicas, consiste en contar el número de plantas que ha alcanzado una determinada fase en una fecha exacta. Una fase fenológica es el período durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas. También puede entenderse como el tiempo de una manifestación biológica. Una etapa fenológica está delimitada por dos fases fenológicas sucesivas (YZARRA-TITO Y LÓPEZ-RÍOS 2011, p. 10).

El maíz es una planta anual y determinada con los eventos cardinales de la germinación, la iniciación floral, la floración y la madurez fisiológica. La duración de cada una de estas fases depende del genotipo, el fotoperiodo y la temperatura (GAVIRIA-HERNÁNDEZ 2016). según YZARRA-TITO Y LÓPEZ-RÍOS (2011) el maíz tiene las siguientes etapas fenológicas:

- Siembra – emergencia (I etapa)
- Emergencia – panoja (II etapa)
- Panoja – espiga (III etapa)
- Espiga – maduración (IV etapa)



La suma de las cuatro etapas constituye el ciclo de vida del maíz, tal como se muestra en la figura 4.

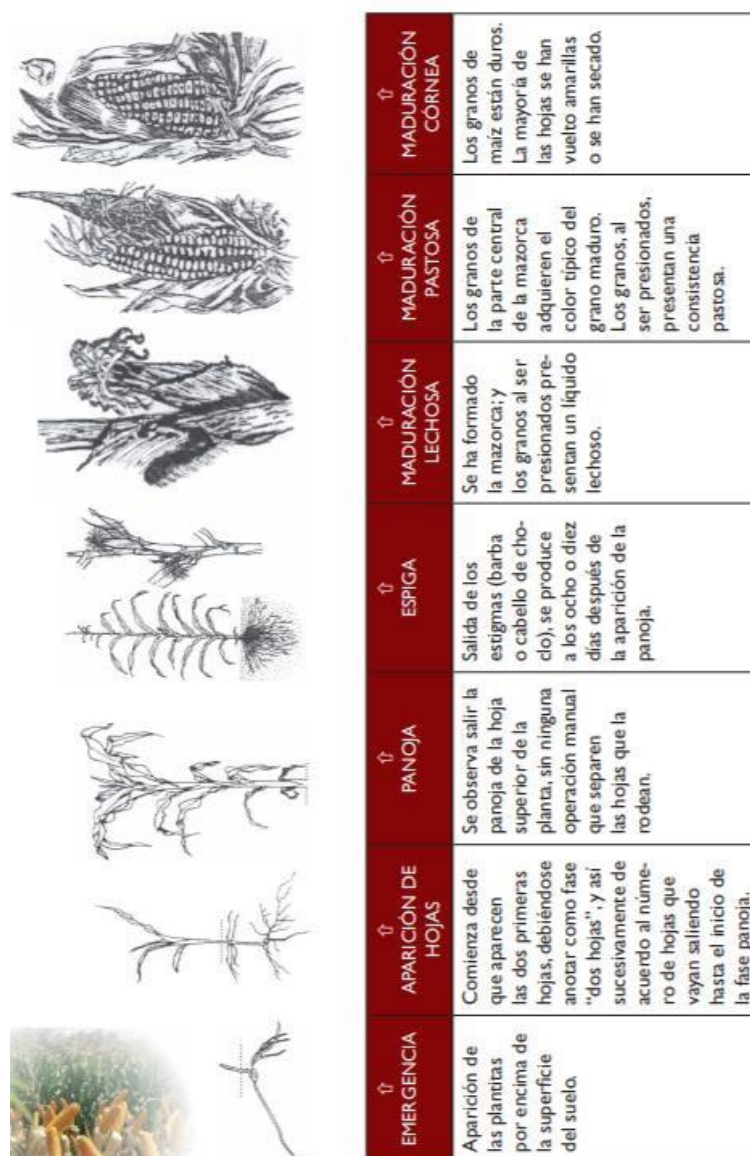


Figura 4 — Fases fenológicas del maíz

Extraído de (YZARRA-TITO Y LÓPEZ-RÍOS 2011, p. 48)

La Universidad del Estado de Iowa, divide el desarrollo del maíz en etapas vegetativas (V) y reproductivas (R). El uso de este sistema marca etapas fisiológicas definidas en el desarrollo de la planta (ENDICOTT *et al.* 2015, p. 9)

Las etapas vegetativas (V) se caracterizan por la presencia del cuello de una hoja en hojas emergidas. La hoja de maíz tiene tres partes principales: el cuerpo, la vaina y el cuello (ENDICOTT *et al.* 2015, p. 9).

Tabla 4 —Etapas vegetativas y reproductivas del cultivo de maíz

Etapas vegetativas		Etapas reproductivas	
VE	Emergencia	R1	Aparición de los estigmas
V1	Primera hoja	R2	Blíster
V2	Segunda hoja	R3	Grano lechoso
V3	Tercera hoja	R4	Grano pastoso
V(n)	Enésima hoja	R5	Grano dentado
VT	Aparición de las primeras panojas	R6	Grano maduro

Obtenidos de (ENDICOTT *et al.* 2015, p. 9)

El cuerpo es la parte plana de la hoja que intercepta la luz solar; la vaina es la parte que se envuelve alrededor del tallo; y el cuello es la línea de demarcación entre el cuerpo y la vaina, normalmente con una. Según este sistema cuando un cuello es visible, la hoja se considera completamente emergida. Las etapas vegetativas del desarrollo comienzan con la emergencia (VE) y continúan de forma numérica con cada hoja sucesiva hasta que emerge la panoja (VT) (ENDICOTT *et al.* 2015, p. 9).

Las etapas reproductivas se caracterizan por la emergencia de granos en desarrollo en la mazorca, excepto por la primera etapa reproductiva (R1), que se identifica únicamente por la emergencia de estigmas de las chalas. Hay seis etapas reproductivas. El híbrido promedio desarrolla estigmas (R1) aproximadamente de 60 a 65 días calendario alcanzando la madurez (R6) aproximadamente de 125 a 130 días calendario (ENDICOTT *et al.* 2015, p. 9).

Germinación y emergencia (VE): La semilla absorberá aproximadamente del 30 al 35 por ciento de su peso en agua. La temperatura del suelo mínima aceptada habitualmente es 10 °C. Poco después de que la radícula emerge, de tres a cuatro raíces adicionales emergen de la semilla. Según la Universidad del Estado de Iowa, cuando el coleóptilo rompe la superficie del suelo, se ha producido la emergencia (VE) (ENDICOTT *et al.* 2015, p. 9).

Etapas vegetativas tempranas (de V1 a V5): Durante este período, hay una mínima elongación del tallo (nodo interno). Antes de la V5, el punto de



crecimiento está por debajo de la superficie del suelo, y se inician todos los brotes de la mazorca y las hojas. Un brote se inicia en cada nodo (axila de cada hoja) desde la primera hoja (por debajo del suelo) hasta aproximadamente la hoja número 13 (por encima del suelo). Los brotes que se desarrollan en los nodos por encima del suelo pueden diferenciarse en el tejido reproductivo (mazorcas o elotes), y los brotes que se desarrollan por debajo del suelo pueden diferenciarse en el tejido vegetativo (vástagos o retoños) (ENDICOTT *et al.* 2015)

Etapas vegetativas intermedias (de V6 a V11): Durante estas etapas, las plantas de maíz comienzan un período de elongación del nodo interno muy rápida. El punto de crecimiento se desplaza por encima de la superficie del suelo alrededor de la V6, y entonces la planta es propensa a sufrir lesiones ambientales o mecánicas que pueden dañar el punto de crecimiento. La manera de identificar la etapa de desarrollo es cavando la planta de maíz y cortando el tallo a lo largo. Durante el crecimiento temprano, la elongación es mínima; los nodos de uno a cuatro están muy comprimidos y sin nodos internos visibles, el primer nodo interno visible estará entre los nodos cuatro y cinco, y tendrán aproximadamente 0.6 cm de largo. Se identifica la hoja adherida al quinto nodo y se cuenta las hojas con cuello sucesivas por encima de esa para determinar la etapa vegetativa (ENDICOTT *et al.* 2015).

Etapas vegetativas tardías (de V12 a VT): La longitud de la mazorca (número de granos por hilera) se determina las últimas semanas antes de la aparición de las panojas. El estrés en este momento puede reducir el número de granos producidos en cada hilera; sin embargo, el número final de granos se determina durante y después de la polinización (ENDICOTT *et al.* 2015).

Etapas de aparición de los estigmas (R1): La R1 ocurre cuando los estigmas son visibles fuera de las chalas. Una vez que un grano de polen cae en un estigma (polinización), se forma un tubo polínico, y lleva alrededor de 24 horas hacer crecer el estigma hacia abajo hasta el óvulo. Una vez que alcanza el óvulo, se produce la fertilización y el óvulo se convierte en un grano. En esta etapa, los granos están casi completamente envueltos en glumas (sépalos), y son blancos con un contenido claro y acuoso (ENDICOTT *et al.* 2015).



Etapas de “blíster” (R2): La R2 ocurre de 10 a 14 días después de la aparición de los estigmas y se la denomina la etapa de “blíster”. Los granos en desarrollo tienen alrededor del 85 por ciento de humedad, se asemejan a un blíster, y el endospermo y el fluido interno son claros. A medida que los granos se expanden, las glumas se vuelven menos visibles (ENDICOTT *et al.* 2015).

Etapas de grano lechoso (R3): La R3 ocurre de 18 a 22 días después de la aparición de los estigmas cuando los granos comienzan a mostrar el color final, que es amarillo o blanco en la mayoría de los híbridos dentados, o con variaciones de blanco o naranja amarillento en los híbridos indios (ENDICOTT *et al.* 2015).

Los granos tienen alrededor del 80 por ciento de humedad, el líquido interior es blanco lechoso por el almidón (endospermo) acumulado, y llenan totalmente el espacio entre las hileras de granos. El embrión y el endospermo se pueden diferenciar visualmente en la disección.

Etapas de grano pastoso (R4): La R4 ocurre de 24 a 28 días después de la aparición de los estigmas. Los granos tienen alrededor del 70 por ciento de humedad, y el líquido interior se espesa y forma una consistencia pastosa, como de masa. Los granos obtienen su color final y alrededor de la mitad de su peso seco maduro. El color del elote (blanco, rosa, rojo claro o rojo oscuro) comienza a desarrollarse y es específico del híbrido. Las chalas comienzan a volverse marrones en los bordes exteriores (ENDICOTT *et al.* 2015).

Etapas de grano dentado (R5): La R5 ocurre de 35 a 42 días después de la aparición de los estigmas y representa casi la mitad del tiempo de desarrollo reproductivo. Los granos están compuestos de una capa externa de almidón duro que rodea un núcleo suave de almidón. Cuando el núcleo más suave de almidón comienza a perder humedad y se reduce, se forma una hendidura en la parte superior del grano, la chala comenzará a envejecer y perder color (ENDICOTT *et al.* 2015).

Madurez fisiológica (R6): La R6 ocurre de 60 a 65 días después de la aparición de los estigmas. La humedad de los granos es de aproximadamente el 35 por



ciento, los granos se consideran maduros fisiológicamente y han alcanzado su peso seco máximo.

Según ZÚÑIGA (2016) las etapas y duración de las etapas fenológicas del maíz es como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5 — Etapas fenológicas de maíz

Etapas	Días	Características
VE	5	El coleóptilo emerge de la superficie del suelo
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja
Vn		Es visible el cuello de la hoja número “n” (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo)
VT	55	Es completamente visible la última rama de la panoja
R0	57	Antesis o floración masculina, el polen se comienza a arrojar
R1	59	Son visibles los estigmas
R2	71	Etapas de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión
R3	80	Etapas lechosas. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
R4	90	Etapas masosas. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano
R5	102	Etapas dentadas. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado
R6	112	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%

Obtenidos de (ZÚÑIGA-OÑATE 2016)

La escala extendida BBCH es un sistema para una codificación uniforme de identificación fenológica de estadios de crecimiento para todas las especies de plantas mono y dicotiledóneas. El código decimal, se divide principalmente entre los estadios de crecimiento principales y secundarios y está basado en el bien conocido código desarrollado por ZADOKS et al. en el año 1974 con la intención de usar las claves fenológicas (RICRA-REYES 2017) reporta la tabla 6.



Tabla 6 — Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo del maíz

Código	Descripción
Estadio principal 0. Germinación	
00	Semilla seca
01	Comienza la imbibición de la semilla
03	Imbibición completa de la semilla
05	Radícula (raíz embrional), emergida de la semilla
07	Coleóptilo, emergido de la semilla
09	Emergencia: el coleóptilo atraviesa la superficie del suelo (se abren grietecitas en la superficie)
Estadio principal 1. Desarrollo de las hojas (tallo principal)	
10	1ª hoja, a través del coleóptilo
11	1ª hoja, desplegada
12	2 hojas, desplegadas
13	3 hojas, desplegadas
1.	Los estadios continúan hasta ...
19	9 o más hojas desplegadas
Estadio principal 3. Crecimiento longitudinal del tallo principal	
30	Comienzo del alargamiento de la caña
31	Primer nudo, detectable
32	2 nudos, detectables
33	3 nudos, detectables
3.	Los estadios continúan hasta ...
39	9 o más nudos detectables
Estadio principal 5. Aparición del órgano floral (tallo principal)	
51	Comienzo de la salida del penacho: el penacho es detectable en lo alto de la caña

La tabla es continuación de lo anterior

53	Visible el extremo del penacho
55	Mitad de la emergencia del penacho: La mitad del penacho empieza a separarse
59	Fin de la emergencia del penacho, penacho completamente fuera y separado
Estadio principal 6. Floración (tallo principal)	
61	(M) Estambres de la parte central del penacho, visibles (F) Punta de la mazorca, saliendo de la vaina foliar
63	(M) Comienza a desprenderse el polen (F) Puntas de los estigmas, visibles
65	(M) Las partes altas y bajas del penacho, en flor (F) Estigmas, completamente emergidos
67	(M) Floración finalizada (F) Los estigmas secándose
69	Fin de la floración; estigmas, completamente secos
Estadio principal 7. Formación del fruto	
71	Comienzo del desarrollo del grano: granos, en el estadio de “ampollitas”, alrededor de 16 % de materia seca
73	Lechoso temprano
75	Granos de la mitad de la mazorca, blanco-amarillentos; contenido lechoso; alrededor de 40% de materia seca
79	Casi todos los granos han alcanzado su tamaño final
Estadio principal 8. Maduración de frutos y semillas	
83	Pastosa temprano: el contenido de los granos, blando; alrededor de 45% de materia seca
85	Estadio pastoso (= Madurez de silaje): los granos amarillentos a amarillo (según la variedad); acerca del 55% de materia seca
87	Madurez fisiológica: puntos a rayas negras, visibles en la base de los granos, acerca de 60% de materia seca
89	Madurez completa: granos duros y brillantes; acerca de 65% de materia seca
Estadio principal 9. Senescencia	
97	Planta totalmente muerta, tallos se quiebran
99	Partes cosechadas

Tomados de (RICRA-REYES 2017)

Según las escalas de RITCHIE Y HANWAY (1982) citado por ESPINOZA-VICUÑA (2017) crearon la escala fenológica más utilizada para describir el ciclo del cultivo de maíz. En esta escala se pueden visualizar dos grandes etapas: la vegetativa (V) y la reproductiva (R). La subdivisión numérica de la fase vegetativa corresponde al número de hojas totalmente expandidas (lígulavisible). La etapa reproductiva comienza con la emergencia de estigmas (R1) y finaliza en madurez fisiológica (R6).

Por otro lado, según CHUMPITAZ QUEVEDO (2018) el sistema usado para distinguir las etapas de crecimiento son:

VE: El coleóptilo emerge de la superficie del suelo.

V1: Es visible el cuello de la primera hoja (esta siempre tiene el ápice redondeado).

V2: Es visible el cuello de la segunda hoja.

Vn: Es visible el cuello de la hoja número “n”. (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta, “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrá perdido las 4 a 5 hojas de más abajo).

VT: Es completamente visible la última rama de la panícula. Cabe señalar que esto no es lo mismo que la floración masculina, que es la liberación del polen (antesis).

R1: Son visibles los estigmas en el 50% de las plantas.

3.2.2.2. Características biométricas de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.)

Raíz: Formado por una raíz fibrosa principal y sus raíces adventicias la cual absorbe los nutrientes del suelo, “la planta de maíz está constituida por un sistema radicular que consta de dos clases de raíces: las fasciculadas o raíces subterráneas y las adventicias o aéreas. Las primeras dan fijación, transporte y absorción de agua y solutos a las partes aéreas básicamente, mientras las raíces adventicias



tienen por misión de aportar un perfecto anclaje a la planta” (DELGADO OLAVE 2016, p. 16).

Tallo: Estructura erecta, carnosa formado por nudos que se convierte en el sostén de toda la planta, según DELGADO OLAVE (2016) el tallo es el eje central erecto, puede alcanzar 4 metros de altura, formado por nudos y entrenudos cuyo número y longitud varían considerablemente. La parte inferior termina en corona que tiene entrenudos muy cortos, de las cuales salen raíces adventicias y la parte terminal finaliza en una panoja que es la inflorescencia terminal.

Hoja: Son alargadas, alternas y lanceoladas, nacen de cada nudo a diferencia de otro cultivo. Las hojas pueden medir hasta 150 cm. Están constituidas por vainas que abrazan al tallo, el cuello que representa la zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina abierta que se denomina lígula, que es una membrana translúcida de posición vertical, y finalmente la lámina que es una banda angosta y delgada que termina en un ápice muy agudo con una nervadura central bien desarrollada y nervaduras secundarias numerosas, paralelas a la principal y prominentes en ambas caras. El maíz posee de 14 a 16 hojas por planta. Por el haz presentan vellosidades y los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes (DELGADO OLAVE 2016).

Inflorescencia: La inflorescencia masculina y femenina se encuentran en el mismo lugar, pero en sitios diferentes, por eso son plantas monoicas. Presenta polinización cruzada o Alógama (DELGADO OLAVE 2016).

Las inflorescencias masculinas tienen raquis cortos y erectos, reduciéndose el número de mazorcas y la cantidad de granos. Se han señalado reducciones del rendimiento de hasta el 90% (EYHÉRABIDE [sin fecha], p. 157)

La inflorescencia estaminada llamada panoja, panícula o espiga; se localiza en el ápice de la planta. Está compuesta por un eje central o raquis y ramas laterales; a lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico y cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas; en



cada florecilla componente de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen (DELGADO OLAVE 2016).

La inflorescencia pistilada es una estructura llamada mazorca, se localizan en las yemas axilares de las hojas; son espigas de forma cilíndrica que consisten de un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas una fértil y otra abortiva, estas flores se arreglan en hileras paralelas, las flores pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen (DELGADO OLAVE 2016).

Fruto: Son de tipo dentado, cariósipide. El endospermo tiene alta proporción de almidón y baja proteína por esta razón, al madurar pierde humedad y se produce una hendidura en la corona, lo que da una apariencia de diente, según DELGADO OLAVE (2016) en la mazorca, cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariósipide que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca.

3.2.2.3. Rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*).

Para la determinación del rendimiento de la cosecha en mazorca, se sigue la metodología para evaluar el rendimiento en grano del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo de México, calculando para Grano seco con 13 % de humedad (IGLESIAS ABAD *et al.* 2018).

a) Rendimiento internacional

MONTESILLO-CEDILLO (2016) manifiesta que la producción de maíz grano en México se lleva tanto en temporal como con riego, empíricamente se atribuye al riego la superioridad numérica en cuanto a rendimiento (toneladas/hectárea) en relación al temporal. Sin embargo, el autor, en un estudio entre las campañas agrícolas desde 2001-2002 hasta el 2013-2014 concluye a un nivel de 95% de probabilidades que el rendimiento del grano de maíz (t/ha) son iguales pero la producción en temporal tiene un menor costo social y ambiental, por lo menos en términos de agua.



Según EYHÉRABIDE ([sin fecha]), describe los aumentos de rendimientos por hectárea son el resultado de la aplicación de tecnologías enmarcadas en un esquema de sustentabilidad de los recursos naturales y del sistema productivo. En la región maicera templada de la pampa húmeda y subhúmeda Argentina, para el decenio 1988/1998, los rendimientos fueron entre 2.9 y 6.2 t/ha.

Según DEKALLB (2012) un 33% de la duplicación de rendimientos para el año 2030, estará dado por la ganancia genética acumulada aportada por Monsanto siendo la inversión en mejoramiento genético un factor clave de crecimiento en el portafolio de Dekalb el material de mayor rendimiento es de 5000 kilos/ha, siendo afectado por la desuniformidad espacial y temporal, en la distribución de las plantas y en la velocidad de crecimiento de cada uno de los individuos de la población. Por lo tanto, la calidad de la semilla juega un rol fundamental para asegurar un stand de plantas adecuado, así como una rápida y homogénea implantación.

Según GRANADOS-RAMÍREZ Y SARABIA-RODRÍGUEZ (2013) los requerimientos del clima tiene relación directa sobre la tasa media anual de crecimiento y ésta con el rendimiento, desde 1996 a 2010 de un rendimiento en promedio de 4.6 t/ha de maíz en Toluca del Estado de México, el rendimiento presentó una reducción debido a la reducción de precipitación en la época caliente (sequía intraestiva) entre 15-20%, registrada en julio y agosto.

b) Rendimiento nacional

El rendimiento total y comercial de MAD presenta diferencias altamente significativas por efecto de los momentos de riego y de los niveles de nitrógeno. El mayor rendimiento comercial se presenta en el régimen de riego con intervalos de cada día hasta cuatro días con 9058 kg/ha y 8949 kg/ha, respectivamente mientras que para intervalos de 8 días de riego los rendimientos obtenidos son de 6296 kg/ha de maíz grano. Asimismo, para el mayor rendimiento con respecto a niveles de nitrógeno caracteriza al nivel de 90 kg/ha N con 9249 kg/ha de maíz, que presenta diferencias estadísticas y porcentuales de 13.6% respecto al nivel 180 kg/ha N con 8249 kg/ha y 25.9% respecto al testigo no fertilizado con nitrógeno con 7345 kg/ha de maíz gano (HIJAR CADILLO 2018, p. 11).



Entre los años 1960 - 2001, la superficie cosechada de maíz amarillo duro creció por encima de 200 %, mientras que los rendimientos solamente lo hicieron en 77% (DELGADO OLAVE 2016, p. 23).

El rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro es de 5.7 t/ha en la costa, 3.0 t/ha en la selva y 2.4 t/ha, en la región de Ucayali (INIA 2011).

Según el MINAG (2012) citado por DELGADO OLAVE (2016) la superficie cosechada promedio del 2000 al 2012 fue de 298625.8 hectáreas, con un rendimiento promedio de 3988.5 Kg/ha, a nivel nacional. Los departamentos con mayor rendimiento promedio son San Martín (2044 kg), Loreto (2355 kg), La Libertad (8916 kg), Lima (9044 kg), Cajamarca (3113 kg), Piura (4343 kg) y Lambayeque 6668 Kg/ha respectivamente; siendo las regiones de costa y selva baja las que abarcan la mayoría de cosechas de este producto.

c) Rendimiento regional

El rendimiento de maíz amarillo duro en el Centro de Producción e Investigación Santo Tomás, Apurímac alcanzó un valor de 6945 kg/ha, con 150 ml de extracto biocida de barbasco mientras que con la aplicación de 145 ml de extracto biocida fue de 5365 kg/ha (SÁNCHEZ LÓPEZ 2018).

3.2.2.4. Plagas y enfermedades

En el ámbito de estudio del valle de Lucre no existe plagas y enfermedades relevantes más que el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*.

a) Plagas

Es cualquier microorganismo, animal, planta y organismos bióticos que ocasionan daño a la producción vegetal mediante la destrucción parcial o total de alguno de los órganos de la planta (JARA-CALVO 2014).

En el Perú, la plaga de mayor importancia por su incidencia en el cultivo de maíz es el gusano mazorquero (*Heliothis zea*).



Tabla 7 — Plagas que afectan al cultivo de maíz

Nombre común	Nombre científico	Daños
Gusano blanco o R'acka	<i>Ancognatha scarabioides</i>	Corta los tejidos de la raíz y del brote
Gusano cortador	<i>Copitarsia turbata</i>	Corta la planta a la altura del cuello
Gusano picador	<i>Elasmopalpus lignasellus</i>	Perforadores las hojas y tallos tiernos
Gusano cogollero Utuscuru	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Perforan las hojas y tallos tiernos
Cigarritas	<i>Daybulus maidis</i>	Ocasiona complejo de virosis en la planta
Barrenador	<i>Diatraea saccharalis</i>	Barrenan el tallo de la planta
Escarabajos del follaje	<i>Diabrotica spp</i>	Perforan las hojas
Gusano mazorquero	<i>Heliothis zea</i>	Ocasiona daños en los pistilos
Pulgón del maíz	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Ocasiona la marchitez de la planta

Obtenidos de (ZÚÑIGA-OÑATE 2016)

b) Enfermedades

MANRIQUE (1997) citado por (DELGADO-OLAVE 2016) reporta que las enfermedades mas visibles en el cultivo de maíz son foliares, muchas de ellas avanzan desde la parte baja de la planta hacia la parte superior y está relacionado por la traslocación de azúcares de las hojas hacia la mazorca.

Los factores que condicionan la presencia de enfermedades son el clima, labores de preparación de suelo, presencia de malas hierbas, poca rotación de cultivos (EYHÉRABIDE [sin fecha]).

Según JARA-CALVO (2014) las enfermedades mas frecuentes en el cultivo de maíz son: Fusarium y Diplodia que causan la pudrición de la mazorca, su presencia es mayor en años lluviosos, Ustilago maydis, ataca en la floración y en épocas secas y el Spiroplasma kunkeli, que es transmitido por cigarritas en la etapa inicial del cultivo. Dichas enfermedades, reducen la calidad y rendimiento de la producción de maíz.

Tabla 8 — Enfermedades que afectan al cultivo de maíz

Nombre común	Nombre científico	Daños
Podredumbre de la mazorca	<i>Diplodia zeae</i>	Pudrición del tallo y mazorca color gris oscuro
Helminthosporiosis	<i>Helminthosporium maidis</i>	Resecamiento blanco de las hojas y pudrición de la mazorca, manchas más o menos circulares entre las hojas
Carbon del maíz	<i>Ustilago maydis</i>	Formación de pústulas amarillas en las hojas
Roya del maíz	<i>Puccinia maidis</i>	Formación de pústulas amarillas en las hojas

Obtenido a partir de (JARA-CALVO 2014)

3.3. Marco conceptual

- a) **Adaptabilidad.** Capacidad de acomodarse o ajustarse una cosa a otra, en el campo de las ciencias agrarias el concepto se extiende a la capacidad que tienen los cultivos para desarrollarse en un determinado medio ambiente.
- b) **Aplicativo.** Es el tipo de investigación que tiene como propósito alcanzar la solución practica de los problemas dejando en segundo plano la aportación al conocimiento científico.
- c) **Aporque.** Amontonar tierra en el cuello o base de la planta con fines diversos según el cultivo.
- d) **Blíster.** Corresponde a la etapa reproductiva de la planta entre 10 a 14 días después de la aparición de los estigmas, los granos del maíz alcanzan el promedio de 85% de humedad, el endospermo y el fluido interno son claros.
- e) **Calidad productiva.** Capacidad o grado de producción por unidad de superficie de tierra cultivada.
- f) **Características agronómicas.** Son conjuntos de cualidades extrínsecas e intrínsecas que determinan la naturaleza óptima de un cultivo.

- g) **Características biométricas.** Es ciencia y tecnología dedicada a medir y analizar datos agrarios. La biometría hace referencia a las medidas y analizan las características de las plantas. En la presente investigación se aplica a la medición de la altura de planta, altura a la inserción a la primera mazorca que determinan el marco de plantación del MAD y por tanto la densidad de siembra en el campo de cultivo.
- h) **Comportamiento agronómico.** Es el resultado que se obtiene en el desarrollo y crecimiento del cultivo por los diversos métodos de prácticas culturales que se aplican en un determinado momento y medio ambiente.
- i) **Comparar.** Examinar dos o más variables para descubrir sus relaciones, diferencias o semejanzas.
- j) **Comparación.** Acción de cotejar dos o más variables para dar con sus posibles semejanzas, diferencias o relaciones de algún tipo tanto físico, simbólico e imaginario.
- k) **Cuantitativo.** Es un adjetivo que refiere a la naturaleza numérica de datos, métodos, investigaciones y / o resultados. En el campo de la investigación hace referencia al enfoque de recopilación de datos numéricos para analizar sus resultados mediante la aplicación de estadísticos para probar hipótesis.
- l) **Crecimiento.** Es el aumento de la masa aun cuando se acompaña de un desarrollo lento o imperfecto.
- m) **Cruza.** Se refiere al apareamiento de un progenitor femenino con otro masculino para realizar la fecundación al fusionarse sus gametos para obtener un individuo o población de ellos a la descendencia híbrida.
- n) **Desarrollo.** Es la serie de transformaciones morfológicas y fisiológicas que son solución de continuidad de su ciclo biológico desde la germinación y desde el momento que brota la planta hasta la maduración completa de los frutos o de las semillas.
- ñ) **Determinar.** La acción de establecer un tipo de dato o información



- o) Distanciamiento.** Está relacionado a la separación entre líneas y entre plantas dentro de un marco de plantación.
- p) Diferencia.** Es la cualidad que permite que un estadístico de una variable se distinga de otra.
- q) Diferencias significativas.** Se aplica cuando el valor absoluto de la diferencia entre las estimaciones de parámetros de dos poblaciones, típicamente de dos proporciones (o porcentajes, para el caso), es estadísticamente mayor que 0, con un determinado nivel de confianza.
- r) Diferencias apreciables.** Que puede ser percibido, las diferencias entre las estimaciones de parámetros estadísticos presentan diferencias entre dos poblaciones o grupos.
- s) Estigma.** Corresponde a la etapa reproductiva de la planta de maíz, el estigma son los óvulos de la mazorca (flor femenina) que se convierte en semillas, tienen apariencia de pelillos de color verde que luego cambiando de color según fueron polinizados. La mazorca de maíz puede producir más de 1000 estigmas.
- t) Experimental.** Es el resultado que se obtiene de un proceso de experimentación.
- u) Experimental puro.** Se manipula una o varias variables independientes para observar sus cambios en las variables dependientes en una situación de aleatorización y control.
- v) Evaluar.** Es la acción de determinar el valor y el significado de una variable en función de los métodos aplicados.
- w) Etapas de la fenología.** Se denomina a todas las etapas fenológicas, emergencia, primera hoja, segunda hoja, tercera hoja, enésima hoja, aparición de las primeras panojas, aparición de los estigmas, blíster, grano lechoso, grano pastoso, grano dentado y grano maduro como también hay autores que lo conocen como fases fenológicas.



- x) **Etapla vegetativa.** Es la duración del ciclo vegetativo de un cultivo, durante su crecimiento se divide en etapas definidas por los cambios externos visibles.
- y) **Etapla reproductiva.** Es la duración del ciclo de vida de un cultivo que inicia con la floración y termina con las semillas maduras.
- z) **Emergencia.** Es la aparición de las plantas por encima de la superficie del suelo.
- aa) **Enésima hoja.** Es el número de hojas que van saliendo hasta el inicio de la fase de panoja.
- ab) **Fases fenológicas.** Se denomina a las fases reproductivas y vegetativas; también hay autores que lo conocen como etapas fenológicas.
- ac) **Fenotipo.** Carácter expresado en los individuos como resultado de la interacción genotipo- medio ambiente, o sea la presencia visual de los objetivos que es susceptible de apreciación y de evaluación, sea un carácter cuantitativo y cualitativo.
- ad) **Fenología.** Es la ciencia que se encarga del registro e interpretación de los cambios externos que se pueden ver de un proceso de crecimiento de un determinado cultivo.
- ae) **Floración.** Acción de florecer de las plantas, el maíz tiene inflorescencia masculina llamada panoja e inflorescencia femenina llamada espiga.
- af) **Genotipo.** Conjunto de factores hereditarios constitucionales de un individuo o de una especie. Está representado por los genes y su acción, y por la herencia citoplasmática cuando esta se encuentra involucrada en la herencia de un carácter.
- ag) **Germoplasma.** Conjunto específico de variabilidad genética. Esta representada por células germinales, disponibles para una población particular de organismos.
- ah) **Longitudinal.** El estudio longitudinal puede durar desde algunos años, hasta incluso décadas, dependiendo de qué tipo de información se desea obtener de la investigación.



- ai) Herencia.** Factor en la evolución que determina la persistencia del carácter en generaciones sucesivas. Es la transmisión de caracteres genéticos de los progenitores a sus descendientes en su concepción más amplia.
- aj) Híbrido doble.** Es el que se obtiene al cruzar 2 híbridos simples y que está constituido por 4 líneas puras.
- ak) Híbrido.** Organismo vivo animal o vegetal procedente del cruce de dos organismos por la reproducción sexual razas y especies. La expresión del fenotipo puede ser física, orgánica, bioquímica, fisiológica o de otra naturaleza.
- al) Líneas.** Se define como la progenie de una planta única obtenida por autofecundación.
- am) Nivel básico.** Es la investigación que se realiza con el propósito de acrecentar los conocimientos teóricos para el progreso de una determinada ciencia.
- an) Manejo agronómico.** Conjunto de prácticas y técnicas agrícolas aplicadas a los cultivos.
- añ) Mejoramiento de cultivos.** Es la utilización metódica de procedimientos experimentales y tecnológicos para la producción de nuevas variedades.
- ao) Panoja.** Corresponde a la etapa reproductiva de la planta de maíz, la panoja es la flor masculina del maíz, es la encargada de la producción de granos de polen
- ap) Primera hoja.** Son las hojas embrionarias que crecen del coleóptilo con punta redondeada
- aq) Producción.** Se define como la cantidad de unidades del producto final que resulta luego de un ciclo de cultivo de una especie agrícola, considerando todas las áreas trabajadas para tal fin.
- ar) Productividad.** Es la capacidad de producción de una determinada área de uso agrícola, está influenciada determinadamente por la tecnología; es decir, la

productividad de un área está en función de muchos factores, entre ellos el clima, la fertilidad de los suelos, el sistema de manejo, etc., la productividad de un terreno puede variar con el tiempo. Sus unidades de expresión son las mismas que las de rendimiento.

as) Rendimiento. Es el resultado en unidades de producto final por unidad de superficie, del ciclo de cultivo de una especie agrícola. Es una manifestación específica del fenotipo de la especie cultivada.

at) Rendimiento de un cultivo. Es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea (t/ha.)

au) Segunda hoja. Corresponde a la etapa vegetativa de la planta donde es visible el cuello, la vaina y el cuerpo de la segunda hoja emergida

aw) Tercera hoja. Corresponde a la etapa vegetativa de la planta donde es visible el cuello, la vaina y el cuerpo de la tercera hoja emergida.

ax) Transeccional o transversal. Es el diseño de investigación cuya recolección de datos es en un solo momento del tiempo.

ay) Variedad. La variedad es una población con caracteres que la hacen reconocible a pesar de que hibrida libremente con otras poblaciones de la misma especie, es el conjunto de individuos con características similares y su selección puede ser natural o artificial.

az) Variable independiente. La variable independiente (VI) es la que cambia o es controlada para ver sus efectos en la variable dependiente y estará representada por X

aaa) Variable dependiente. La variable dependiente (VD) es la que es afectada por la variable independiente (VD). Se trata del efecto, de lo que se mide y está representada por Y.



CAPITULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Tipo y nivel de investigación

Según el enfoque de acuerdo con Eyssautier de la Mora (2017) la investigación fue cuantitativa, porque está orientada a probar hipótesis, según el alcance de sus resultados fue aplicativo y según el tiempo de ocurrencia de los hechos fue transversal. Según Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio (2014) el nivel de investigación fue experimental puro ya que se manipuló las variables independientes variedades de maíz amarillo duro.

4.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación fue de post test, según (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio 2014) corresponde al esquema siguiente:

RUE1	X1	O1
RUE2	X2	O2
RUE3	X3	O3
RUE4	X4	O4
RUE5	X5	O5

Donde:

R: Asignación aleatoria, es decir que las unidades elementales serán asignadas de manera aleatoria a las unidades experimentales.

UEi: Unidades experimentales



Xi: Variedades de maíz amarillo duro (condición experimental)

Oi: Una medición de las variables de respuesta (características biométricas, fenología y rendimiento) de las unidades elementales después de la manipulación de las variedades de maíz amarillo duro.

Para dar cumplimiento a dicho diseño de investigación randomicé (R) las unidades experimentales (UE), luego se incorporé los tratamientos (Xi) en este caso las variedades de maíz híbrido y posteriormente realicé las observaciones (Oi) a las variables dependientes.

4.2.1. Diseño experimental

El diseño experimental que seleccionamos fue el de bloques completos al azar (DBCA) porque el terreno donde se desarrolló el experimento cuenta con pendiente no es uniforme. Al respecto del diseño experimental, según SPIEGEL Y STEPHENS (2017) es el arreglo que se realiza a las unidades experimentales que a su vez contienen las unidades elementales a las que se les aplicará determinados tratamientos para observar la respuesta en las variables de interés. El diseño de bloques completos al azar es el más utilizado cuando existe heterogeneidad ya sea por razones de pendiente del terreno, velocidad de viento, barreras vivas, presencia de canales de riego, etc.

En la presente investigación utilicé el diseño experimental DBCA conformada por 4 bloques, 4 tratamientos y un testigo local, los factores fueron:

Tratamientos: Híbridos de maíz amarillo duro:

T1. Híbrido Advanta

T2. Híbrido Insignia

T3. Híbrido Dekalb

T4. Híbrido Argenetics

T5. Híbrido local (testigo)

Según Spiegel y Stephens (2017) el modelo aditivo lineal del DBCA es :

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es el k ésimo elemento perteneciente al j ésimo tratamiento al i ésimo bloque.

μ = es la media general

τ_i = es el efecto debido al i ésimo tratamiento

β_j = es el efecto debido al j ésimo bloque.

e_{ijk} = error experimental del i ésimo tratamiento en el j ésimo bloque

Para el procesamiento de los datos asumí el arreglo común general para un diseño de DBCA de la tabla 9.

Los datos de las variables: fenología del MAD, características biométricas y rendimiento de la producción, organicé de acuerdo al modelo presentado en la tabla 9, mediante el uso de sus correspondientes promedios.

Tabla 9 — Arreglo de los datos en un diseño de bloques completos al azar

Bloques	Tratamientos					Promedios
	T1	T2	T3	T4	T5	
I	Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}	Y_{41}	Y_{51}	$Y_{.1}$
II	Y_{12}	Y_{22}	Y_{32}	Y_{42}	Y_{52}	$Y_{.2}$
III	Y_{13}	Y_{23}	Y_{33}	Y_{43}	Y_{53}	$Y_{.3}$
IV	Y_{14}	Y_{24}	Y_{34}	Y_{44}	Y_{54}	$Y_{.4}$
Promedios	$Y_{1.}$	$Y_{2.}$	$Y_{3.}$	$Y_{4.}$	$Y_{5.}$	$Y_{..}$

Tomados a partir de (SPIEGEL Y STEPHENS 2017)

Las características del diseño experimental fueron:

Número de bloques	: 4
Nº de Tratamientos, incluye al testigo local	: 5
Número de unidades experimentales	: 20
Ancho de unidad experimental	: 3 m.
Largo de unidad experimental	: 4.5 m.
Área de unidad experimental	: 13.5 m ²
Ancho de pasadizo	: 0,9 m
Longitud total de parcela experimental	: 22.70 m
Ancho total de parcela experimental	: 20.40 m
Área total de parcela experimental	: 463.08 m ²
Población	: 2880 plantas de maíz
Total unidades elementales	: 340 plantas de maíz

Dichas mediadas del diseño experimental permitió realizar las evaluaciones de las variables dependientes considerando los surcos medios y dejando los surcos laterales por efecto de borde.



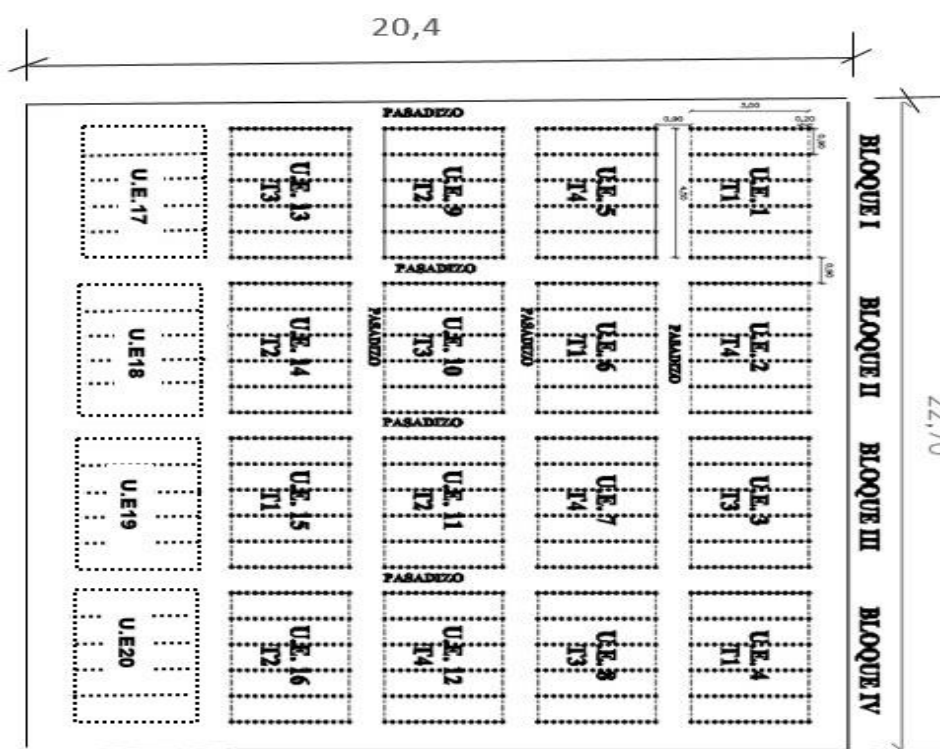


Figura 5 — Croquis del diseño experimental

4.3. Descripción ética de la investigación

La investigación desarrollé cumpliendo el Reglamento de Grados y Títulos de la UNAMBA, durante la conducción del experimento, se trató de la misma forma cada unidad experimental, las labores agronómicas del cultivo de MAD realicé en el mismo tiempo a todos los tratamientos, los datos obtuve en las mismas condiciones para cada uno de los tratamientos. Durante la redacción del informe de investigación cité y referencié la construcción de las ideas de acuerdo al estilo ISO 690 de autor y fecha. Finalmente, los resultados de la investigación no están orientados a beneficiar a determinadas empresas, mas por el contrario pongo a disposición de la sociedad, especialmente de los agricultores de la provincia de Grau para que tomen decisiones acertadas en la planificación de sus cultivos de maíz amarillo duro.

4.4. Población y muestra

La población estuvo conformada por 2880 plantas de maíz amarillo duro y la muestra por 340 plantas, fue determinada mediante el método probabilístico, para población conocida, para ello se acudió a la calculadora de muestras de la figura 6.

Calculadora de Muestra

Margen: 5%

Nivel de confianza: 95%

Poblacion: 2880

Tamaño de muestra: **340**

Ecuacion Estadistica para Proporciones poblacionales

n= Tamaño de la muestra

Z= Nivel de confianza deseado

p= Proporcion de la poblacion con la característica deseada (exito)

q=Proporcion de la poblacion sin la característica deseada (fracaso)

e= Nivel de error dispuesto a cometer

N= Tamaño de la poblacion

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

Figura 6 — Calculo del tamaño de la muestra

Obtenido de https://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php

4.5. Procedimiento

a) Análisis de suelo

Realicé la recopilación de muestras de suelo de la parcela experimental, ubicado en el valle de Lucre del distrito de Curasco, provincia de Grau. Para la recolección de la muestra utilicé el método del Zig-Zag obteniendo 5 sub muestras de aproximadamente 1 Kg cada uno, luego se procedí a homogenizar las sub muestras y a partir del cual obtuve un kilogramo de suelo, el cual llevé al laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco cuyos resultados de análisis se muestran en el anexo 4.

La clase textural del suelo de la parcela experimental corresponde al franco, conformado por 47% de arena, 36% de limo y 17% de arcilla, la disponibilidad de nutrientes existentes en el suelo fue de 0.22% de N, 1.3 ppm de P_2O_5 y 25 ppm de K_2O .

b) Fertilización

La demanda de nutrientes del cultivo de maíz según Hajar Cadillo (2018) es de 180 Kg/ha de N, 90 kg/ha de P_2O_5 y 120 Kg/ha de K_2O , según Barrios y Basso (2018) es de 150 Kg/ha de N, 35 Kg/ha de P_2O_5 y 60 Kg/ha de K_2O , según Pezo-García (2012) es de 150, 100 y 80 Kg/ha de NPK respectivamente. Para la región de Apurímac, en el valle de Pachacha Sánchez-López (2018) recomienda la fórmula de 90, 70, 70 Kg/ha de NPK. Los niveles de fertilización está asociado a las características físicas y químicas del suelo y los niveles de

rendimiento que se desea obtener (IGLESIAS-ABAD *et al.* 2018).

A partir de dichos datos, para la investigación en la zona de Lucre se tomó el promedio de la demanda de fertilización resultando en 143 Kg/ha de N, 74 Kg/ha de P_2O_5 y 83 Kg/ha de K_2O como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10 — Promedio de demanda de fertilizantes en el cultivo de maíz

Autores	Demanda de fertilizantes (Kg/ha)		
	N	P_2O_5	K_2O
Hijar Cadillo (2018)	180	90	120
Barrios y Basso (2018)	150	35	60
Pezo-García (2012)	150	100	80
Sánchez-López (2018)	90	70	70
Promedio (Kg/ha)	143	74	83

Calculado en base a información de los autores

Para determinar el requerimiento de fertilización, procedí a calcular la diferencia entre el promedio obtenido de la tabla 10 y la disponibilidad de nutrientes existentes en el suelo, según el reporte del análisis del suelo del anexo 5, al cual previamente homogenicé las unidades de medida en Kg/ha. Los resultados se muestran en la tabla 11 y el procedimiento de cálculo muestro en el anexo 6.

Tabla 11 — Requerimiento de nutrientes del cultivo de MAD

Descripción	NT	P_2O_5	K_2O
Disponibilidad de nutrientes en el suelo	0.22 %NT	1.3 ppm	25 ppm
Capa arable del suelo (m)	0.2	0.2	0.2
Área de terreno (m^2)	10000	10000	10000
Volumen de suelo en una hectárea (m^3)	2000	2000	2000
Densidad aparente para suelos de textura franco (t/m^3)	1.2	1.2	1.2
Peso de suelo en una hectárea (Kg)	2400000	2400000	2400000
Nutrientes disponibles en el suelo (Kg/ha)	105.6	3.12	60.00
Requerimiento de nutrientes del cultivo MAD (Promedio Kg/ha)	143	74	83

Desbalance nutricional (Kg/ha)	37.4	70.88	23
---------------------------------------	------	-------	----

Calculado en base al informe de análisis de suelo del anexo 5.

Una vez determinado el requerimiento de fertilización, se procedí a seleccionar las fuentes de nutrientes a utilizar. Dicha labor, se realicé tomando en cuenta que las fuentes de nutrientes sean de origen orgánico y que su disponibilidad y acceso sea del ámbito de la región Apurímac, por lo cual he seleccionado el guano de isla como fuente de nitrógeno, pero que a su vez aporta fosforo y potasio y con la finalidad de balancear y compensar el requerimiento total elegí la roca fosfórica como fuente de P_2O_5 y el sulfato de potasio como fuente de K_2O , adicionalmente dichos fertilizantes contienen micronutrientes como se muestra en la tabla 12, que complementa los requerimientos nutricionales del cultivo de maíz.

Tabla 12 — Contenido de nutrientes del guano de islas, roca fosfórica y sulfato de potasio

PRODUCTO	PESO (Kg.)	COMPOSICIÓN						
		N	P_2O_5	K_2O	MgO	S	Ca	Mn
Guano de Isla	50	12.0%	11.0%	2.0%	0.5%	1.5%	9.0%	0.0%
Roca Fosfórica	50	0.0%	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%	28.0%	0.0%
Sulfato de Potasio	50	0.0%	0.0%	50.0%	0.0%	18.0%	0.0%	0.0%
Sulfato de Manganeseo	25	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	19.0%	0.0%	31.0%

Obtenido de (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN 2002)

Luego, con los fertilizantes seleccionados y sus correspondientes composiciones de nutrientes N, P_2O_5 y K_2O estimé la cantidad de fertilizantes a aplicar, lo cual muestro en la tabla 13.

Tabla 13 — Cantidad de fertilizantes a aplicar y sus correspondientes elementos disponibles para una hectárea de cultivo de maíz amarillo duro

PRODUCTO	CANTIDAD (Kg/ha)	Elemento disponible Kg/ha		
		N	P_2O_5	K_2O
Guano de Isla	311.67	37.40	34.28	6.23
Roca Fosfórica	182.98		36.60	
Sulfato de Potasio	33.53			16.77
Total (ha)	528.18	37.40	70.88	23.00

Calculado en base a la información de la tabla 10, 11 y 12.

La mezcla de fertilizantes de la tabla 13 es de 528.18 Kg/ha, y compensa el desbalance nutricional correspondiente de la tabla 11, su aplicación fue conjuntamente con la siembra incorporando la mezcla del total del guano de isla, el total de la roca fosfórica y el total del sulfato de potasio.

c) Prueba de germinación

Las semillas de las variedades advanta, insignia, dekalb y argenetics compré en la ciudad de Lima y el híbrido local fue proporcionada por un agricultor local, para determinar el marco de plantación, previamente realicé la prueba de germinación, el cual consistió en colocar en una bandeja 100 semillas de cada variedad que previamente fueron hidratados por 40 minutos. Posteriormente la bandeja he cubierto con material de plástico negro, a su vez que proporcioné humedad mediante la aplicación de un riego ligero dos veces al día. Las observaciones de la germinación de semillas realicé a los cinco (5) días, seis (6) días y siete (7) días de la semana, los resultados de la prueba muestro en la tabla 14.

Tabla 14 — Prueba de germinación de semillas de maíz amarillo duro según variedades

Variedades de semillas de maíz amarillo duro	Cantidad	Días a la germinación		
		5	6	7
Advanta	100	60%	85%	95%
Dekalb	100	62%	82%	93%
Argenetics	100	68%	87%	98%
Insignia	100	63%	86%	97%
Variedad local	100	65%	88%	98%
Promedio	100	62%	86%	96%

El promedio de germinación de las semillas para el sétimo día fue del 96%, por tanto, para el marco de plantación consideré dos semillas por golpe.

d) Riego

Realicé un riego pesado antes de la preparación del terreno, con el objetivo de facilitar la roturación del suelo, posteriormente en el mes de diciembre apliqué riegos por gravedad con una frecuencia de 1 vez por semana para mantener en capacidad de campo el suelo, entre los meses de enero y febrero no apliqué ningún riego por la presencia de lluvias en la zona, entre los meses de abril y mayo cuando la planta inició la floración y formación de granos apliqué riegos por gravedad con una frecuencia de 1 vez por semana, cuidando que el suelo se encuentre siempre en capacidad de campo.



e) Preparación del suelo

Realicé utilizando 01 unidad de tracción animal y participación de 2 jornales, la preparación del suelo consistió en la limpieza del terreno, la roturación, mullido y surcado del terreno en un área de 463.08 m². Dicha labor realicé en el mes de noviembre 2019 dejando el terreno con distanciamiento entre surcos de 0.9 m, posteriormente realicé la delimitación de las unidades experimentales, considerando el diseño propuesto en el anexo 2, las unidades experimentales conformadas fueron de 20 con un área de 13.5 m² y con distanciamiento entre pasadizos de 0.9 m (1 surco).

f) Siembra

Realicé en el mes de diciembre del 2019, la actividad consistió en colocar las semillas en los costados del surco depositando 2 semillas por golpe a una distancia entre semillas de 0.2 m. Las semillas de las variedades advanta, argenetics, insignia y dekalb ya se adquirieron desinfectadas, mientras que, para el control local, se ha procedido a desinfectar con hipoclorito de sodio a razón de 1%. La desinfección realicé sumergiendo las semillas de maíz por un tiempo de 20 minutos.

Conjuntamente con la siembra procedí a la fertilización con la mezcla del total de guano de isla, el total de la roca fosfórica y el total del sulfato de potasio en las cantidades que se muestran en la tabla 15.

Tabla 15 — Cantidad de fertilizantes aplicados durante la siembra en el cultivo de MAD

Fertilizantes	Cantidad (Kg)	%
Guano de Isla	14.43	59%
Roca Fosfórica	8.47	35%
Sulfato de Potasio	1.55	6%
Total (463.08 m ²)	24.46	100%

La mezcla de fertilizantes apliqué por golpe entre las semillas, posteriormente procedí a tapar tanto los fertilizantes como las semillas en un área de 463.08 m².

g) Control de malezas

Realicé conjuntamente con el primer aporque a los 40 días después de la siembra, la actividad realicé de manera manual con el uso de lampas, posteriormente cuando las plantas alcanzaron la formación de panoja y de granos realicé un segundo control de malezas

utilizando la oz como herramienta manual.

h) Control de plagas

Realicé el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) manualmente, recolectando las larvas durante el desarrollo de la planta, la forma de muestreo para el control realicé tomando 10 plantas al azar en un patrón de muestreo en forma de equis (X).

i) Cosecha de grano y semilla

La cosecha de mazorcas llevé a cabo a los 170 días después de la siembra para la variedad local y de 191 días para las variedades, advanta, insignia, dekalb y argenetics. El momento de la cosecha determiné considerando el cambio de coloración de las hojas en las plantas, las mazorcas cuelgan del tallo de la planta y el grano se encuentra maduro.

j) Desgrane.

Realicé manualmente, para ello, previamente procedí al secado de las mazorcas colocando bajo sombra y en lugar venteado y cuando los granos alcanzaron a secarse y desprenderse con facilidad de la tuza procedí al desgrane, registrando el dato del peso de grano según los tratamientos.

k) Limpieza del grano.

Realicé de manera manual con el uso de zaranda y el viento, la actividad consistió en separar las impurezas existentes como pedazos de tuza y polvo.

4.5.1. Evaluación

Realicé siguiendo las variables y sus correspondientes indicadores propuestos en la tabla 3.

a) Fenología de cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*)

Etapas vegetativa: la etapa vegetativa obtuve de acuerdo a las escalas de Ritchie y Hanway (1982) citado por (Zúñiga-Oñate 2016; Hilje y Rodríguez 1987).

VE. Emergencia



Registré el número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas han emergido sobre la superficie del suelo, el cual, fue a los 8 días después de la siembra.

V1. Primera hoja

registré el número de días desde la siembra hasta que el cuello de la primera hoja fuera visible, el cual fue a los 14 días después de la siembra.

V2. Segunda hoja

Registré el número de días desde la siembra hasta que el cuello de la segunda hoja sea visible, a dicha etapa se considera la fase V2 y anoté el dato cuando el 50% de las plantas lograron la segunda hoja a los 18 días después de la siembra.

V3. Tercera hoja

Registré el número de días desde la siembra hasta que el cuello de la tercera hoja sea visible, a dicha etapa se considera la fase V3 y anoté el dato cuando el 50% de las plantas lograron la tercera hoja a los 22 días después de la siembra.

Del mismo modo, registré el número de hojas V4, V5, ..., V25. El tiempo transcurrido fue de 100 días después de la siembra hasta que la planta concluyó su etapa vegetativa.

V25. Hoja número 25

La planta de maíz terminó su etapa vegetativa a los 100 días después de la siembra alcanzando la hoja 25, (fase V25) siendo el número definitivo de hojas que alcanzó la planta, a partir del cual, se inició la floración.

VT. Aparición de las primeras panojas

La etapa VT comprende la aparición de las panojas, el dato anoté cuando el 50% de las plantas alcanzaron la última rama de la panícula visible, el cual fue de 104 días después de la siembra.

Etapa reproductiva: Utilicé las escalas de Ritchie y Hanway (1982) citado por (Zúñiga-Oñate 2016; Hilje y Rodríguez 1987). La etapa reproductiva está constituido por las fases R1 (aparición de los estigmas), R2 (blíster), R3 (grano lechoso), R4 (grano pastoso), R5 (grano dentado) y R6 (grano maduro)



R1. Aparición de los estigmas

Registré los días desde la siembra hasta que el 50% de los estigmas de las plantas fueron visibles, el cual ocurrió a los 108 días después de la siembra.

R2. Blíster

Anoté los días que transcurrieron desde la siembra hasta que los granos se llenaron con un líquido claro, el cual fue de 124 días.

R3. Grano lechoso

Registré los días que transcurrieron desde la siembra hasta el llenado de sus granos con un líquido lechoso blanco, el cual ocurrió a los 140 días después de la siembra.

R4. Grano pastoso

Conté los días que transcurrieron desde la siembra hasta que el 50% de las plantas obtuvieron granos llenos de una pasta blanca, el cual fue de 159 días después de la siembra

R5. Grano dentado

Realicé el conteo de los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas mostraron en la parte superior de los granos llenos de almidón sólido, lo cual fue de 165 días después de la siembra.

R6. Grano maduro

Conté los días transcurridos desde la siembra hasta que los granos mostraron resistencia a la penetración de la uña. La etapa R6 se considera que la planta ha madurado fisiológicamente, el cual fue de 170 días después de la siembra para la variedad local y 191 días para las variedades advanta, insignia, argenetics y dekalb.

b) Características biométricas del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*)

Altura de planta

Medí con flexómetro, por el eje central erecto considerando la longitud desde el suelo hasta la parte terminal de la panoja, dicha variable obtuve cuando el 50% de las plantas lograron la inflorescencia, siendo el promedio general alcanzado de 1.59 m.



Altura de inserción a la primera mazorca

Medí con flexómetro desde el suelo hasta el nivel de la primera mazorca, el dato anoté cuando el 50% de las plantas lograron la polinización y la aparición de mazorcas, el promedio general fue de 42.59 cm.

Numero de granos por hilera

Registré el dato por conteo en el momento de la cosecha, para ello procedí al desgrane de las hileras por mazorca anotando el promedio general de 537.00 granos por hilera.

Número de hileras por mazorca

Registré al momento de la cosecha, el dato obtuve por conteo, para ello previamente corté la mazorca y procedí a contar los granos insertados en el raquis cilíndrico, resultando como promedio 14 hileras por mazorca.

Diámetro de mazorca

Registré al momento de la cosecha, el dato obtuve por medición utilizando el vernier en la mitad de la mazorca resultando un promedio de 5.35 cm.

Longitud de mazorca

Registré al momento de la cosecha, el dato obtuve por medición utilizando el flexómetro, el dato representa la longitud total de la mazorca, resultando un promedio de 19.10 cm.

c) Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*)

Masa de grano seco

Las mazorcas expuse al sol para el secado hasta obtener un peso constante, luego procedí al desgrane y la obtención del dato por medición utilizando una balanza de precisión, los datos que obtuve fueron homogenizados para una hectárea de cultivo anotando un rendimiento general de 2.215 t/ha en promedio.

Número de mazorcas por planta

El dato obtuve por observación, contando el número de mazorcas por planta anoté un promedio general de 1.93 mazorcas por planta.

Peso de 100 semillas

Las mazorcas expuse al sol para el secado hasta obtener un peso constante, luego procedí al desgrane y conteo de 100 granos de maíz, la obtención del dato fue por medición utilizando una balanza de precisión, anotando un promedio general de 25.645 g.

4.6. Técnicas e instrumentos

La técnica que utilicé para la obtención de datos fueron la observación, conteo y medición los instrumentos estuvo conformado por materiales, equipos de campo, materiales biológicos y de gabinete.

4.6.1. Materiales y equipos de campo

- Bolsas de polietileno
- Flexómetro
- Vernier
- Balanza de precisión
- Herramientas manuales

4.6.2. Biológico e insumos

- Semillas de maíz amarillo duro variedad Advanta
- Semilla de maíz amarillo duro variedad Insignia
- Semilla de maíz amarillo duro variedad Dekalb
- Semilla de maíz amarillo duro variedad Argenetics
- Semilla de maíz amarillo duro local
- Roca fosfórica
- Guano de isla
- Sulfato de potasio

4.6.3. Materiales de gabinete

- Libreta de campo
- Material bibliográfico
- Lápiz, lapicero

- Borradores
- CDs
- Marcadores
- Etiquetas
- Computador
- Impresora
- Papel Bond A4
- Cámara digital
- Calculadora
- Regla milimetrada

4.7. Análisis estadístico

4.7.1. Técnicas estadísticas

Una vez concluido el trabajo experimental, realicé la homogenización de datos de rendimiento para una hectárea de cultivo de maíz mediante la técnica de la regla de tres simple, posteriormente validé los datos mediante las siguientes pruebas estadísticas:

a) Homogeneidad de varianzas

Verifiqué mediante el estadístico de Bartlett que radica en probar una hipótesis de cada uno de los factores considerando la diferencia de la puntuación individual respecto de la media de su grupo (tratamiento), para probar la homogeneidad de varianzas planteo las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Todas las varianzas son iguales

Hipótesis alterna (H_1): Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

La regla para rechazar la hipótesis de homogeneidad fue si el valor p es menor que 0.05, los resultados muestro en la tabla 16.

Tabla 16 — Prueba de homogeneidad de varianzas por el método de Bartlett al 95%

Variables / Indicadores	Estadística de Bartlett	Valor P A = 0.05
Comportamiento agronómico	2.92	0.572
Fenología del cultivo de maíz amarillo duro	1.87	0.759
Etapas vegetativas	2.69	0.611
VE: Emergencia	0.11	0.991
V1: Primera hoja	0.00	1.00
V2: Segunda hoja	1.10	0.895
V3: Tercera hoja	0.09	0.999
V4: Cuarta hoja	0.09	0.994
V5: Quinta hoja	1.21	0.876
V6: Sexta hoja	0.95	0.917
V7: Séptima hoja	0.13	0.998
V8: Octava hoja	1.56	0.817
V9: Novena hoja	1.72	0.633
V10: Décima hoja	1.06	0.901
V11: Undécima hoja	1.21	0.876
V12: Décimosegunda hoja	0.78	0.942
V13: Décimotercera hoja	0.13	0.998
V14: Décimocuarta hoja	1.33	0.857
V15: Décimoquinta hoja	1.93	0.749
V16: Décimosexta hoja	5.00	0.287
V17: Décimoseptima hoja	0.09	0.999
V18: Decimoctava hoja	1.39	0.847
V19: Decimonovena hoja	0.08	0.999
V20: Vigésima hoja	1.93	0.749

La tabla es continuación de lo anterior

V21: Vigésimaprimera hoja	1.10	0.895
V22: Vigésimasegunda hoja	1.56	0.917
V23: Vigésimatercera hoja	1.93	0.749
V24: Vigésimacuarta hoja	0.13	0.998
V25: Vigésimaquinta hoja	0.09	0.999
VT: Aparición de las primeras panojas	0.95	0.917
Etapas reproductivas	3.22	0.522
R1: Aparición de los estigmas	0.08	0.994
R2: Blíster	0.13	0.998
R3: Grano lechoso	2.02	0.732
R4: Grano pastoso	1.06	0.900
R5: Grano dentado	1.06	0.786
R6: Grano maduro	1.24	0.872
Características biométricas del cultivo de maíz amarillo duro	4.54	0.337
Altura de planta	1.05	0.902
Altura de inserción a la primera mazorca	4.28	0.369
Número de granos por hilera	5.86	0.210
Número de hileras por mazorca	4.38	0.357
Diámetro de mazorca	2.99	0.560
Longitud de mazorca	3.35	0.501
Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro	7.70	0.103
Peso de 100 semillas	7.36	0.118
Número de mazorcas por planta	2.75	0.600
Masa de grano seco	6.04	0.196

Los estadísticos de Bartlett y sus correspondientes valores P, para una probabilidad de 95 %, es mayor que el valor alfa de 0.05, en todas las variables, sub variables e indicadores analizados, por tanto, se concluye que las varianzas son homogéneas y corresponde al campo de la estadística paramétrica.

b) Normalidad de datos

Verifiqué utilizando el estadístico de Ryan-Joiner (RJ) el cual es similar al de Shapiro Wilk (SW) debido a que el número de datos fue menor a 50 unidades, la prueba examina que los residuos de los datos provienen de poblaciones normales, por tanto, previamente calculé los residuos de cada una de las variable, sub variables e indicadores, luego planteo las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (Ho): Todos los residuos provienen de una población con distribución normal

Hipótesis alterna (H1): Por lo menos una población no proviene de una distribución normal

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

La regla para rechazar la hipótesis de normalidad fue si el valor p es menor que 0.05, los resultados del análisis se muestran en la tabla 17.

Tabla 17 — Prueba de normalidad mediante el estadístico de Ryan-Joiner al 95%

Variables/Indicadores	Prueba de Ryan Joiner	Valor P
Comportamiento agronomico del MAD	0.965	> 0.01
Fenología del cultivo de maíz amarillo duro	0.981	> 0.01
Etapas vegetative	0.986	> 0.01
VE: Emergencia	0.987	>0.100
V1: Primera hoja	0.967	>0.100
V2: Segunda hoja	0.987	>0.100
V3: Tercera hoja	0.986	>0.100
V4: Cuarta hoja	0.985	>0.100
V5: Quinta hoja	0.986	>0.100
V6: Sexta hoja	0.976	>0.100
V7: Séptima hoja	0.994	>0.100
V8: Octava hoja	0.967	>0.100

La tabla es continuación de lo anterior

V9: Novena hoja	0.975	>0.100
V10: Décima hoja	0.991	>0.100
V11: Undécima hoja	0.998	>0.100
V12: Décimosegunda hoja	0.987	>0.100
V13: Décimotercera hoja	0.994	>0.100
V14: Décimocuarta hoja	0.990	>0.100
V15: Décimoquinta hoja	0.992	>0.100
V16: Décimosexta hoja	0.996	>0.100
V17: Décimoseptima hoja	0.985	>0.100
V18: Decimoctava hoja	0.977	>0.100
V19: Decimonovena hoja	0.982	>0.100
V20: Vigésima hoja	0.973	>0.100
V21: Vigesimalprimera hoja	0.967	>0.100
V22: Vigesimalsegunda hoja	0.985	>0.100
V23: Vigesimaltercera hoja	0.975	>0.100
V24: Vigesimalcuarta hoja	0.981	>0.100
V25: Vigesimalquinta hoja	0.983	>0.100
VT: Aparición de las primeras panojas	0.992	>0.100
Etapas reproductivas		
R1: Aparición de los estigmas	0.984	>0.01
R2: Blíster	0.979	>0.100
R3: Grano lechoso	0.984	>0.100
R4: Grano pastoso	0.966	>0.100
R5: Grano dentado	0.993	>0.100
R6: Grano maduro	0.982	>0.100
R6: Grano maduro	0.988	>0.100
Características biométricas del cultivo de maíz amarillo duro	0.991	>0.01
Altura de planta	0.989	>0.100
Altura de inserción a la primera mazorca	0.972	>0.100

La tabla es continuación de lo anterior

Número de granos por hilera	0.990	>0.100
Número de hileras por mazorca	0.991	>0.100
Diámetro de mazorca	0.988	>0.100
Longitud de mazorca	0.991	>0.100
Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro	0.938	0.027
Peso de 100 semillas	0.938	0.027
Número de mazorcas por planta	0.983	>0.100
Masa de grano seco	0.972	>0.100

Los resultados de la prueba de RJ y sus correspondientes valores P de la tabla 17, son mayores a 0.05, por lo tanto, se concluye que los datos de las variables estudiadas provienen de una distribución normal, correspondiendo su análisis dentro del campo de la estadística paramétrica.

4.7.2. Demostración de objetivos

Los objetivos abordé mediante las medidas de tendencia central y de dispersión de la estadística descriptiva, la presentación de resultados presento mediante tablas y gráficos a los que he realizado las interpretaciones correspondientes por cada variable estudiada, para el procesamiento de la información utilicé el software MINITAB 17.

4.7.3. Hipótesis estadísticas

Las hipótesis de investigación operacionalicé mediante las hipótesis estadísticas y según los resultados de las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas correspondió ser contrastadas mediante el estadístico F de Fisher de la tabla ANOVA a un 95% de probabilidades.

Para la contrastación, formulé las hipótesis nulas (H_0) e hipótesis alterna (H_1) para cada variable, tanto para los tratamientos como para los bloques:

Hipótesis para tratamientos

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$; (Existe un efecto atribuible a los tratamientos en la

variable X_i)

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$; (El efecto de los tratamientos en la variable X_i es el mismo)

Donde:

H_1 : Hipótesis alterna

H_0 : Hipótesis nula

μ_1 : Promedio de las variables X_i en el tratamiento 1

μ_2 : Promedio de las variables X_i en el tratamiento 2

μ_3 : Promedio de las variables X_i en el tratamiento 3

μ_4 : Promedio de las variables X_i en el tratamiento 4

μ_5 : Promedio de las variables X_i en el tratamiento 5

Hipótesis para bloques

$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$; (Existe un efecto atribuible a los bloques en la variable X_i)

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$; (El efecto de los bloques en la variable X_i es el mismo)

Donde:

β_1 : Promedio de las variables X_i en el bloque 1

β_2 : Promedio de las variables X_i en el bloque 2

β_3 : Promedio de las variables X_i en el bloque 3

β_4 : Promedio de las variables X_i en el bloque 4

4.7.3.1. Estadístico

Seleccioné el estadístico F de Fisher de la tabla ANOVA el cual es utilizado para datos cuantitativos y estadística paramétrica.

Para identificar las diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos utilicé la prueba de Tukey que permite comparar todos los promedios en pares.

4.7.3.2. Nivel de significancia

Para la prueba F de Fisher fue de 0.05

Para la prueba de comparación múltiple de promedios con el método de Tukey el nivel de significancia fue de 0.05

4.7.3.3. Región crítica o regla de decisión

Realicé la prueba de dos colas.

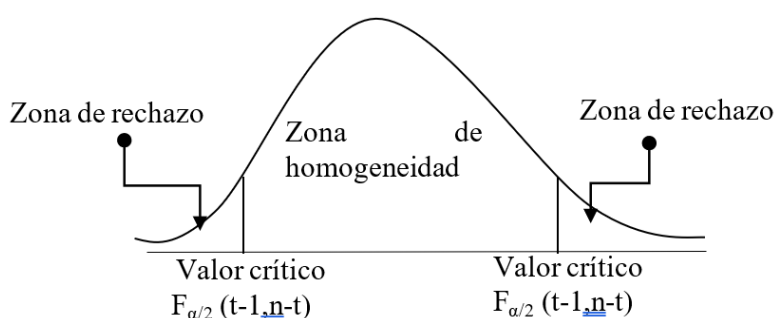


Figura 7 — Prueba de hipótesis de dos colas para los efectos de los factores y sus interacciones

El estadístico F de Fisher calculado a un nivel de confianza de 5% debe ser mayor al valor crítico y caer en la zona de rechazo, lo cual conduce al rechazo de la hipótesis nula.

4.7.3.4. Condiciones para rechazar o aceptar la hipótesis nula

El criterio de rechazar la hipótesis nula fue cuando el valor de F calculado de la tabla ANOVA fue mayor que el valor crítico de la figura 7 y el valor P, es menor que 0.05.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis de resultados

5.1.1. Comportamiento agronómico del cultivo de maíz amarillo duro

El comportamiento agronómico del cultivo de MAD, esta representado por la puntuación de la suma de todas las variables en estudio, el reporte de los estadísticos descriptivos nuestro en la tabla 18.

Tabla 18 — Comportamiento agronómico del cultivo de MAD según tratamientos y bloques

Descripción	N	Media	Desv.Est.	CoefVar	Mínimo	Máximo
Tratamientos						
T1. Advanta	4	675.7	22.4	3.32	659.2	708.8
T2. Insignia	4	781.67	13.41	1.72	765.73	794.22
T3. Dekalb	4	724.69	12.56	1.73	713.16	736.84
T4. Argenetics	4	561.6	30.1	5.35	546.1	606.7
T5. Testigo	4	503.42	16.75	3.33	492.08	527.85
Bloques						
Bloque I	5	668.7	98.7	14.77	527.9	765.7
Bloque II	5	647.4	126.4	19.53	492.9	794.2
Bloque III	5	639.0	114.2	17.89	500.8	775.5
Bloque IV	5	642.7	122.2	19.01	492.1	791.2

El mejor comportamiento agronómico fue para la variedad Insignia (T2) cuya puntuación alcanza el valor de 781.67 puntos y en orden decreciente continúa el híbrido Dekalb (T3) con 724.69 puntos, luego el híbrido Advanta con 675.7 puntos, después el híbrido Argenetics (T4) con 561.6 y finalmente el híbrido local (T5) con 503.42 puntos. Por los valores de la desviación estándar y sus correspondientes valores del coeficiente de variabilidad se observa que entre las variedades evaluadas (tratamientos) el comportamiento agronómico fue homogéneo ($CV < 30\%$), afirmación que se puede apreciar también, en la figura 8 donde la altura de la caja es pequeña.

Por otro lado, el comportamiento agronómico del cultivo de MAD en los bloques fue mas disperso ya que las desviaciones estándar se encuentran entre 98.7 a 126.4 puntos lo que se demuestra también en la figura 8, donde la altura de caja es mas extendida, encontrándose mayor variabilidad en los tratamientos dentro del bloque II, seguido de los tratamientos dentro del bloque III y IV.

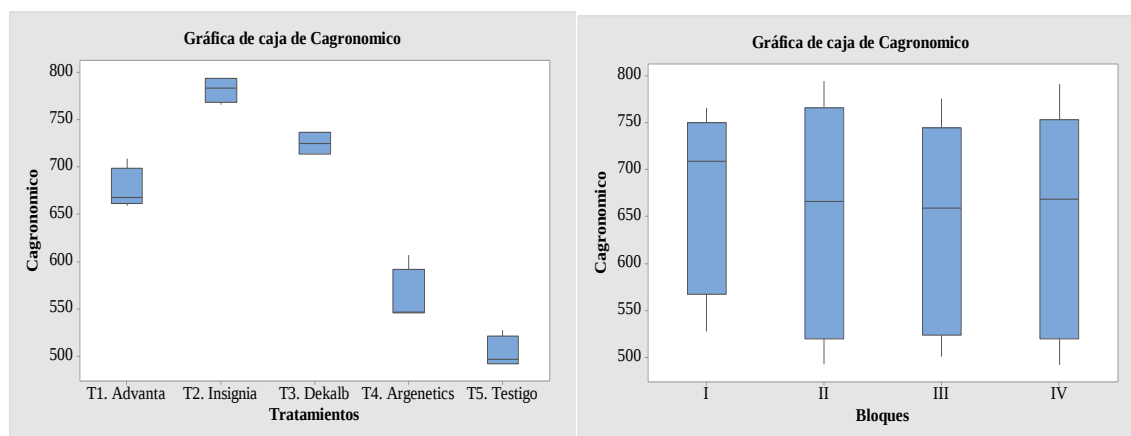


Figura 8 — Diagrama de caja del comportamiento agronómico del cultivo de maíz amarillo duro

El mayor promedio registrado en los bloques corresponde al bloque I con 668.7 puntos, y en orden decreciente continúa el promedio de 647.4, 642.7 y 639 puntos para los bloques II, IV y III respectivamente.

5.1.2. Fenología de cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*)

Evalué el crecimiento del MAD durante su ciclo fenológico según los tratamientos los resultados se muestran a continuación:

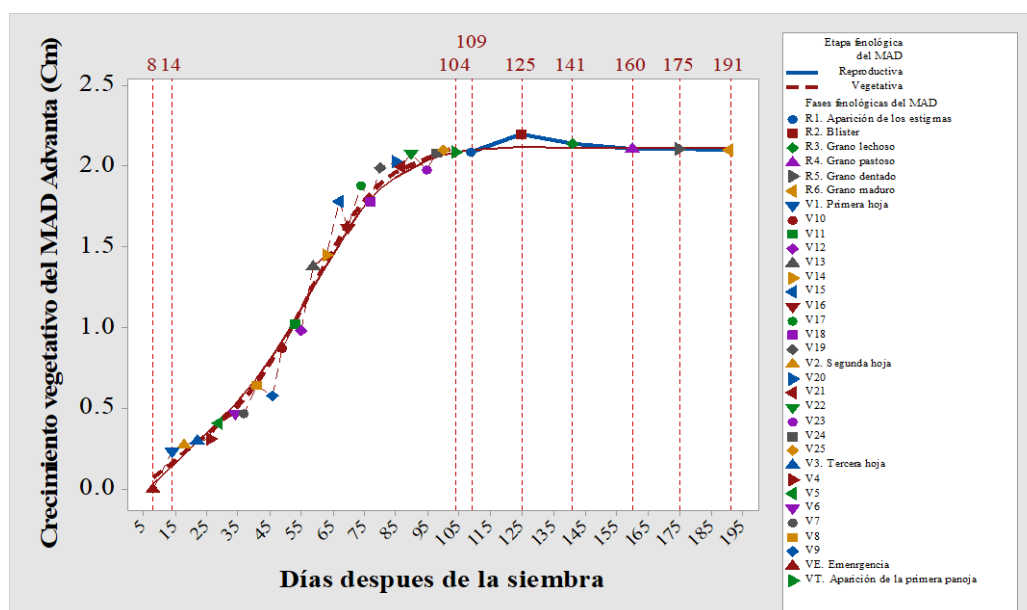


Figura 9 — Fenología del cultivo de maíz amarillo duro Advanta

En la figura 9, muestro el comportamiento fenológico del cultivo de MAD Advanta, el cual tiene una duración de 191 días contados a partir de la siembra hasta la obtención del grano maduro, la fenología del cultivo se dividió en dos etapas:

a) Etapa vegetativa comprendió desde la siembra hasta la aparición de las primeras panojas, dicho periodo tuvo una duración de 109 días los cuales se distribuyeron en 8 días a la emergencia, 14 días a la aparición de la primera hoja y a partir de allí, en promedio cada cuatro días se incrementaron el número de hojas hasta la hoja 25 que se observó a los 100 días después de la siembra, desde dicha fase, hasta la aparición de las panojas transcurrieron un promedio de 9 días, es decir la etapa vegetativa del cultivo de MAD Advanta concluyó a los 104 días después de la siembra.

En esta etapa, se puede observar que desde la aparición de la sexta hoja (V6) hasta la hoja 19 (V19) el crecimiento del MAD en las variedades Advanta (fig. 9), Insignia (fig. 10), Dekalb (fig. 11) y Argenetics (fig. 12) es acelerado denotado por la pendiente pronunciada de la curva de crecimiento vegetativo.

b) Etapa reproductiva, observé desde el periodo de la finalización de la panoja hasta que el grano esté maduro, comprende las fases: R1 (aparición de los estigmas), R2 (blíster), R3 (grano lechoso), R4 (grano pastoso), R5 (grano dentado) y R6 (grano maduro), esta etapa reproductiva tuvo un periodo de duración de 82 días. La fase R1 se registró a los 109 días después de la siembra, R2 a los 125 días, R3 a los 141 días, R4 a los 160 días R5 a los 175 días y R6 a los 191 días después de la siembra.

Dicho comportamiento, es igual en las variedades insignia (fig. 10), dekalb (fig. 11) y argenetics (fig. 12).

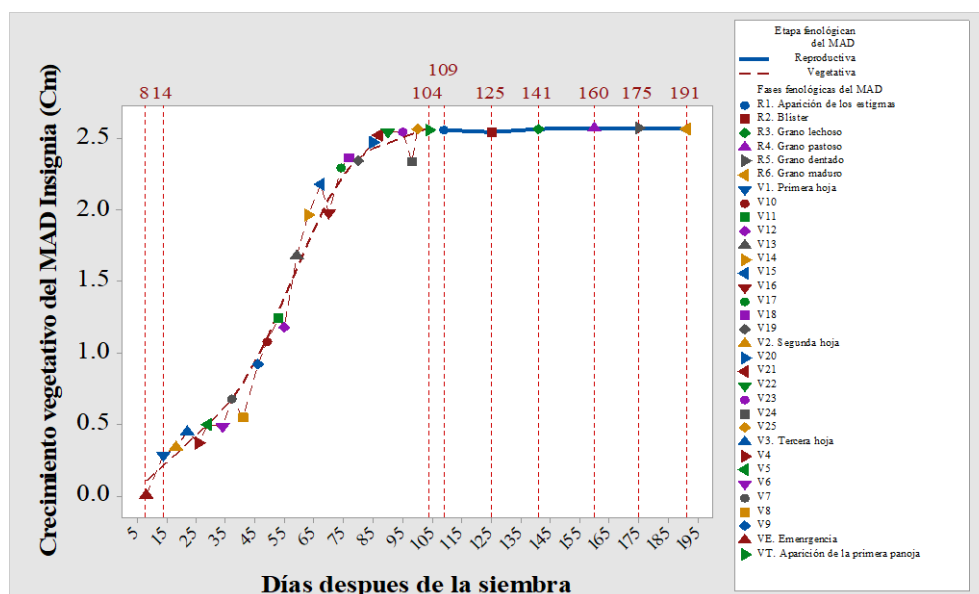


Figura 10 — Fenología del cultivo de maíz amarillo duro Insignia

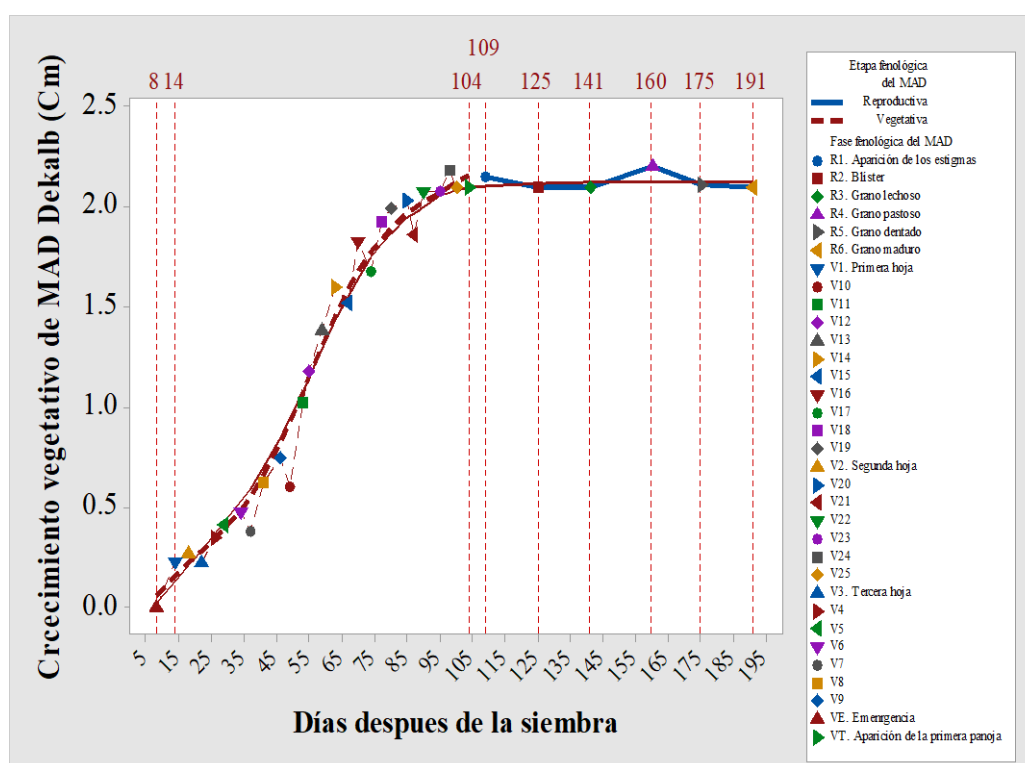


Figura 11 — Fenología del cultivo de maíz amarillo duro Dekalb

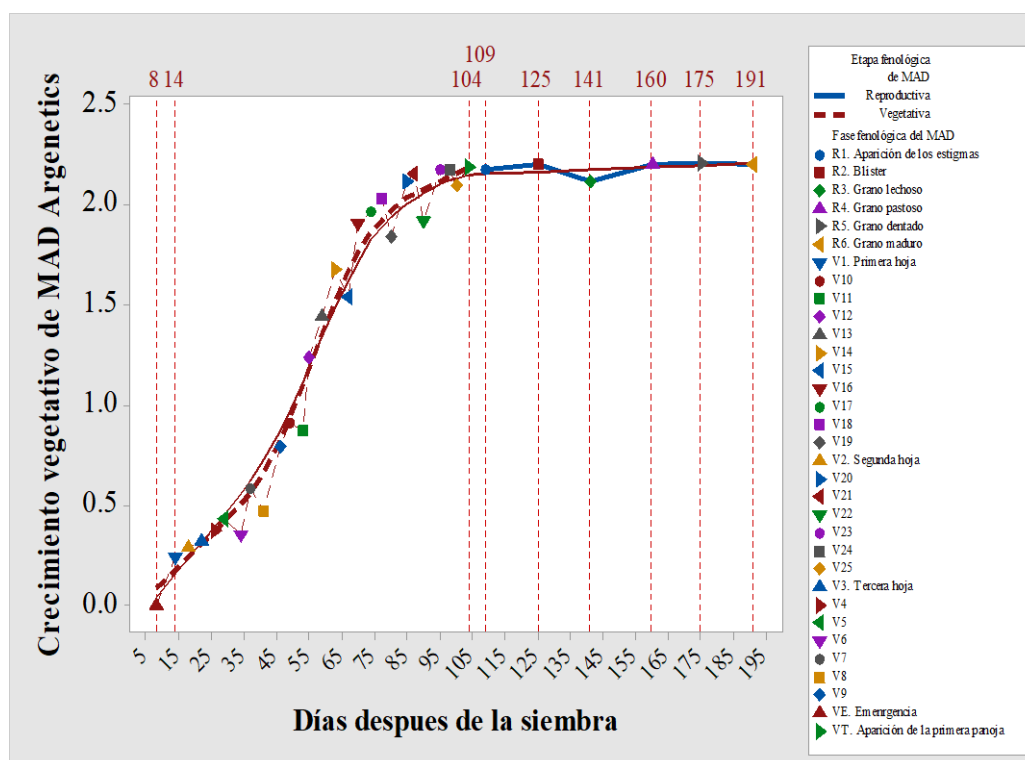


Figura 12 — Fenología del cultivo de maíz amarillo duro Argenetics

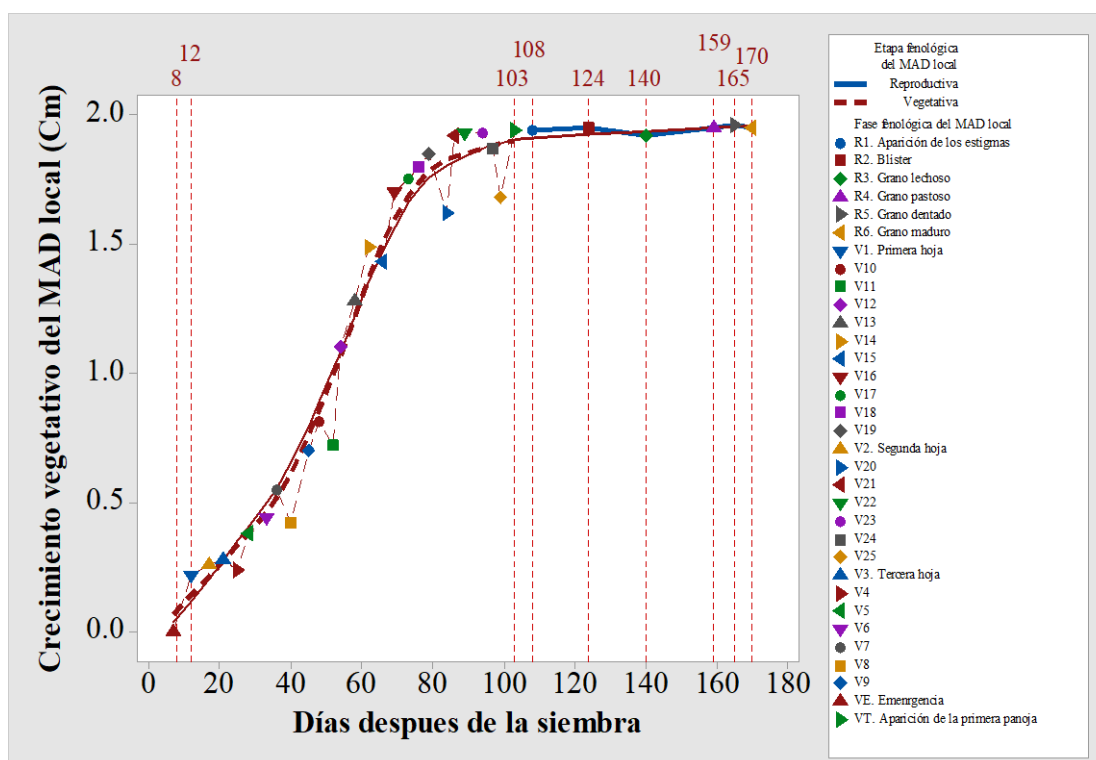


Figura 13 — Fenología del cultivo de maíz amarillo duro variedad local (Testigo)

La figura 13, muestra el comportamiento fenológico del cultivo de MAD variedad local, el cual tiene una duración de 170 días contados a partir de la siembra hasta la obtención del grano maduro, la fenología del cultivo se dividió en dos etapas:

- a) **Etapla vegetativa**, comprendió desde la siembra hasta la aparición de las primeras panojas, dicho periodo tuvo una duración de 99 días los cuales se distribuyeron en 8 días a la emergencia, 12 días a la aparición de la primera hoja, y a partir de allí, en promedio cada cuatro días se incrementó en número de hojas hasta la hoja 25 que se observó a los 99 días después de la siembra, desde dicha fase, hasta la aparición de las panojas transcurrieron un promedio de 4 días, es decir la etapa vegetativa del cultivo de MAD de variedad local concluyó a los 99 días después de la siembra.
- b) **Etapla reproductiva**, se observó desde el periodo de la finalización de la panoja hasta que el grano esté maduro, comprende las fases: R1 (aparición de los estigmas), R2 (blíster), R3 (grano lechoso), R4 (grano pastoso), R5 (grano dentado) y R6 (grano maduro), esta etapa reproductiva tuvo un periodo de duración de 62 días. La fase R1 se registró a los 108 días después de la siembra, R2 a los 124 días, R3 a los 140 días, R4 a los 159 días R5 a los 165 días y R6 a los 170 días después de la siembra.

5.1.3 Características biométricas del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.)

Las características biométricas del MAD fue representado mediante la altura de planta (m), altura de inserción a la primera mazorca (cm), número de granos por hilera, número de hileras por mazorca, diámetro de mazorca (cm) y longitud de mazorca (cm) los resultados del análisis para cada variable muestro en la tabla 19 y figura 14.

Tabla 19 — Características biométricas del MAD según tratamientos

Variable	Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	CoefVar	Mínimo	Máximo
Altura de planta	T1. Advanta	4	1.6500	0.0346	2.10	1.6200	1.7000
	T2. Insignia	4	1.7300	0.0258	1.49	1.7000	1.7600
	T3. Dekalb	4	1.5611	0.0200	1.28	1.5400	1.5845
	T4. Argenetics	4	1.5483	0.0287	1.86	1.5200	1.5830
	T5. Testigo	4	1.4625	0.0350	2.39	1.4200	1.5000
Altura de inserción a la primera mazorca	T1. Advanta	4	47.02	3.39	7.20	44.30	51.40
	T2. Insignia	4	61.150	1.955	3.20	59.000	63.000
	T3. Dekalb	4	41.79	4.64	11.09	37.95	48.10
	T4. Argenetics	4	43.99	2.32	5.27	41.45	46.50
	T5. Testigo	4	18.975	1.461	7.70	16.900	20.000
Número de granos por hilera	T1. Advanta	4	556.8	22.2	4.00	543.0	590.0
	T2. Insignia	4	629.75	7.41	1.18	623.00	640.00
	T3. Dekalb	4	618.50	11.21	1.81	610.00	635.00

	T4. Argenetics	4	456.0	28.7	6.29	441.0	499.0
	T5. Testigo	4	424.00	12.36	2.91	415.00	442.00
Número de hileras por mazorca	T1. Advanta	4	13.750	0.500	3.64	13.000	14.000
	T2. Insignia	4	15.750	0.500	3.17	15.000	16.000
	T3. Dekalb	4	13.750	0.500	3.64	13.000	14.000
	T4. Argenetics	4	13.500	0.577	4.28	13.000	14.000
	T5. Testigo	4	13.250	1.258	9.50	12.000	15.000
Diámetro de mazorca	T1. Advanta	4	5.226	0.251	4.81	4.880	5.450
	T2. Insignia	4	5.860	0.295	5.04	5.479	6.200
	T3. Dekalb	4	5.357	0.222	4.14	5.140	5.630
	T4. Argenetics	4	5.347	0.137	2.57	5.150	5.470
	T5. Testigo	4	4.941	0.116	2.36	4.840	5.100
Longitud de mazorca	T1. Advanta	4	21.727	1.362	6.27	20.000	23.260
	T2. Insignia	4	21.721	1.552	7.14	19.870	23.400
	T3. Dekalb	4	17.560	0.707	4.02	16.850	18.500
	T4. Argenetics	4	18.031	1.262	7.00	16.480	19.200
	T5. Testigo	4	16.456	0.585	3.56	15.700	17.000

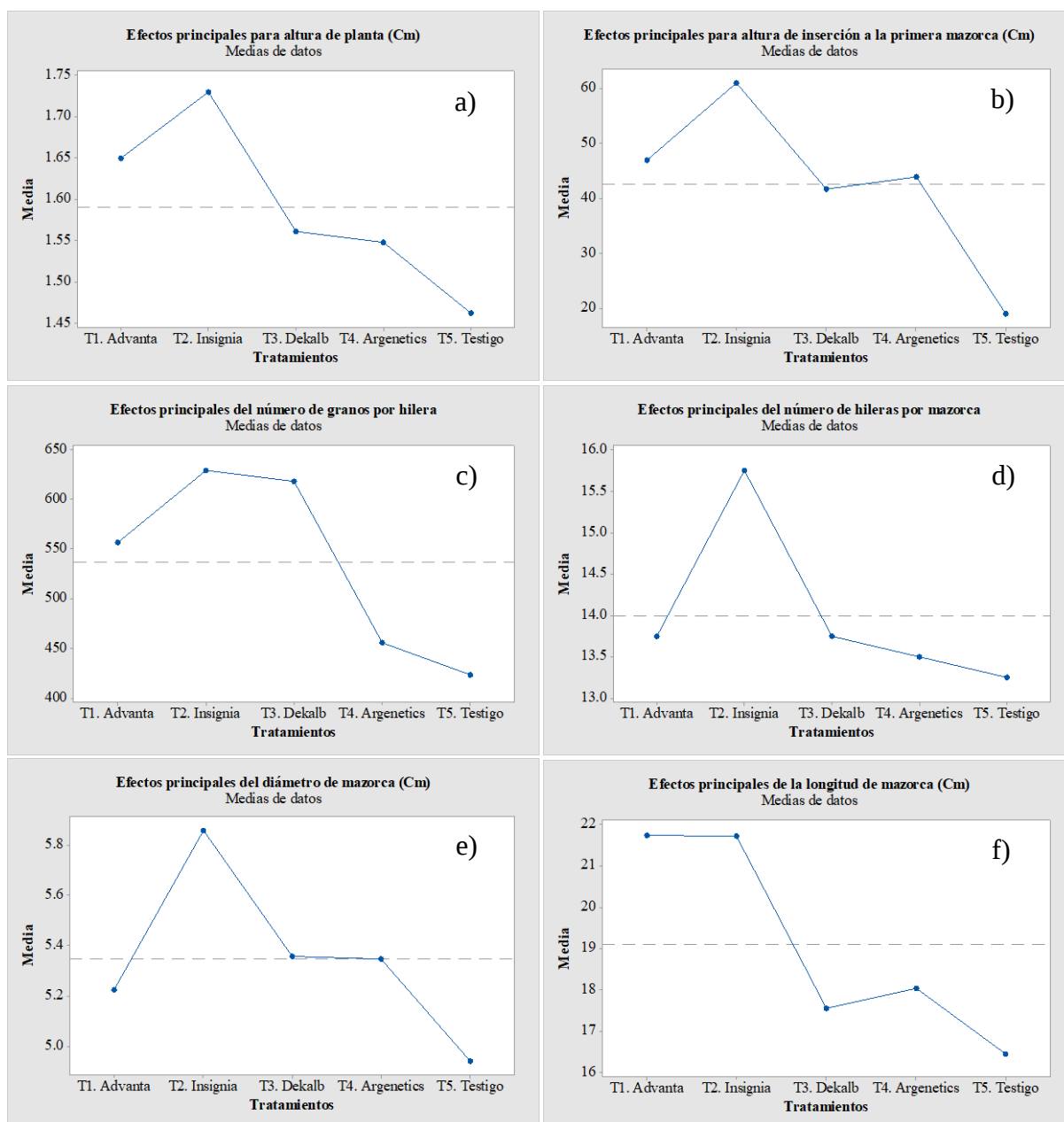


Figura 14 — Perfil histograma de las características biométricas del cultivo de MAD

Altura de planta

De la tabla 19, se tiene que la mayor altura de planta fue obtenida en la variedad Insignia (T2) con un promedio de 1.73 metros, una variabilidad de ± 0.0258 m y su correspondiente coeficiente de variabilidad de 1.49% que demuestran la homogeneidad en cuanto a su conformación, en el segundo lugar en altura, ocupa la variedad Advanta (T1) con un promedio de 1.65 metros, ± 0.036 m de desviación estándar y 2.1% de coeficiente de variabilidad, luego las variedades Dekalb (T3) con promedio de 1.5611 metros y Argenetics (T4) con promedio de 1.5483 metros, todas las variedades mencionadas superaron en altura a la variedad local (testigo) que

alcanzó un promedio de 1.4625 metros, ± 0.035 m de desviación estándar y 2.39% de coeficiente de variabilidad.

Según la figura 14.a) se puede observar que las variedades Insignia (T2) y Advanta (T1) alcanzaron promedios de altura de planta por encima de la media general de 1.5904 metros, mientras que las variedades Dekalb (T3), Argenetics (T4) y variedad local (Testigo) alcanzaron alturas de planta por debajo de la media general, al comparar la mayor altura de planta (T2. Insignia) respecto a la menor altura de planta (Testigo) se observa que, la variedad Insignia es superior en 18.29% respecto a la variedad local (testigo).

Altura de inserción a la primera mazorca

Según la tabla 19, la mayor altura de inserción a la primera mazorca fue para la variedad Insignia (T2) con un promedio de 61.150 cm, una variabilidad de ± 1.955 cm y su correspondiente coeficiente de variabilidad de 3.20%, demuestran un crecimiento homogéneo, en segundo lugar ocupa la variedad Advanta (T1) con un promedio de 47.02 cm, ± 3.39 cm de desviación estándar y 7.20% de coeficiente de variabilidad, luego las variedades Argenetics (T4) con promedio de 43.99 cm y Dekalb (T3) con promedio de 41.79 cm, dichas variedades, mostraron alturas de inserción a la primera mazorca superiores a la variedad local (testigo) que alcanzó un promedio de 18.975 cm, ± 1.461 cm de desviación estándar y 7.70% de coeficiente de variabilidad.

Según la figura 14.b) se puede observar que las variedades Insignia (T2), Advanta (T1) y Argenetics (T4) alcanzaron alturas de inserción a la primera mazorca por encima de la media general de 42.59 cm, mientras que las variedades Dekalb (T3) y variedad local (Testigo) alcanzaron alturas de planta por debajo de la media general.

Número de granos por hilera

En la tabla 19, se observa que el mayor número de granos por hilera en las mazorcas del MAD fue obtenido en la variedad Insignia (T2) con un promedio de 629.75 granos, una variabilidad de ± 7.41 granos y un coeficiente de variabilidad de 1.18%, el tratamiento T3. (variedad Dekalb) ocupó el segundo lugar con un promedio de 618.50



granos, ± 11.21 granos de desviación estándar y 1.81% de coeficiente de variabilidad, luego las variedades Advanta (T1) con promedio de 556.0 granos y Argenetics (T4) con promedio de 456.0 granos, dichas variedades, obtuvieron mayores números de granos por mazorca frente al tratamiento testigo (variedad local) que obtuvo un promedio de 424.00 granos, ± 12.36 granos de desviación estándar y 2.91% de coeficiente de variabilidad.

Según la figura 14.c) se puede observar que las variedades Insignia (T2), Advanta (T1) y Dekalb (T3) alcanzaron número de granos por mazorca por encima de la media general de 537.00 granos, mientras que las variedades Argenetics (T4) y variedad local (Testigo) alcanzaron número de granos por mazorca por debajo de dicho promedio general.

Número de hileras por mazorca

Según la tabla 19, en general no se muestra diferencia apreciable en cuanto al número de hileras por mazorca en los distintos tratamientos evaluados, en promedio la variedad Insignia (T2), alcanzó el mayor número de hileras por mazorca con un promedio de 15.75 hileras, una variabilidad de ± 0.500 hileras y un coeficiente de variabilidad de 3.17%, en segundo lugar y con igual número de hileras por mazorca ocuparon las variedades Advanta, y Dekalb con promedio de 13.750 hileras, le sigue en orden descendente la variedad Argenetics con promedio de 13.500 hileras y la variedad local (testigo) con 13.250 hileras por mazorca, a su vez que obtuvo la mayor variabilidad con 9.20%.

Según la figura 14.d) solo la variedad Insignia (T2) alcanzó superar el promedio general de 14 hileras por mazorca, las variedades Advanta (T1), Dekalb (T3), Argenetics (T4) y variedad local (testigo) mostraron números de hileras por mazorca por debajo del promedio general.

Diámetro de mazorca

De la tabla 19, se tiene que el mayor diámetro de mazorca fue obtenido en la variedad Insignia (T2) con un promedio de 5.860 cm, una variabilidad de ± 0.295 cm y un

coeficiente de variabilidad de 5.04% y en orden descendente se tiene a la variedad Dekalb (T3) con promedio de 5.357 cm, luego la variedad Argenetics (T4) con 5.37 cm, después la variedad Advanta (T1) con un promedio de 5.226 cm y la variedad local (testigo) con 4.941 cm, de dichas variedades se tiene que la variedad local (testigo), mostró mayor homogeneidad en cuanto al diámetro de mazorca con ± 0.116 cm de desviación estándar y su correspondiente coeficiente de variabilidad de 4.840% frente a las variedades Insignia, Advanta, Dekalb y Argenetics que mostraron coeficientes de variación entre 4.880% a 5.479%.

En la figura 14.e) se puede observar que la variedad Insignia (T2) superó en diámetro de mazorca al promedio general de 5.35 cm, las variedades Dekalb (T3) y Argenetics (T4) obtuvieron diámetros de 5.357 cm y 5.37 cm respectivamente los cuales son similares al promedio general, finalmente las variedades Advanta (T1) y variedad local (testigo), obtuvieron diámetros de mazorca por debajo del promedio general.

Longitud de mazorca

En la tabla 19, se observa que las mayores longitudes de mazorca de MAD son para las variedades Advanta (T1) e Insignia (T2) con promedios de 21.727 cm y 21.721 cm respectivamente, ambas variedades tienen coeficientes de variabilidad cercanos de 6.27% y 7.14% respectivamente, en orden descendente continua la variedad Agenesics (T4) que obtuvo un promedio de 18.031 cm y un coeficiente de variabilidad de 7%, luego la variedad Dekalb (T3) que obtuvo una longitud de mazorca promedio de 17.560 cm y una variabilidad de ± 0.707 cm, después la variedad local (testigo) que mostró longitudes de mazorca promedio de 16.456 cm y una variabilidad de ± 0.585 cm.

En la figura 14.f) se puede observar que las variedades Advanta (T1) e Insignia (T2) obtuvieron longitudes de mazorca de MAD superiores al promedio general de 19.10 cm, mientras que las variedades Argenetics (T4), Dekalb (T3) y variedad local (testigo) obtuvieron longitudes de mazorca inferiores al promedio general.

5.1.4. Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.)

El rendimiento de la producción de MAD estuvo constituida por las variables peso de 100 semillas, número de mazorcas por planta y masa de grano seco, los resultados del análisis de muestro en la tabla 20.

Tabla 20 — Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro según tratamientos

Variable	Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	CoefVar	Mínimo	Máximo
Peso de 100 semillas (g)	T1. Advanta	4	25.250	1.708	6.76	23.000	27.000
	T2. Insignia	4	40.38	8.58	21.24	28.50	48.00
	T3. Dekalb	4	22.05	4.93	22.37	18.00	29.21
	T4. Argenetics	4	19.75	2.50	12.66	17.00	23.00
	T5. Testigo	4	20.85	4.54	21.78	17.00	27.40
Número de mazorca por planta	T1. Advanta	4	1.950	0.1225	6.28	1.850	2.100
	T2. Insignia	4	2.200	0.216	9.82	2.000	2.500
	T3. Dekalb	4	1.930	0.1262	6.54	1.820	2.100
	T4. Argenetics	4	1.747	0.0877	5.02	1.650	1.840
	T5. Testigo	4	1.845	0.1969	10.67	1.680	2.100
Masa de grano seco (t/ha)	T1. Advanta	4	2.400	0.1079	4.50	2.310	2.542
	T2. Insignia	4	3.139	0.1908	6.08	2.891	3.353
	T3. Dekalb	4	2.195	0.1816	8.27	1.970	2.390
	T4. Argenetics	4	1.699	0.0389	2.29	1.652	1.740
	T5. Testigo	4	1.639	0.1053	6.43	1.540	1.782

Peso de 100 semillas

En la tabla 20, se observa que la variedad Insignia (T2) obtuvo el mayor peso de 100 semillas con 40.38 g, una variación de ± 8.58 g y 21.24% de coeficiente de variabilidad, también demuestra la mayor variabilidad entre el rango de 28.5 g hasta 48 g, continúa en orden descendente la variedad Advanta (T1) que obtuvo un 25.250 g de peso de 100 semillas, una variabilidad absoluta de 1.708 g y relativa de 6.76% siendo la variedad que produce semillas mas homogéneas, le sigue la variedad Dekalb (T3) que obtuvo el promedio de 22.05 g de peso de 100 semillas y una variabilidad relativa de 22.37%, luego la variedad local (testigo) que obtuvo 20.85 g y variabilidad relativa de 21.78%, en ultimo lugar ocupa la variedad Argenetics con un peso de 100 semillas de 19.75 g y una variabilidad absoluta de ± 2.50 g y relativa de 12.66%, siendo la variedad que produce semillas mas homogéneas después de la variedad Advanta.

En la figura 15.a) se puede observar que solo la variedad Insignia (T2) obtuvo un peso

de 100 semillas mayor al promedio general de 25.645 g, la variedad Advanta (T1) obtuvo un promedio similar al promedio general y las variedades Dekalb (T3), Argenetics (T4) y variedad local (testigo) muestran pesos de 100 semillas por debajo del promedio general.

Número de mazorcas por planta

En la tabla 20, se observa que la variedad Insignia (T2) obtuvo el mayor promedio de mazorcas por planta con 2.20 unidades, una variación de ± 0.216 g y 9.82% de coeficiente de variabilidad, también demuestra la mayor variabilidad entre el rango de 2.00 unidades a 2.5 unidades, continúa en orden descendente la variedad Advanta (T1) que obtuvo un promedio de 1.950 mazorcas, una variabilidad absoluta de 0.1225 y relativa de 6.28%, le sigue la variedad Dekalb (T3) que obtuvo el promedio de 1.930 mazorcas una variabilidad relativa de 6.54%, luego la variedad local (testigo) que obtuvo el promedio de 1.845 mazorcas y variabilidad relativa de 10.67%, en ultimo lugar ocupa la variedad Argenetics con 1.747 mazorcas promedio y una variabilidad absoluta de ± 0.1969 y relativa de 10.67%.

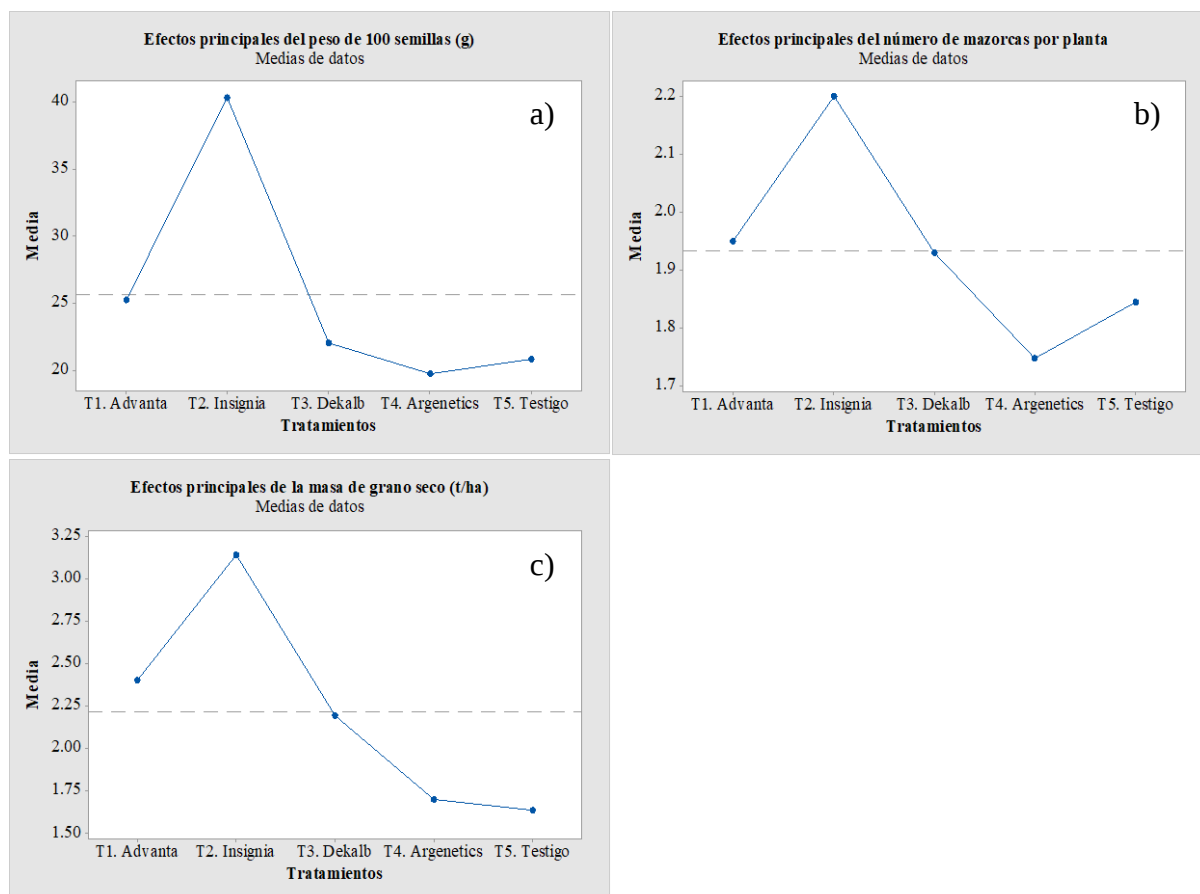
En la figura 15.b) se puede observar que la variedad Insignia (T2) y Advanta (T1) obtuvieron promedios de mazorca por encima del promedio general y las variedades Argenetics (T4) y variedad local (testigo) muestran número de mazorcas por debajo del promedio general.

Masa de grano seco (rendimiento)

En la tabla 20, se observa que la variedad Insignia (T2) obtuvo el mayor peso de grano seco registrando un rendimiento de 3.139 t/ha, una variación absoluta de ± 0.1908 t/ha y variación relativa de 6.08%, continúa en orden decreciente la variedad Advanta (T1) que obtuvo un rendimiento de 2.400 t/ha, una variabilidad absoluta de ± 0.1079 t/ha y relativa de 4.50%, le sigue la variedad Dekalb (T3) que obtuvo un rendimiento promedio de 2.195 t/ha y una variabilidad relativa de 8.27%, luego la variedad Argenetics (T4) que obtuvo un rendimiento promedio de 1.699 t/ha y variabilidad relativa de 2.29%, en ultimo lugar ocupa la variedad local (testigo) con 1.639 t/ha y una variabilidad absoluta de ± 0.1053 t/ha y relativa de 6.43%.



Figura 15 — Perfil histograma del rendimiento de la producción de MAD según tratamientos



En la figura 15.c) se puede observar que las variedades Insignia (T2) y Advanta (T1) obtuvieron rendimientos por encima del promedio general de 2.215 t/ha, la variedad Dekalb (T3) obtuvo un promedio igual al promedio general y las variedades Argenetics (T4) y variedad local (testigo) muestran rendimientos inferiores al promedio general.

5.2. Contrastación de hipótesis

Tiene como propósito probar la existencia de diferencias significativas en el comportamiento agronómico de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L) el mismo que se alcanza mediante el comportamiento de su fenología, características biométricas y rendimiento, para probar las hipótesis tomé en consideración el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ y el criterio para rechazar la hipótesis nula (H_0) fue cuando el nivel de probabilidad (valor-p) es menor al nivel de significancia (α) es decir $\text{Sig.} < 0.05$.

A continuación, muestro las hipótesis para cada variable, sub variable e indicadores:

5.2.1. Prueba de hipótesis del comportamiento agronómico del cultivo de maíz amarillo duro

Planteo las siguientes hipótesis:

a) Para el modelo

Ho: El modelo aditivo no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

H1: El modelo aditivo es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} : corresponde a la observación de la variable dependiente en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.

μ : es la media general del experimento

τ_i : corresponde al efecto principal del i-ésimo tratamiento sobre la variable dependiente

β_j : corresponde al efecto principal del j-ésimo bloque sobre la variable dependiente

ϵ_{ij} : es el error experimental correspondiente al i-ésimo tratamiento y en el j-ésimo bloque

b) Para los tratamientos

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5$ (todos los tratamientos tienen igual efecto en el comportamiento agronómico del cultivo de maíz)

H1: $\tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4 \neq \tau_5$ (Al menos hay un tratamiento que tiene efecto diferente en el comportamiento agronómico del cultivo de maíz)

Donde:

τ_1 = Promedio del comportamiento agronómico en la variedad Advanta

τ_2 = Promedio del comportamiento agronómico en la variedad Insignia

τ_3 = Promedio del comportamiento agronómico en la variedad Dekalb

τ_4 = Promedio del comportamiento agronómico en la variedad Argenetics

τ_5 = Promedio del comportamiento agronómico en la variedad local

c) Para los bloques

Ho: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

H1: $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$



Donde:

β_1 : Promedio del comportamiento agronómico en el bloque I

β_2 : Promedio del comportamiento agronómico en el bloque II

β_3 : Promedio del comportamiento agronómico en el bloque III

β_4 : Promedio del comportamiento agronómico en el bloque IV

Para la prueba de las hipótesis planteadas utilicé el estadístico F de Fisher a un nivel de confianza del 5%, los resultados muestro a continuación:

Tabla 21 — Análisis de variancia del comportamiento agronómico del cultivo de MAD

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	8649179.628	1081147.454	3783.185	0.000
Bloques	3	2645.059	881.686	3.085	0.068
Tratamientos	4	211503.250	52875.812	185.025	0.000
Error	12	3429.325	285.777		
Total	20	8652608.953			

R-Cuad. = 99.9%, CV=2.60%

Según las fuentes de variación de la tabla 21 se tiene:

Para el modelo lineal, su correspondiente valor F de 3783.285 y su correspondiente valor-p de 0.000 llevan a rechazar la hipótesis nula ($\text{Sig.} < 0.05$) por tanto, se afirma a un 95% de probabilidades el modelo aditivo es lineal, es decir se valida la elección del diseño de bloques completos al azar debido al cumplimiento de las condiciones necesarias (supuestos) del DBCA, en el modelo se aprecia, que los resultados del comportamiento agronómico del cultivo de MAD esta correlacionada en 99.9% ($R^2\text{Ajd} = 99.9\%$) por las prácticas agronómicas llevadas a cabo en las unidades experimentales, siendo la variación del comportamiento agronómico entre las variedades de MAD de 2.60%.

Para bloques, el valor del estadístico F de 3.085 y su correspondiente valor-p de 0.068 llevan a aceptar la hipótesis nula ($\text{Sig.} > 0.05$) por tanto, se valida que no existe evidencia estadística suficiente para indicar que los bloques (pendiente) tengan efectos sobre el comportamiento agronómico de las variedades de híbridos del cultivo de maíz amarillo duro.

Para tratamientos, el valor del estadístico F de 185.025 y su correspondiente valor-p

de 0.000 llevan a rechazar la hipótesis nula (Sig.<0.05) por tanto, se valida que existe diferencias significativas en el comportamiento agronómico de las variedades de híbridos del cultivo de maíz amarillo duro.

Para determinar que variedad, obtuvo mejor comportamiento agronómico, realicé la comparación múltiple de sus correspondientes promedios mediante el método de Tukey a un nivel de confianza de 0.05 ($\alpha=0.05$), los resultados muestro a continuación.

Tabla 22 — Comparación de promedios múltiples del comportamiento agronómico del cultivo de MAD mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación				
T2. Insignia	4	781.6725	A				
T3. Dekalb	4	724.6926		B			
T1. Advanta	4	675.7275			C		
T4. Argenetics	4	561.6075				D	
T5. Testigo	4	503.4200					E
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes							

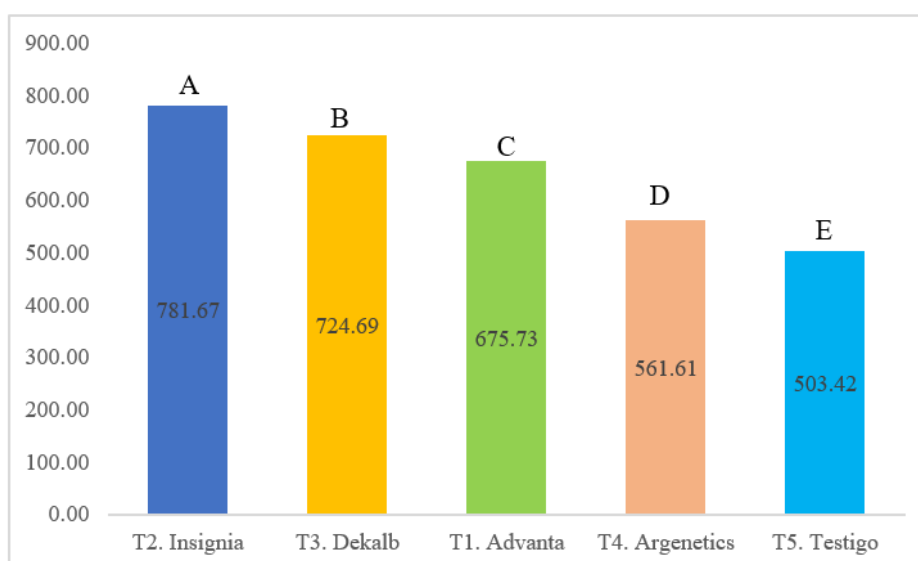


Figura 16 — Histograma del promedio del comportamiento agronómico del cultivo de MAD según tratamientos

Según la tabla 22 y gráfico 16, el MAD de variedad Insignia (T2) tiene mejor comportamiento agronómico lo cual esta denotado por su promedio de 781.67 puntos, el mismo que es superior a las variedades Dekalb, Advanta, Argenetics y testigo respectivamente, luego en orden descendente continúa la variedad Dekalb (T3) cuyo promedio alcanza 724.69 puntos y su comportamiento es superior a las variedades Advanta, Argenetics y testigo, luego sigue la variedad Advanta (T1) que tiene un

promedio de 675.73 puntos y su comportamiento agronómico es superior a las variedades Argenetics y testigo, luego continúa la variedad Argenetics (T4) que tiene un promedio de 561.61 puntos y su comportamiento agronómico es superior a la variedad local (testigo).

5.2.2. Prueba de hipótesis para la fenología de cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*)

Tiene como propósito probar la existencia de diferencias significativas en el comportamiento fenológico de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*) y la variedad local, para ello se realiza la comparación de las puntuaciones de las duraciones del periodo vegetativo y reproductivo de los tratamientos y el testigo, para ello planteo las siguientes hipótesis:

a) Para el modelo

Ho: El modelo aditivo no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

H1: El modelo aditivo es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} : corresponde a la observación de la variable fenología del cultivo de maíz en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.

μ : es la media general del experimento

τ_i : corresponde al efecto principal del i-ésimo tratamiento sobre la variable fenología del cultivo de maíz amarillo duro

β_j : corresponde al efecto principal del j-ésimo bloque sobre la variable fenología del cultivo de maíz amarillo duro

ϵ_{ij} : es el error experimental correspondiente al i-ésimo tratamiento y en el j-ésimo bloque

b) Para los tratamientos

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5$ (todos los tratamientos tienen igual efecto en la fenología del cultivo de maíz)

H1: $\tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4 \neq \tau_5$ (Al menos hay un tratamiento que tiene efecto diferente en la fenología del cultivo de maíz)



Donde:

τ_1 = Promedio de la fenología en la variedad Advanta

τ_2 = Promedio de la fenología en la variedad Insignia

τ_3 = Promedio de la fenología en la variedad Dekalb

τ_4 = Promedio de la fenología en la variedad Argenetics

τ_5 = Promedio de la fenología en la variedad local

c) Para los bloques

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 : Promedio de la fenología del cultivo de maíz amarillo duro en el bloque I

β_2 : Promedio de la fenología del cultivo de maíz amarillo duro en el bloque II

β_3 : Promedio de la fenología del cultivo de maíz amarillo duro en el bloque III

β_4 : Promedio de la fenología del cultivo de maíz amarillo duro en el bloque IV

Para la prueba de las hipótesis planteadas utilicé el estadístico F de Fisher a un nivel de confianza del 5%, los resultados muestro a continuación:

Tabla 23 — Análisis de variancia de la fenología del cultivo de maíz amarillo duro

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	121401811.300	15175226.412	1460326.519	0.000
Bloques	3	246.800	82.267	7.917	0.004
Tratamientos	4	15065.300	3766.325	362.437	0.000
Error	12	124.700	10.392		
Total	20	121401936.000			

R-Cuad. = 100.00%, CV=0.13%

Según las fuentes de variación de la tabla 23 se tiene:

Para el modelo lineal, su correspondiente valor F de 1460326.519 y su correspondiente valor-p de 0.000 llevan a rechazar la hipótesis nula ($\text{Sig.} < 0.05$) por tanto, se afirma a un 95% de probabilidades el modelo aditivo es lineal, es decir se valida la elección del diseño de bloques completos al azar debido al cumplimiento de las condiciones necesarias (supuestos) del DBCA, en el modelo se aprecia, que los resultados de la fenología del cultivo de MAD esta correlacionada en el 100% ($R^2\text{Ajd} = 100\%$) por

las prácticas agronómicas llevadas a cabo en las unidades experimentales, siendo la variación de la fenología entre las variedades de MAD de 0.13%.

Para bloques, el valor del estadístico F de 7.917 y su correspondiente valor-p de 0.004 llevan a rechazar la hipótesis nula (Sig.<0.05) por tanto, se valida que hubo efecto atribuible a la pendiente del terreno (bloques) en la fenología del cultivo de MAD.

Para tratamientos, el valor del estadístico F de 362.437 y su correspondiente valor-p de 0.000 llevan a rechazar la hipótesis nula (Sig.<0.05) por tanto, se valida que existe diferencias significativas en la fenología del cultivo de MAD.

Para identificar que bloques y variedades son diferentes procedí a comparar los promedios mediante el método de comparación múltiple de Tukey a un nivel de confianza de 95%, los resultados muestro a continuación.

Tabla 24 — Comparación de promedios múltiples de la fenología del cultivo de MAD mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
T5. Testigo	4	2408.7500	A	
T3. Dekalb	4	2475.5000		B
T4. Argenetics	4	2477.0000		B
T1. Advanta	4	2478.2500		B
T2. Insignia	4	2478.5000		B
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes				

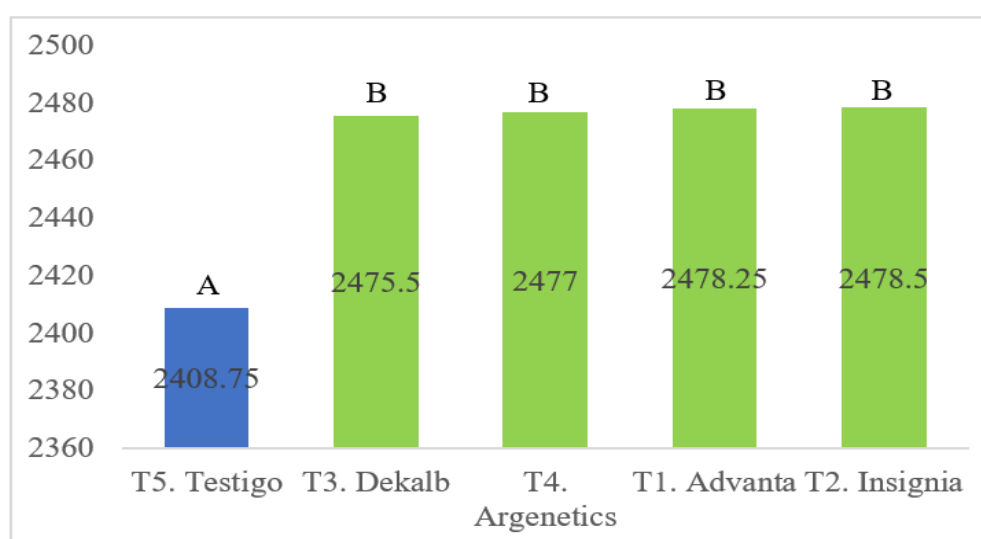


Figura 17 — Histograma del promedio de la fenología del cultivo de MAD según tratamientos

Según la tabla 24 y gráfico 17, el MAD de variedad local (T5) tiene mejor comportamiento fenológico ya que llega a la madurez fisiológica en el menor tiempo, lo cual se muestra reflejada por la menor puntuación con 2408.75 puntos, las variedades Dekalb, Argentics, Advanta e Insignia tienen igual comportamiento en su fenología ya que dichas variedades alcanzan la madurez fisiológica en el mismo tiempo lo cual está reflejado por las puntuaciones semejantes y se agrupan en un mismo sub conjunto homogéneo.

Tabla 25 — Comparación de promedios múltiples de la fenología del cultivo de MAD en los bloques según el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
Bloque III	5	2460.8000	A	
Bloque IV	5	2460.8000	A	
Boque II	5	2463.4000	A	B
Bloque I	5	2469.4000		B

Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes

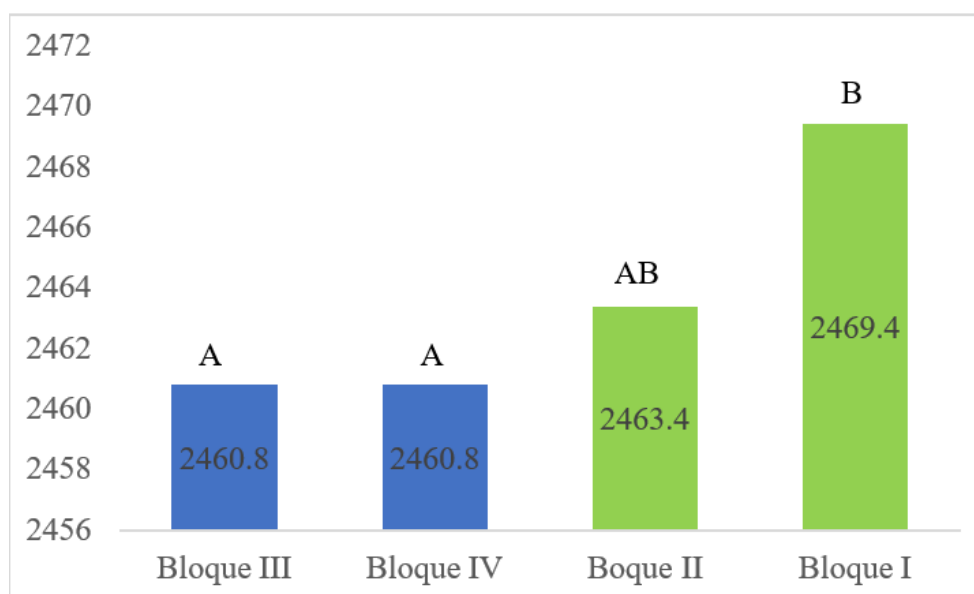


Figura 18 — Histograma del promedio de la fenología del cultivo de MAD según bloques

Según la tabla 25 y gráfico 18, la pendiente del terreno (bloques) ha influenciado sobre la fenología de las variedades del cultivo de MAD, se observa que cuando la pendiente va disminuyendo entre los bloques II, III y IV la fenología de las variedades de MAD fue homogénea, afirmación que se puede validar por las puntuaciones iguales de la fenología que alcanzaron en dichos bloques y que se agrupan en un sub conjunto homogéneo designado con la letra “A”, lo contrario ocurre cuando la pendiente del

terreno va en aumento entre los bloques I y II la fenología de las variedades tienden a cambiar, es decir que a mayor pendiente la madurez fisiológica se alcanza en mayor tiempo, lo que se puede apreciar por las puntuaciones mayores designadas en el subconjunto con la letra “B”.

5.2.2.1 Prueba de hipótesis para la etapa vegetativa y sus indicadores

Planteo las siguientes hipótesis:

Para el modelo

Ho: El modelo aditivo no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

H1: El modelo aditivo es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} : corresponde a la observación de la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores en el cultivo de MAD en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.

μ : es la media general del experimento

τ_i : corresponde al efecto principal del i-ésimo tratamiento sobre la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores del cultivo de MAD

β_j : corresponde al efecto principal del j-ésimo bloque sobre la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores del cultivo de MAD

ε_{ij} : es el error experimental correspondiente al i-ésimo tratamiento y en el j-ésimo bloque

Para los tratamientos

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5$ (todos los tratamientos tienen igual efecto en la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores del cultivo de MAD)

H1: $\tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4 \neq \tau_5$ (Al menos hay un tratamiento que tiene efecto diferente en la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores del cultivo de MAD)

Donde:

τ_1 : Promedio de la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores



en la variedad Advanta

τ_2 : Promedio de la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores en la variedad Insignia

τ_3 : Promedio de la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores en la variedad Dekalb

τ_4 : Promedio de la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores en la variedad Argenetics

τ_5 : Promedio de la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores en la variedad local

Para los bloques

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 : Promedio de la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores en el cultivo de MAD en el bloque I

β_2 : Promedio de la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores en el cultivo de MAD en el bloque II

β_3 : Promedio de la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores en el cultivo de MAD en el bloque III

β_4 : Promedio de la etapa vegetativa de la fenología y sus correspondientes indicadores en el cultivo de MAD en el bloque IV

Para la prueba de las hipótesis planteadas utilicé el estadístico F de Fisher a un nivel de confianza del 95%, los resultados muestro a continuación:

Tabla 26 — Análisis de variancia de la etapa vegetativa y sus indicadores del cultivo de maíz amarillo duro

Variable/Indicador	Modelo			Bloques			Tratamientos		
	G I	Valor F	Valor P	gl	Valor F	Valor P	gl	Valor F	Valor P
Etapa vegetativa	8	832550.857	0.000	3	8.070	0.003	4	118.323	0.000
VE. Emergencia	8	755.022	0.000	3	2.087	0.155	4	1.696	0.215
V1. Primera hoja	8	3292.324	0.000	3	1.294	0.321	4	7.588	0.003
V2. Segunda hoja	8	1966.691	0.000	3	0.468	0.710	4	1.085	0.407
V3. Tercera hoja	8	4624.500	0.000	3	1.333	0.310	4	3.000	0.062
V4. Cuarta hoja	8	8517.848	0.000	3	1.652	0.230	4	4.826	0.015
V5. Quinta hoja	8	7322.029	0.000	3	1.882	0.186	4	5.471	0.010

La tabla es continuación de lo anterior

V6. Sexta hoja	8	7483.833	0.000	3	0.889	0.475	4	3.667	0.036
V7. Séptima hoja	8	13709.534	0.000	3	2.207	0.140	4	4.448	0.020
V8. Octava hoja	8	8342.059	0.000	3	0.407	0.751	4	3.305	0.048
V9. Novena hoja	8	13304.138	0.000	3	0.468	0.710	4	4.660	0.017
V10. Décima hoja	8	13713.981	0.000	3	1.962	0.174	4	4.615	0.017
V11. Undécima hoja	8	18183.717	0.000	3	0.348	0.791	4	4.043	0.027
V12. Duodécima hoja	8	22238.625	0.000	3	1.750	0.210	4	3.900	0.030
V13. Decimotercera hoja	8	35284.707	0.000	3	2.207	0.140	4	4.448	0.020
V14. Decimocuarta hoja	8	22183.783	0.000	3	0.906	0.467	4	3.566	0.039
V15. Decimoquinta hoja	8	28442.649	0.000	3	2.170	0.145	4	4.149	0.024
V16. Decimosexta hoja	8	21094.804	0.000	3	3.101	0.067	4	3.609	0.037
V17. Decimoseptima hoja	8	47929.676	0.000	3	0.706	0.567	4	5.471	0.010
V18. Decimooctava hoja	8	37651.053	0.000	3	2.383	0.120	4	3.638	0.037
V19. Decimonovena hoja	8	55700.118	0.000	3	1.588	0.244	4	5.471	0.010
V20. Vigésima hoja	8	32162.754	0.000	3	0.328	0.805	4	3.806	0.032
V21. Vigésimoprimera hoja	8	72495.435	0.000	3	2.774	0.087	4	3.581	0.038
V22. Vigésimosegunda hoja	8	43694.318	0.000	3	0.727	0.555	4	3.545	0.039
V23. Vigésimotercera hoja	8	62504.895	0.000	3	2.744	0.089	4	3.698	0.035
V24. Vigésimocuarta hoja	8	99256.603	0.000	3	1.862	0.190	4	11.069	0.001
V25. Vigésimoquinta hoja	8	87710.559	0.000	3	0.706	0.567	4	7.235	0.003
VT. Aparición de las primeras panojas	8	71417.167	0.000	3	0.889	0.475	4	3.667	0.036

Según las fuentes de variación de la tabla 26 se tiene:

Para el modelo lineal, sus correspondientes valores F de la etapa vegetativa y sus de la fenología y sus correspondientes indicadores que van desde la emergencia (VE), V1, V2, V3, hasta la V25 y aparición de las panojas (VT) se observa que el valor-p es menor que 0.05 (Sig.<0.05) por tanto se rechaza la hipótesis nula concluyendo que el modelo aditivo es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

En los bloques, encontré diferencias significativas en la etapa vegetativa debido a que el valor del estadístico F de 8.070 y su correspondiente valor-p de 0.003 llevan a

rechazar la hipótesis nula ($\text{Sig.} < 0.05$) por tanto, se valida que hubo efecto atribuible a la pendiente del terreno (bloques) en la etapa vegetativa de la fenología del cultivo de MAD. Para los indicadores de dicha etapa que van desde la emergencia (VE), V1, V2, V3, hasta V25 y aparición de las panojas (VT) se observa que el valor-p es mayor que 0.05 ($\text{Sig.} > 0.05$) por tanto se acepta la hipótesis nula y se valida que no existió efecto atribuible a la pendiente del terreno (bloques) en los indicadores de la etapa vegetativa de la fenología del cultivo de MAD.

Para tratamientos, en la etapa vegetativa de la fenología del cultivo de MAD, el valor del estadístico F de 118.323 y su correspondiente valor-p de 0.000 llevan a rechazar la hipótesis nula ($\text{Sig.} < 0.05$) por tanto, afirmo que existió diferencias significativas en la etapa vegetativa de la fenología, de igual manera ocurre desde la aparición de la cuarta hoja (V4), hasta la vigesimoquinta hoja (V25) y la aparición de la panoja (VT) donde sus correspondientes valores-p son menores que 0.05 ($\text{Sig} < 0.05$) por tanto en esta etapa encontré diferencias significativas, mientras que en la etapa de emergencia (VE) hasta la aparición de la tercera hoja (V3) la prueba no es concluyente.

Para identificar diferencias entre la etapa vegetativa del MAD y sus correspondientes indicadores tanto en bloques y variedades, procedí a comparar los promedios mediante el método de comparación múltiple de Tukey a un nivel de confianza de 95%, los resultados muestro a continuación.

Tabla 27 — Comparación de promedios múltiples de la etapa vegetativa y sus indicadores en la fenología del cultivo de MAD mediante el método de Tukey

Fuentes de variación	Etapas vegetativa	VE. Emergencia	V1. Primera hoja	V2. Segunda hoja	V3. Tercera hoja	V4. Cuarta hoja	V5. Quinta hoja
Bloques							
I	1575.4 b	7.8 a	13.6 a	17.8 a	21.8 a	25.8 a	28.8 a
II	1571 ab	7.6 a	13.8 a	17.6 a	21.4 a	25.2 a	29.2 a
III	1568.4 a	7.2 a	13.4 a	17.4 a	21.2 a	25.6 a	28.8 a
IV	1567.8 a	7.8 a	13.8 a	17.4 a	21.6 a	25.6 a	28.4 a
Tratamientos							
T1. Advanta	1578.5 a	7.75 a	13.75 a	17.75 a	21.75 a	25.75 a	29.25 a
T2. Insignia	1578.25 a	8 a	14 a	17.75 a	21.5 a	26 a	29.25 a
T3. Dekalb	1575.75 a	7.5 a	14 a	17.5 a	21.75 a	25.5 ab	29 a
T4. Argenetics	1576.5 a	7.5 a	13.75 a	17.75 a	21.75 a	25.75 a	28.75 ab
T5. Testigo	1544.25 b	7.25 a	12.75 b	17 a	20.75 b	24.75 b	27.75 b
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes							

La tabla es continuación de lo anterior

Fuentes de variación	V6. Sexta hoja	V7. Séptima hoja	V8. Octava hoja	V9. Novena hoja	V10. Décima hoja	V11. Undécima hoja	V12. Duodécima hoja
Bloques							
I	33.8 a	36.8 a	40.8 a	45.8 a	48.8 a	52.8 a	54.8 a
II	33.6 a	36.4 a	40.4 a	45.4 a	48.8 a	53 a	54.4 a
III	33.2 a	36.4 a	40.4 a	45.6 a	49.2 a	52.6 a	54.6 a
IV	33.4 a	36 a	40.4 a	45.8 a	48.2 a	52.8 a	54 a
Tratamientos							
T1. Advanta	33.75 ab	36.75 b	40.75 ab	46.25 b	49.25 b	52.75 ab	54.75 ab
T2. Insignia	33.75 ab	36.75 b	40.5 ab	45.75 ab	49 b	53.25 b	54.5 ab
T3. Dekalb	33.5 ab	36.5 ab	40.5 ab	46 b	49 b	53 ab	55 b
T4. Argenetics	34 b	36.5 ab	41.25 b	45.75 ab	49 b	53.25 b	54.5 ab
T5. Testigo	32.5 a	35.5 a	39.5 a	44.5 a	47.5 a	51.75 a	53.5 a
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes							
Fuentes de variación	V13. Decimotercera hoja	V14. Decimocuarta hoja	V15. Decimoquinta hoja	V16. Decimosexta hoja	V17. Decimoséptima hoja	V18. Decimooctava hoja	V19. Decimonovena hoja
Bloques							
I	58.8 a	62.8 A	66.8 a	69.8 a	73.8 a	76.8 a	79.8 a
II	58.4 a	62.6 A	66.8 a	70.4 a	73.8 a	77.2 a	79.2 a
III	58 a	62.8 A	67.2 a	69.4 a	73.8 a	67.2 a	79.2 a
IV	58.4 a	62.2 A	66.2 a	69 a	73.4 a	77 a	79.6 a
Tratamientos							
T1. Advanta	58.75 b	62.75 ab	67.25 b	70.25 b	73.5 ab	77 ab	79.5 ab
T2. Insignia	58.5 ab	63 B	67.25 b	70.25 b	73.75 ab	77.25 b	80.25 b
T3. Dekalb	58.75 b	62.75 ab	67 ab	69.75 ab	74.25 b	77 ab	79.5 ab
T4. Argenetics	58.5 ab	63 B	66.5 ab	69.5 ab	74.25 b	77 ab	79.5 ab
T5. Testigo	57.5 a	61.5 A	65.75 a	68.5 a	72.75 a	75.75 a	78.5 a
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes							
Fuentes de variación	V20. Vigésima hoja	V21. Vigésimo primera hoja	V22. Vigésimo segunda hoja	V23. Vigésimo tercera hoja	V24. Vigésimo cuarta hoja	V25. Vigésimo quinta hoja	VT. Aparación de las primeras panojas
Bloques							
I	84.8 a	86.8 A	89.8 a	94.8 a	97.8 a	99.8 a	103.8 a
II	84.6 a	86.6 A	89.4 a	94.8 a	97.8 a	99.4 a	103.2 a
III	84.6 a	86 A	89.6 a	95 a	97.8 a	99.8 a	103.4 a
IV	85 a	86.8 A	89.2 a	94 a	98.4 a	99.8 a	103.6 a
Tratamientos							
T1. Advanta	85 ab	87 B	90.25 b	94.75 ab	98.25 b	100.3 b	103.8 ab
T2. Insignia	85.25 b	86.5 ab	89.5 ab	94.5 ab	98.5 b	99.75 b	104 b
T3. Dekalb	85.25 b	86.75 ab	89.5 ab	95 ab	98.25 b	99.75 b	103.5 ab
T4. Argenetics	84.75 ab	86.75 ab	89.75 ab	95.25 b	98.25 b	100.3 b	103.8 ab
T5. Testigo	83.5 a	85.75 A	88.5 a	93.75 a	96.5 a	98.5 a	102.5 a
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes							

Según la tabla 27, los bloques II, III y IV no obtuvieron diferencias en el comportamiento de la etapa vegetativa del cultivo de MAD.

En cuanto a los tratamientos, se observa que los híbridos Advanta (T1), Insignia (T2), Dekalb (T3) y Argenetics (T4) obtuvieron comportamientos iguales en la etapa vegetativa, además que es diferente con relación a la variedad local, siendo la variedad local mas prematura.

En la emergencia (VE) no se registran diferencias significativas a nivel de bloques y tratamientos, por tanto, se ratifica los valores-p de la tabla 26.

A partir de la presencia de la primera hoja (V1) hasta la vigesimaquinta hoja (V25) y la aparición de la panoja (VT) no se registra diferencias significativas a nivel de los bloques, por tanto, a continuación, describo el comportamiento de los indicadores tomando en consideración los híbridos de MAD respecto a la variedad local.

La primera hoja (V1) registré a los 12.75 días en promedio en la variedad local, siendo significativamente diferente y mas precoz que los híbridos Advanta (T1), Insignia (T2), Dekalb (T3) y Argenetics (T4) que obtuvieron promedios iguales ya que comparten un subconjunto homogéneo designado con la letra “a”. La prueba no es concluyente para la aparición de la segunda hoja (V2) ya que no se muestra diferencias significativas.

La tercera hoja (V3) registre a los 20.75 días en promedio para la variedad local, lo cual demuestra ser mas prematuro que las variedades Advanta (T1), Insignia (T2), Dekalb (T3) y Argenetics (T4) que al ser comparadas resultan ser iguales y mas tardío que el híbrido de la variedad local.

La cuarta hoja (V4) en la variedad local registré a los 24.75 días en promedio, lo cual es mas prematuro que las variedades Advanta (T1), Insignia (T2), Dekalb (T3) y Argenetics (T4) que obtuvieron la cuarta hoja entre 25.75 a 26 días después de la siembra, resultando ser mas tardíos en relación al híbrido de la variedad local.

La variedad local, alcanzó la quinta hoja (V5) a los 27.75 días en promedio, siendo

considerado mas prematuro que las variedades Advanta (T1), Insignia (T2) y Dekalb (T3) y Argenetics que alcanzaron la quinta hoja entre 29 a 29.75 días promedio después de la siembra, siendo mas tardíos en relación al híbrido de la variedad local.

La sexta hoja (V6) en la variedad local, registré en 32.5 días promedio, siendo mas prematuro que las variedades Argenetics, Dekalb, Insignia y Advanta que obtuvieron la sexta hoja entre los 33.5 a 34 días después de la siembra, siendo considerado mas tardío en relación al híbrido local.

La séptima hoja (V7) en la variedad local, registré a los 35.5 días en promedio siendo mas prematuro en comparación a las variedades Advanta, Insignia, Dekalb y Argenetics que obtuvieron la séptima hoja entre 36.5 a 36.75 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías.

La octava hoja (V8) en la variedad local, registré en los 39.5 días promedio después de la siembra, y al ser comparado con las variedades Dekalb, Insignia, Advanta y Argenetics resulta ser mas prematura ya que en las variedades introducidas los días a la aparición de la octava hoja fueron registrados entre 40.5 a 41.25 días después de la siembra.

La novena hoja (V9) registré a los 44.5 días en promedio siendo mas prematuro en comparación a las variedades Advanta, Insignia, Dekalb y Argenetics que obtuvieron la novena hoja entre 46.25 a 46 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías.

La décima hoja (V10) registré a los 47.5 días en promedio siendo mas prematuro en comparación a las variedades Advanta, Insignia, Dekalb y Argenetics que obtuvieron la décima hoja entre 49 a 49.25 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La undécima hoja (V11) registré a los 51.75.5 días en promedio para la variedad local, siendo mas prematuro en comparación a las variedades Advanta, Dekalb, Insignia y Argenetics que obtuvieron la undécima hoja entre 52.75 a 53.25 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías.



La duodécima hoja (V12) registré a los 53.5 días en promedio para la variedad local, siendo mas prematuro en comparación a las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la duodécima hoja entre 54.5 a 55 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La decimotercera hoja (V13) en la variedad local registré a los 57.5 días en promedio, siendo mas prematuro que las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la decimotercera hoja entre 58.5 a 58.75 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La decimocuarta hoja (V14) en la variedad local, registré a los 61.5 días en promedio, siendo mas prematuro que las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la decimocuarta hoja entre 62.75 a 63 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La decimoquinta hoja (V15) en la variedad local, registré a los 65.75 días en promedio, siendo mas prematuro que las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la decimoquinta hoja entre 66.5 a 67.25 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La decimosexta hoja (V16) en la variedad local, registré a los 68.5 días en promedio, siendo mas prematuro que las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la decimosexta hoja entre 69.5 a 70.25 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La decimoséptima hoja (V17) en la variedad local, registré a los 72.75 días en promedio, siendo mas prematuro que las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la decimoséptima hoja entre 73.5 a 74.25 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en

comparación con la variedad local.

La decimoctava hoja (V18) en la variedad local, registré a los 75.75 días en promedio, siendo mas prematuro que las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la decimoctava hoja entre 77 a 77.25 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La decimonovena hoja (V19) en la variedad local, registré a los 78.5 días en promedio, siendo mas prematuro que las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la decimonovena hoja entre 79.5 a 80.25 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La vigésima hoja (V20) en la variedad local, registré a los 83.5 días en promedio, siendo mas prematuro que las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la vigésima hoja entre 84.75 a 85.25 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La vigésimo primera hoja (V21) en la variedad local, registré a los 85.75 días en promedio, siendo mas prematuro que las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la vigésimo primera hoja entre 86.5 a 87 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La vigésimo segunda hoja (V22) en la variedad local, registré a los 88.5 días en promedio, siendo mas prematuro que las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la vigésimo segunda hoja entre 89.5 a 90.25 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La vigésimo tercera hoja (V23) en la variedad local, registré a los 93.75 días en promedio, siendo mas prematuro que las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y

Dekalb que obtuvieron la vigésimo tercera hoja entre 94.5 a 95.25 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La vigésimo cuarta hoja (V24) en la variedad local, registré a los 96.5 días en promedio, siendo mas prematuro que las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la vigésimo cuarta hoja entre 98.25 a 98.5 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La vigésimo quinta hoja (V25) en la variedad local, registré a los 98.5 días en promedio, siendo mas prematuro que las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la vigésimo quinta hoja entre 99.75 a 100.3 días promedio después de la siembra, por tanto, dichas variedades son consideradas mas tardías en comparación con la variedad local.

La aparición de la panoja (VT) en la variedad local fue a los 102.5 días en promedio, siendo mas prematuro en comparación a las variedades Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb que obtuvieron la panoja entre 103.5 a 104 días promedio después de la siembra.

5.2.2.2 Prueba de hipótesis para la etapa reproductiva y sus indicadores

Planteo las siguientes hipótesis:

Para el modelo

Ho: El modelo aditivo no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

H1: El modelo aditivo es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} : corresponde a la observación de la etapa reproductiva de la fenología y sus correspondientes indicadores en el cultivo de MAD en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.

μ : es la media general del experimento



τ_i : corresponde al efecto principal del i-ésimo tratamiento sobre la etapa reproductiva de la fenología y sus correspondientes indicadores del cultivo de MAD

β_j : corresponde al efecto principal del j-ésimo bloque sobre la etapa reproductiva de la fenología y sus correspondientes indicadores del cultivo de MAD

ε_{ij} : es el error experimental correspondiente al i-ésimo tratamiento y en el j-ésimo bloque

Para los tratamientos

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5$ (todos los tratamientos tienen igual efecto en la etapa reproductiva y sus indicadores de la fenología del cultivo de maíz amarillo duro)

$H_1: \tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4 \neq \tau_5$ (Al menos hay un tratamiento que tiene efecto diferente en la etapa reproductiva y sus indicadores de la fenología del cultivo de maíz amarillo duro)

Donde:

τ_1 = Promedio de la etapa reproductiva de la fenología y sus correspondientes indicadores en la variedad Advanta

τ_2 = Promedio de la etapa reproductiva de la fenología y sus correspondientes indicadores en la variedad Insignia

τ_3 = Promedio de la etapa reproductiva de la fenología y sus correspondientes indicadores en la variedad Dekalb

τ_4 = Promedio de la etapa reproductiva de la fenología y sus correspondientes indicadores en la variedad Argenetics

τ_5 = Promedio de la etapa reproductiva de la fenología y sus correspondientes indicadores en la variedad local

Para los bloques

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 : Promedio de la etapa reproductiva de la fenología y sus correspondientes indicadores en el cultivo de MAD en el bloque I

β_2 : Promedio de la etapa reproductiva de la fenología y sus correspondientes



indicadores en el cultivo de MAD en el bloque II

β3: Promedio de la etapa reproductiva de la fenología y sus correspondientes indicadores en el cultivo de MAD en el bloque III

β4: Promedio de la etapa reproductiva de la fenología y sus correspondientes indicadores en el cultivo de MAD en el bloque IV

Para la prueba de las hipótesis planteadas utilicé el estadístico F de Fisher a un nivel de confianza del 95%, los resultados muestro a continuación:

Tabla 28 — Análisis de variancia de la etapa reproductiva y sus indicadores del cultivo de maíz amarillo duro

Variable/Indicador	Promedio	Modelo			Bloques			Tratamientos		
		gl	Valaor F	Valor P	gl	Valaor F	Valor P	gl	Valaor F	Valor P
Etapla reproductiva	893	8	2045032.218	0.000	3	2923.000	0.077	4	1038.128	0.000
R1. Aparición de los estigmas	108	8	126018.321	0.000	3	1.357	0.303	4	5.571	0.009
R2. Blíster	124	8	140687.591	0.000	3	1.455	0.276	4	3.909	0.029
R3. Grano lechoso	141	8	148265.250	0.000	3	2.000	0.168	4	3.600	0.038
R4. Grano pastoso	160	8	123331.645	0.000	3	0.355	0.787	4	3.774	0.033
R5. Grano dentado	173	8	183545.847	0.000	3	2.122	0.151	4	188.755	0.000
R6. Grano maduro	187	8	103799.243	0.000	3	0.059	0.980	4	416.881	0.000

Según las fuentes de variación de la tabla 28 se tiene:

Para el modelo lineal, sus correspondientes valores F de la etapa reproductiva de la fenología y sus correspondientes indicadores que van desde la aparición de los estigmas (R1) R2, R3, hasta el grano maduro (R6) se observa que el valor-p es menor que 0.05 (Sig.<0.05) por tanto se rechaza la hipótesis nula concluyendo que el modelo aditivo es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

En los bloques, no encontré diferencias significativas en la etapa reproductiva y en sus correspondientes indicadores, debido a que el valor del estadístico F y sus correspondientes valores-p son mayores que 0.05 (Sig.>0.05) por tanto, se valida la hipótesis nula, es decir que en la etapa reproductiva de la fenología del MAD la pendiente del terreno (bloques) no tiene efecto atribuible en la etapa reproductiva de la fenología del cultivo de MAD.

Para tratamientos, en la etapa reproductiva de la fenología del cultivo de MAD, el valor del estadístico F de 1038.128 y su correspondiente valor-p de 0.000 llevan a rechazar la hipótesis nula (Sig.<0.05) por tanto, afirmo que existió diferencias significativas en la etapa reproductiva de la fenología, de igual manera ocurre desde la aparición de los estigmas (R1), hasta que el grano llega a su madurez (R6) donde sus correspondientes valores-p son menores que 0.05 (Sig<0.05) por tanto, en los indicadores de la etapa reproductiva existe efecto significativo entre las variedades de híbridos de MAD.

Para identificar dichas diferencias, procedí a comparar los promedios mediante el método de comparación múltiple de Tukey a un nivel de confianza de 95%, los resultados muestro a continuación.

Tabla 29 — Comparación de promedios múltiples de la etapa reproductiva y sus indicadores en la fenología del cultivo de MAD mediante el método de Tukey

Fuentes de variación	Etapa reproductiva	R1. Aparición de los estigmas	R2. Blíster	R3. Grano lechoso	R4. Grano pastoso	R5. Grano dentado	R6. Grano maduro
Bloques							
I	894 a	108.8 a	124.8 a	140.80 a	159.8 a	173 a	186.8 a
II	892 a	108.4 a	124.4 a	140.40 a	159.8 a	172.6 a	186.8 a
III	892 a	108.4 a	124.2 a	140.20 a	159.4 a	174 a	186.6 a
IV	893 a	108.2 a	124.2 a	141.00 a	159.6 a	173 a	186.8 a
Tratamientos							
T1. Advanta	899.75 b	108.5 ab	124.5 ab	140.75 ab	160.0 ab	175 b	191.0 b
T2. Insignia	900.25 b	108.8 b	124.8 b	141.25 b	159.5 ab	175.3 b	190.8 b
T3. Dekalb	899.75 b	108.5 ab	124.8 B	140.50 ab	160.25 b	175 b	190.8 b
T4. Argenetics	900.5 b	108.8 b	124.5 ab	140.75 ab	160.00 ab	175 b	191.3 b
T5. Testigo	864.5 a	107.5 a	123.5 A	139.75 a	158.50 a	165.3 a	170.0 a
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes							

Según la tabla 29, en los bloques I, II, III y IV no existe diferencias en el comportamiento de la etapa reproductiva del cultivo de MAD.

En cuanto a los tratamientos, para la etapa reproductiva se observa que los híbridos Advanta (T1), Insignia (T2), Dekalb (T3) y Argenetics (T4) obtuvieron comportamientos iguales, además que es diferente en comparación con la variedad local, siendo la variedad local mas prematura.

La aparición de los estigmas (R1) en la variedad local, registré a los 107.5 días el mismo que al comparar con los híbridos Advanta (T1), Insignia (T2), Dekalb (T3) y Argenetics (T4) resulta ser diferente, la aparición de los estigmas, en la variedad local es mas precoz respecto a las variedades introducidas que obtienen los estigmas entre 108.5 a 108.8 días en promedio.

La maduración R2, (Blíster) registré a los 123.5 días en promedio en la variedad local, siendo significativamente diferente y mas precoz que los híbridos Advanta (T1), Insignia (T2), Dekalb (T3) y Argenetics (T4) que obtuvieron maduración blíster iguales entre 124.5 a 124.8 días promedio después de la siembra.

El estadio R3, (grano lechoso) registré a los 139.75 días en promedio en la variedad local, siendo significativamente diferente y mas precoz que los híbridos Advanta (T1), Insignia (T2), Dekalb (T3) y Argenetics (T4) que obtuvieron el estadio de grano lechoso entre 140.5 a 141.25 días promedio después de la siembra.

El estadio R4, (grano pastoso) registré a los 158.5 días en promedio en la variedad local, siendo significativamente diferente y mas precoz que los híbridos Advanta (T1), Insignia (T2), Dekalb (T3) y Argenetics (T4) que obtuvieron el estadio de grano pastoso entre 159.5 a 160.25 días promedio después de la siembra.

El estadio R5, (grano dentado) registré a los 165.3 días en promedio en la variedad local, siendo significativamente diferente y mas precoz comparado con los híbridos Advanta (T1), Insignia (T2), Dekalb (T3) y Argenetics (T4) que obtuvieron el estadio de grano dentado 175 a 175.3 días promedio después de la siembra.

La madurez fisiológica R6, (grano maduro) registré a los 170 días en promedio en la variedad local, siendo significativamente diferente y mas precoz comparado con los híbridos Advanta (T1), Insignia (T2), Dekalb (T3) y Argenetics (T4) que alcanzaron la madurez fisiológica entre 190.8 a 191.3 días promedio después de la siembra.

La comparación del comportamiento fenológico se muestra en la figura 19 donde se observa que las variedades de MAD Argenetics (fig. 19.a), Advanta (fig. 19.b), Insignia (fig. 19.c) y Dekalb (fig. 19.d) tienen un ciclo fenológico de 191 días total,

frente a la variedad local (testigo) de 170 días, la curva de crecimiento en todas las variedades fueron semejantes siendo la etapa de siembra - emergencia (etapa I) a los 8 días después de la siembra para todas las variedades, frente a 7 días para la variedad local, la etapa emergencia - panoja (etapa II) fue de 109 días para todas las variedades, frente a 108 días para la variedad local, la etapa panoja - espiga (etapa III) fue de 125 días para todas las variedades frente a 124 días de la variedad local, la etapa espiga - maduración (etapa IV) fue de 191 días para todas las variedades frente a 170 días del tratamiento testigo.

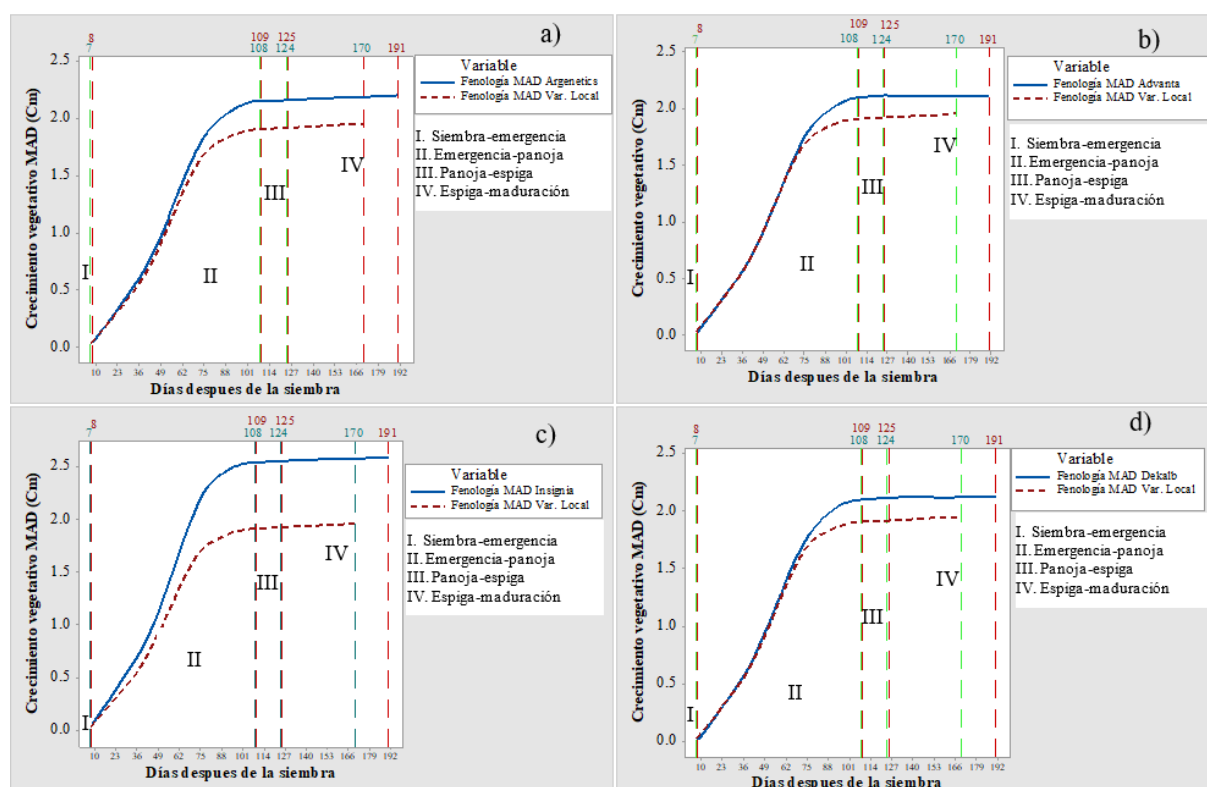


Figura 19 — Comparación de las fenologías del cultivo de MAD Advanta, Insignia, Argenetics y Dekalb con el MAD Var. Local

5.2.3 Prueba de hipótesis de las características biométricas del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.)

La hipótesis específica 2, tiene como propósito probar la afirmación “existen diferencias significativas en las características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.) y la variedad local en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau 2020”, para probar dicha hipótesis plante las siguientes hipótesis:

Para el modelo

Ho: El modelo aditivo no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

H1: El modelo aditivo es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} : corresponde a la observación de las características biométricas del cultivo de MAD en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.

μ : es la media general del experimento

τ_i : corresponde al efecto principal del i-ésimo tratamiento sobre las características biométricas del cultivo de MAD

β_j : corresponde al efecto principal del j-ésimo bloque sobre las características biométricas del cultivo de MAD

ϵ_{ij} : es el error experimental correspondiente al i-ésimo tratamiento y en el j-ésimo bloque

Para los tratamientos

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5$ (todos los tratamientos tienen igual efecto en las características biométricas del cultivo de MAD)

H1: $\tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4 \neq \tau_5$ (Al menos hay un tratamiento que tiene efecto diferente en las características biométricas del cultivo de MAD)

Donde:

τ_1 = Promedio de las características biométricas del cultivo de MAD en la variedad Advanta

τ_2 = Promedio de las características biométricas del cultivo de MAD en la variedad Insignia

τ_3 = Promedio de las características biométricas del cultivo de MAD en la variedad Dekalb

τ_4 = Promedio de las características biométricas del cultivo de MAD en la variedad Argenetics

τ_5 = Promedio de las características biométricas del cultivo de MAD en la variedad local

Para los bloques



$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 : Promedio de las características biométricas del cultivo de MAD en el bloque I

β_2 : Promedio de las características biométricas del cultivo de MAD en el bloque II

β_3 : Promedio de las características biométricas del cultivo de MAD en el bloque III

β_4 : Promedio de las características biométricas del cultivo de MAD en el bloque IV

Para la prueba de las hipótesis planteadas utilicé el estadístico F de Fisher a un nivel de confianza del 95%, los resultados muestro a continuación:

Tabla 30 — Análisis de variancia de las características biométricas del cultivo de maíz amarillo duro

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	7868221.791	983527.724	4696.810	0.000
Bloques	3	2415.669	805.223	3.845	0.039
Tratamientos	4	187227.234	46806.808	223.525	0.000
Error	12	2512.840	209.403		
Total	20	7870734.631			

R-Cuad. = 99.9%, CV=2.34%

Según las fuentes de variación de la tabla 30 se tiene:

Para el modelo lineal, su valor F de 4696.810 y su correspondiente valor-p de 0.000 es menor que 0.05 (Sig.<0.05) por tanto se rechaza la hipótesis nula concluyendo que el modelo aditivo es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

En los bloques, el valor F de 3.845 y su valor-p de 0.039 es menor que 0.05 (Sig.<0.05) por tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir que existe al menos una característica biométrica del MAD que es diferente en los bloques.

Para tratamientos, en las características biométricas del cultivo de MAD, el valor del estadístico F de 223.525 y su correspondiente valor-p de 0.000 llevan a rechazar la hipótesis nula (Sig.<0.05) por tanto, afirmo que al menos existe una diferencia significativa en las características biométricas en las variedades del cultivo de MAD.

Para identificar dichas diferencias, procedí a comparar los promedios mediante el

método de comparación múltiple de Tukey a un nivel de confianza de 95%, los resultados muestran a continuación.

Tabla 31 — Comparación de promedios múltiples de las características biométricas en las variedades del cultivo de MAD mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación			
T5. Testigo	4	479.09	A			
T4. Argenetics	4	538.41		B		
T1. Advanta	4	646.13			C	
T3. Dekalb	4	698.52				D
T2. Insignia	4	735.96				E
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes						

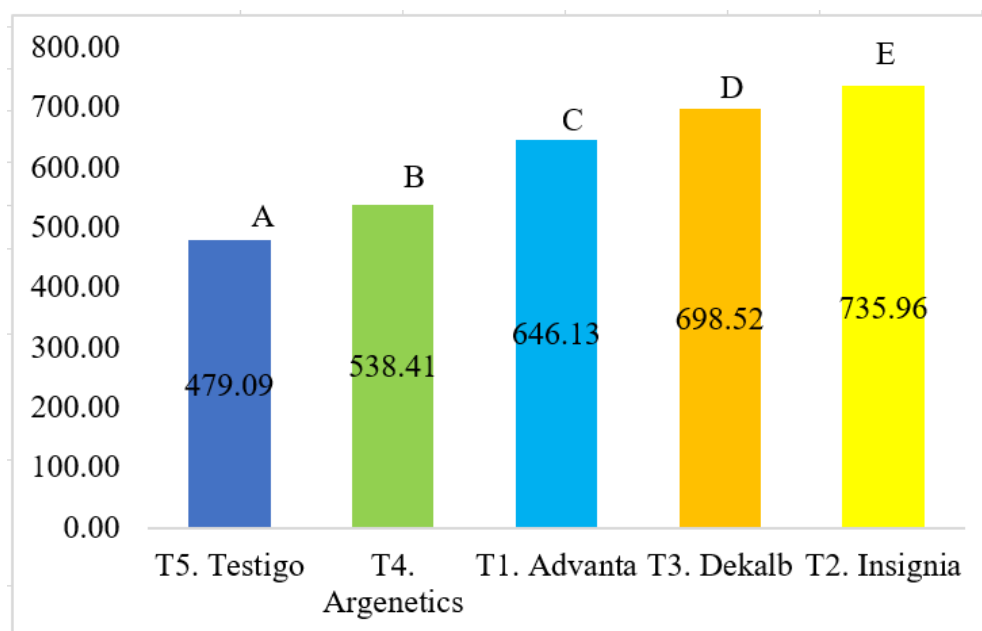


Figura 20 — Histograma del promedio de altura de planta de MAD según tratamientos

Según la tabla 31 y figura 20, el MAD de variedad Insignia (T2) tiene mejor característica biométrica, lo cual está denotado por su promedio de 735.96 puntos, el mismo que es superior a las variedades Dekalb, Advanta, Argenetics y testigo respectivamente, luego en orden descendente continúa la variedad Dekalb (T3) cuyo promedio alcanza 698.52 puntos y su característica biométrica es superior a las variedades Advanta, Argenetics y testigo, luego sigue la variedad Advanta (T1) que tiene un promedio de 646.13 puntos y su característica biométrica es superior a las variedades Argenetics y testigo, luego continúa la variedad Argenetics (T4) que tiene un promedio de 538.41 puntos y su característica biométrica es superior a la variedad

local (testigo).

Tabla 32 — Comparación de promedios múltiples de las características biométricas en los bloques mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
Bloque III	5	609.24	A	
Bloque IV	5	612.87	A	B
Bloque II	5	618.61	A	B
Bloque I	5	637.75		B
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes				

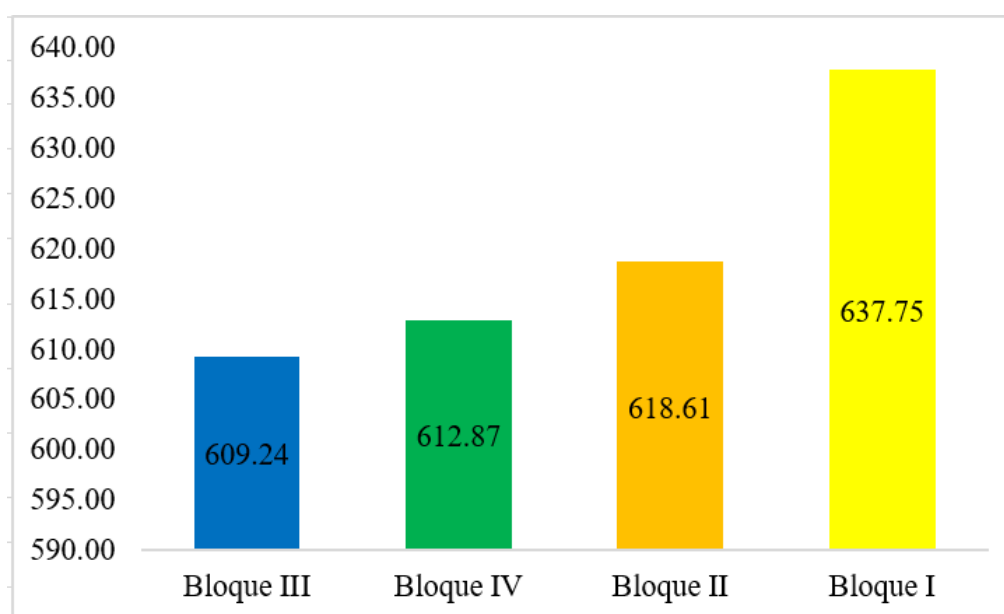


Figura 21 — Histograma del promedio de altura de planta de MAD según tratamientos

Según la tabla 32 y gráfico 21, la pendiente del terreno (bloques) ha influenciado sobre las características biométricas de las variedades del cultivo de MAD, se observa que cuando la pendiente va disminuyendo entre los bloques II, III y IV la biometría de las variedades de MAD fue homogénea, afirmación que se puede validar por las puntuaciones iguales de las características biométricas que alcanzaron en dichos bloques y que se agrupan en un sub conjunto homogéneo designado con la letra “A”, lo contrario ocurre cuando la pendiente del terreno va en aumento entre los bloques I, II y IV las características biométricas de las variedades tienden a cambiar, es decir que a mayor pendiente la madurez fisiológica se alcanza en mayor tiempo, lo que se puede apreciar por las puntuaciones mayores designadas en el subconjunto con la letra “B”.

5.2.3.1 Prueba de hipótesis de los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD

Los indicadores de las características biométricas del MAD están constituidos por la altura de planta, altura de inserción a la primera mazorca, número de granos por mazorca, número de hileras por mazorca, diámetro y longitud de mazorca. Para la prueba de hipótesis y según el diseño experimental propuesto planteo las siguientes hipótesis:

Para el modelo

Ho: El modelo aditivo no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

H1: El modelo aditivo es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} : corresponde a la observación de los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.

μ : es la media general del experimento

τ_i : corresponde al efecto principal del i-ésimo tratamiento sobre los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD

β_j : corresponde al efecto principal del j-ésimo bloque sobre los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD

ε_{ij} : es el error experimental correspondiente al i-ésimo tratamiento y en el j-ésimo bloque

Para los tratamientos

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5$ (todos los tratamientos tienen igual efecto en los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD)

H1: $\tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4 \neq \tau_5$ (Al menos hay un tratamiento que tiene efecto diferente en los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD)

Donde:

τ_1 = Promedio de los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD en la variedad Advanta

τ_2 = Promedio de los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD



en la variedad Insignia

τ_3 = Promedio de los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD en la variedad Dekalb

τ_4 = Promedio de los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD en la variedad Argenetics

τ_5 = Promedio de los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD en la variedad local

Para los bloques

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 : Promedio de los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD en el bloque I

β_2 : Promedio de los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD en el bloque II

β_3 : Promedio de los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD en el bloque III

β_4 : Promedio de los indicadores de las características biométricas del cultivo de MAD en el bloque IV

Para la prueba de las hipótesis planteadas utilicé el estadístico F de Fisher a un nivel de confianza del 95%, los resultados muestro a continuación:

a) Altura de planta

La tabla 33 muestra el análisis de variancia de la altura de planta de MAD, donde para un total de 20 observaciones el error experimental es equivalente a 0.70% (CV), a su vez que la altura de planta del MAD esta explicado en 93.13% de los casos (R^2) por las condiciones en las que se ha desarrollado el experimento.

Tabla 33 — Análisis de variancia de la altura de planta de MAD

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	50.731	6.341	6263.093	0.000
Bloques	3	0.000	0.000	0.132	0.939

Tratamientos	4	0.169	0.042	41.642	0.000
Error	12	0.012	0.001		
Total	20	50.743			

R-Cuad. = 93.13%, CV=0.70%

Para el modelo, el valor F de 6263.093 y su valor-p de 0.000 es significativo (Sig.<0.05) por tanto se rechaza la hipótesis nula y se valida que el modelo tiene la forma lineal de la forma $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

Los bloques no mostraron efecto en cuanto a la altura de planta afirmación que se emite debido a que el valor F y su correspondiente nivel de significancia (Valor p) fueron de 0.132 y 0.939 respectivamente (Sig.>0.05) lo que conduce a aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna, es decir no existe efecto en la altura de planta como consecuencia de la pendiente del terreno (bloques).

Para tratamientos, según el valor F de 41.642 y su correspondiente valor-p de 0.000, llevan a rechazar la hipótesis nula (Sig.< 0.05) por tanto, a un 95% de probabilidades afirmo que existe diferencias significativas entre los promedios de altura de planta en las diferentes variedades del cultivo de MAD.

Para determinar que variedad, obtuvo la mayor altura de planta, se realizó la comparación múltiple mediante el método de Tukey a un nivel de confianza de 0.05 ($\alpha=0.05$), los resultados se muestran a continuación.

Tabla 34 — Comparación de promedios múltiples de la altura de planta mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación			
T2. Insignia	4	1.730	A			
T1. Advanta	4	1.650		B		
T3. Dekalb	4	1.561			C	
T4. Argenetics	4	1.548			C	
T5. Testigo	4	1.462				D
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes						

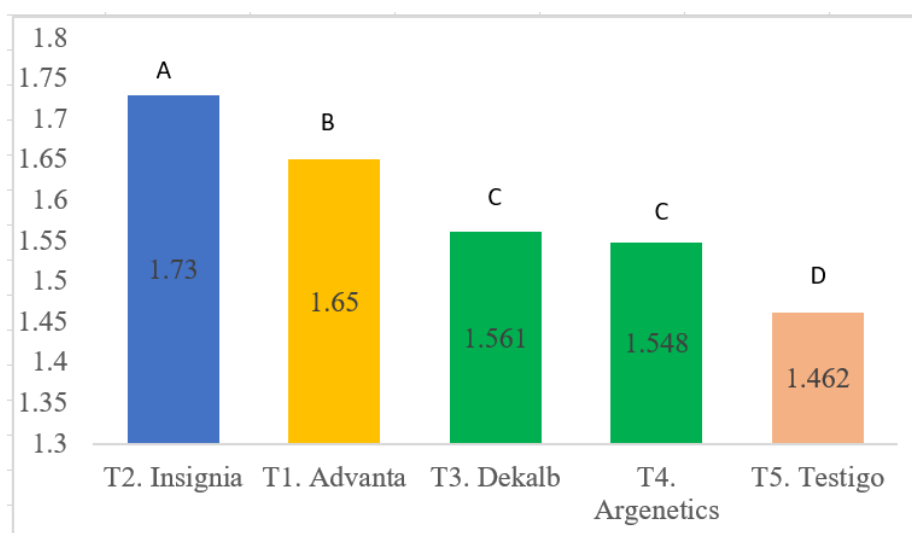


Figura 22 — Histograma del promedio de altura de planta de MAD según tratamientos

Según la tabla 34 y figura 22, el MAD de variedad Insignia (T2) tiene mayor altura de planta con un promedio de 1.730 metros el mismo que es superior a las variedades Advanta, Dekalb, Argenetics y testigo respectivamente, luego en orden descendente continúa la variedad Advanta (T1) cuya altura de planta en promedio de 1.650 metros es superior a las variedades Dekalb, Argenetics y testigo respectivamente, luego las variedades Dekalb (T3) y Argenetics (T4) tienen igual altura de planta, pero superior a la variedad local (testigo).

a) Altura de inserción a la primera mazorca

La tabla 35 muestra que la altura de inserción a la primera mazorca del cultivo de MAD, esta explicado en un 97.31% (R-Cuad.) por las condiciones a las ha sido expuestas las unidades experimentales durante el desarrollo del experimento, el error experimental equivalente a 7.22% (CV<30%) indica buen nivel de fiabilidad en los datos analizados.

Tabla 35 — Análisis de variancia de la altura de inserción a la primera mazorca de MAD

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	39997.003	4999.625	581.508	0.000
Bloques	3	29.73	9.909	1.15	0.368
Tratamientos	4	3697.63	924.408	107.52	0.000
Error	12	103.17	8.598		
Total	20	40100.175000			

R-Cuad. = 97.31%, CV=7.22%

Para el modelo, el valor F de 581.508 y su valor-p de 0.000 es significativo (Sig.<0.05) por tanto se rechaza la hipótesis nula y se valida que el modelo tiene la forma lineal de la forma $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

En cuanto a los bloques no se encontraron efectos atribuibles debido a que el nivel de significancia fue de 0.368 (Sig.>0.05).

Según el valor F de 107.52 y su correspondiente valor-p de 0.000 llevan a rechazar la hipótesis nula (Sig.< 0.05) por tanto, se afirma a un 95% de probabilidades que existe diferencias significativas entre los promedios de altura de inserción a la primera mazorca en las diferentes variedades del cultivo de MAD.

Para determinar que variedad, obtuvo la mayor altura de inserción a la primera mazorca, se realizó la comparación múltiple mediante el método de Tukey a un nivel de confianza de 0.05 ($\alpha=0.05$), los resultados se muestran a continuación.

Tabla 36 — Comparación de promedios múltiples de la altura de inserción a la primera mazorca mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación		
T2. Insignia	4	61.1500	A		
T1. Advanta	4	47.0250		B	
T4. Argenetics	4	43.9875		B	
T3. Dekalb	4	41.7875		B	
T5. Testigo	4	18.9750			C
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes					

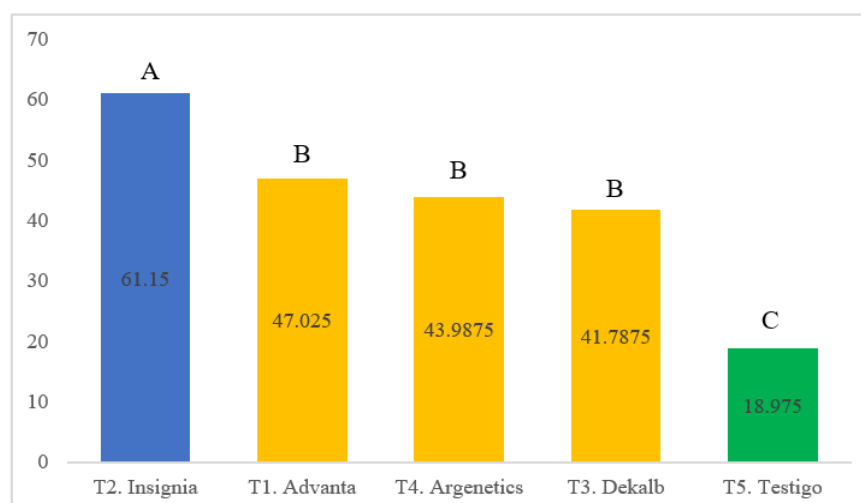


Figura 23 — Histograma del promedio de altura de inserción a la primera mazorca de MAD según tratamientos

Según la tabla 36 y figura 23, el MAD de variedad Insignia (T2) tiene mayor altura de inserción a la primera mazorca con un promedio de 61.150 cm, dicha altura es significativamente superior a las alturas de inserción a la primera mazorca de las variedades Advanta (T1), Argenetics (T4) y Dekalb (T3) cuyos valores resultaron ser iguales estadísticamente con valores de 47.025 cm, 43.9875 cm y 41.7875 cm respectivamente, que a su vez, son superiores a la variedad local (testigo) cuya altura de inserción a la primera mazorca fue de 18.9750 cm.

b) Numero de granos por mazorca

La tabla 37 muestra que el número de granos por mazorca del cultivo de MAD, esta explicado en un 98.08% (R-Cuad.) por las condiciones a las que fueron expuestas las unidades experimentales durante el desarrollo del experimento, el error experimental equivalente a 2.84% (CV<30%) indica, buen nivel de fiabilidad en los datos analizados

Tabla 37 — Análisis de variancia del número de granos por mazorca de MAD

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	5909404.700	738675.588	3180.177	0.000
Bloques	3	2165	721.7	3.11	0.067
Tratamientos	4	139860	34964.9	150.53	0.000
Error	12	2787	232.3		
Total	20	5912192.000			

R-Cuad. = 98.08%, CV= 2.84%

Para el modelo, el valor F de 3180.177 y su valor-p de 0.000 es significativo (Sig.<0.05) por tanto se rechaza la hipótesis nula y se valida que el modelo tiene la forma lineal de la forma $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

En los bloques, no se encontraron efectos atribuibles (Sig.>0.05), es decir que la pendiente de terreno no muestra evidencia estadística para afirmar que haya influenciado en los resultados del número de granos por mazorca.

Según el valor F de 150.53 y su correspondiente valor-p de 0.000 llevan a rechazar la hipótesis nula (Sig.< 0.05) por tanto, se afirma a un 95% de probabilidades que existe diferencias significativas entre los promedios del número de granos por mazorca en las diferentes variedades del cultivo de MAD,

Para determinar que variedad, obtuvo el mayor número de granos por mazorca, se realizó la comparación múltiple de promedios mediante el método de Tukey a un nivel de confianza de 0.05 ($\alpha=0.05$), los resultados se muestran en la tabla 37.

Tabla 38 — Comparación de promedios múltiples del número de granos por mazorca mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación		
T2. Insignia	4	629.75	A		
T3. Dekalb	4	618.50	A		
T1. Advanta	4	556.75		B	
T4. Argenetics	4	456.00			C
T5. Testigo	4	424.00			C
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes					

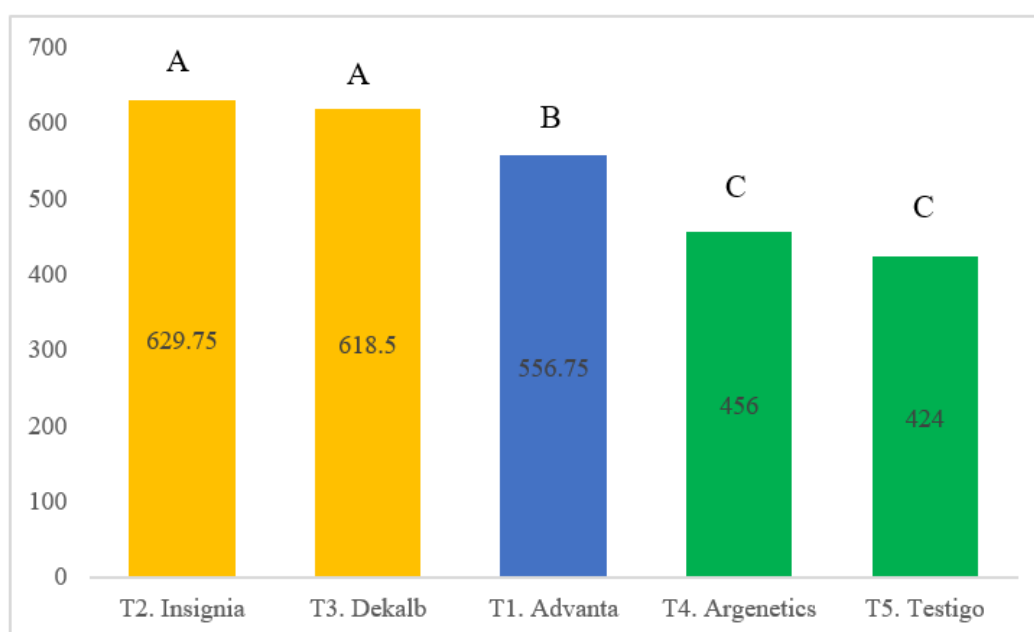


Figura 24 — Histograma del promedio del número de granos por mazorca del MAD según tratamientos

Según la tabla 38 y figura 24, los promedios del número de granos por mazorca de las variedades Insignia (T2) y Dekalb (T3) son estadísticamente iguales con valores de 629.75 y 618.50 granos/mazorca respectivamente, dichos promedios son significativamente superiores a los números de granos/mazorca obtenidos en las variedades Advanta (T1), Argenetics (T4) y Variedad local (T5. Testigo) respectivamente.

El número de granos/mazorca de la variedad Avanta (T1) es significativamente superior al número de granos/mazorca de las variedades Argenetics (T4) y variedad

local (T5. Testigo), finalmente, las variedades Argenetics y variedad local tienen estadísticamente igual número de granos por mazorca con valores promedios de 456.00 y 424.00 granos/mazorca respectivamente.

c) Número de hileras por mazorca

La tabla 39 muestra que el número de hileras por mazorca del cultivo de MAD, esta explicado en un 73.33% (R-Cuad.) por las condiciones a las que fueron expuestas las unidades experimentales durante el desarrollo del experimento, el error experimental equivalente a 5.22% (CV<30%) indica, buen nivel de fiabilidad en los datos analizados.

Tabla 39 — Análisis de variancia del número de hileras por mazorca de MAD

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	3937.00	492.200	922.875	0.000
Bloques	3	1.600	0.5333	1.00	0.426
Tratamientos	4	16.000	4.0000	7.50	0.003
Error	12	6.400	0.5333		
Total	20	3944.000			

R-Cuad. = 73.33%, CV= 5.22%

Para el modelo, el valor F de 922.875 y su valor-p de 0.000 es significativo (Sig.<0.05) por tanto se rechaza la hipótesis nula y se valida que el modelo tiene la forma lineal de la forma $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

Los bloques, no tienen efectos atribuibles sobre el número de hileras por mazorca (Sig.>0.05).

Según el valor F de 7.50 y su correspondiente valor-p de 0.003 llevan a rechazar la hipótesis nula (Sig.< 0.05) por tanto, se afirma a un 95% de probabilidades, que existe diferencias significativas entre los promedios del número de hileras por mazorca en las diferentes variedades evaluadas del cultivo de MAD.

Para determinar que variedad, obtuvo el mayor número de hileras por mazorca, se realizó la comparación múltiple de promedios mediante el método de Tukey a un nivel de confianza de 0.05 ($\alpha=0.05$), los resultados se muestran en la tabla 39.

Tabla 40 — Comparación de promedios múltiples del número de hileras por mazorca mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
T2. Insignia	4	15.75	A	
T1. Advanta	4	13.75		B
T3. Dekalb	4	13.75		B
T4. Argenetics	4	13.50		B
T5. Testigo	4	13.25		B
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes				

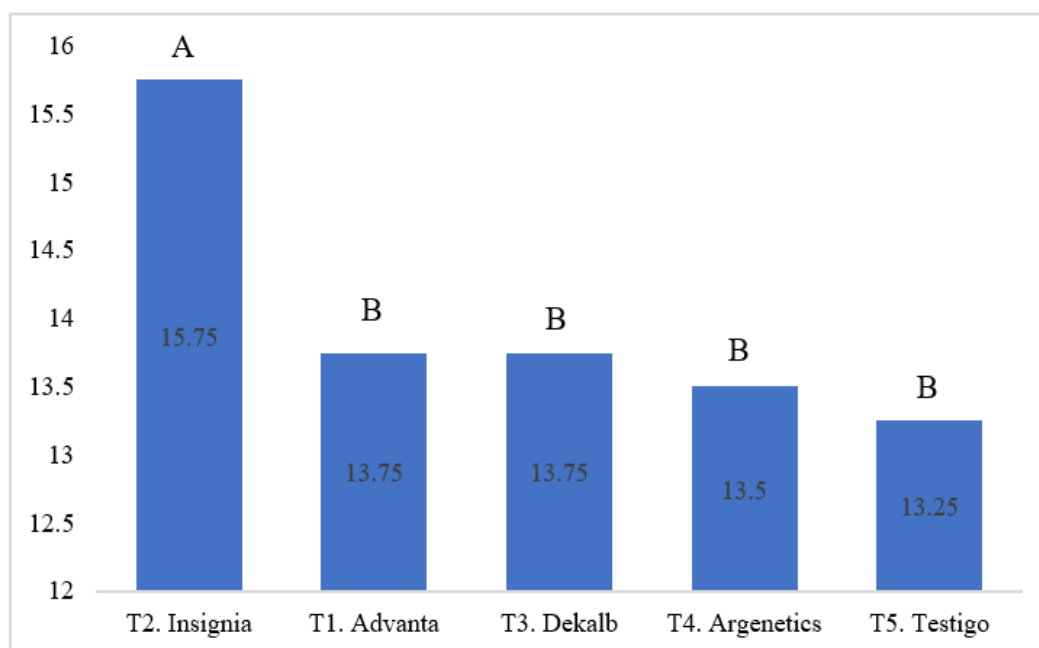


Figura 25 — Histograma del promedio del número de hileras por mazorca de MAD según tratamientos

Según la tabla 40 y figura 25, la variedad Insignia (T2) tiene un promedio de 15.75 hileras por mazorca en el cultivo de MAD, el cual es significativamente superior a las variedades Advanta (T1), Dekalb (T3), Argenetics (T4) y variedad local (Testigo) que reportan igual promedio de hileras por mazorca con valores de 13.75, 13.75, 13.50 y 13.25 respectivamente.

d) Diámetro de mazorca

La tabla 41 muestra que el diámetro de mazorca del cultivo de MAD, está explicado en un 77.11% (R-Cuad.) por las condiciones a las que fueron expuestas las unidades experimentales durante el desarrollo del experimento, el error experimental equivalente a 4.06% (CV<30%) indica, buen nivel de fiabilidad en los datos analizados.

Tabla 41 —Análisis de variancia del diámetro de mazorca de MAD

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	573.502	71.688	1531.652	0.000
Bloques	3	0.1313	0.04377	0.93	0.456
Tratamientos	4	1.7707	0.44267	9.41	0.001
Error	12	0.5646	0.04705		
Total	20	574.063			

R-Cuad. = 77.11%, CV= 4.06%

Para el modelo, el valor F de 1531.652 y su valor-p de 0.000 es significativo (Sig.<0.05) por tanto se rechaza la hipótesis nula y se valida que el modelo tiene la forma lineal de la forma $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

En los bloques, no se encontraron efectos atribuibles sobre los diámetros de mazorca en las diferentes variedades evaluadas del cultivo de MAD (Sig.>0.05).

Según el valor F de 9.41 y su correspondiente valor-p de 0.001 llevan a rechazar la hipótesis nula (Sig.< 0.05) por tanto, se afirma a un 95% de probabilidades que existe diferencias significativas entre los diámetros de mazorca en las diferentes variedades evaluadas del cultivo de MAD.

Para determinar que variedad, obtuvo el mayor diámetro de mazorca, se realizó la comparación múltiple de promedios mediante el método de Tukey a un nivel de confianza de 0.05 ($\alpha=0.05$), los resultados se muestran en la tabla 41.

Tabla 42 — Comparación de promedios múltiples del diámetro de mazorca mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
T2. Insignia	4	5.85975	A	
T3. Dekalb	4	5.35750		B
T4. Argenetics	4	5.34750		B
T1. Advanta	4	5.22613		B
T5. Testigo	4	4.94075		B
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes				

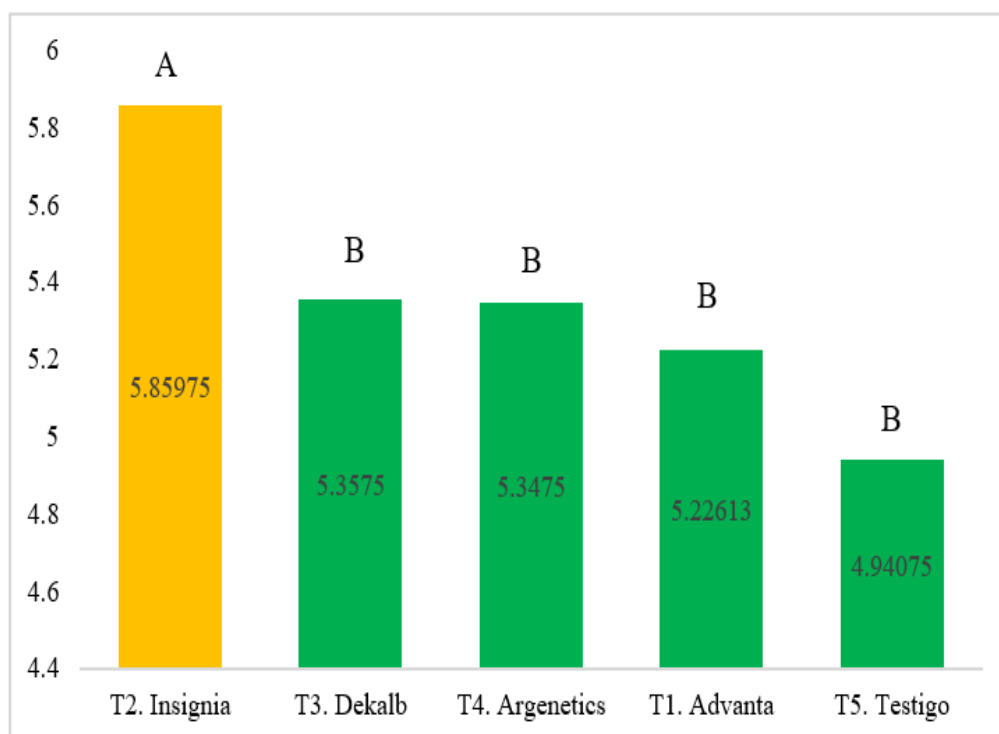


Figura 26 — Histograma del promedio del diámetro de mazorca de MAD según tratamientos

Según la tabla 42 y figura 26, la variedad Insignia (T2) tiene un diámetro de mazorca promedio de 5.85975 cm, el cual es significativamente superior a las variedades Dekalb (T3), Argenetics (T4), Advanta (T1) y variedad local (Testigo) que reportan igual promedio de diámetro de mazorca con valores de 5.357, 5.347, 5.226 y 4.9407 cm respectivamente.

e) Longitud de mazorca

La tabla 43 muestra que la longitud de mazorca del cultivo de MAD, esta explicado en un 83.57% (R-Cuad.) por las condiciones a las que fueron expuestas las unidades experimentales durante el desarrollo del experimento, el error experimental equivalente a 6.63% (CV<30%) indica, buen nivel de fiabilidad en los datos analizados.

Tabla 43 — Análisis de variancia de la longitud de mazorca de MAD

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	7393.339	924.167	575.982	0.000
Bloques	3	0.834	0.2779	0.17	0.912
Tratamientos	4	97.100	24.2749	15.13	0.000
Error	12	19.254	1.6045		
Total	19	7412.593			

R-Cuad. = 83.57%, CV= 6.63%

Para el modelo, el valor F de 575.982 y su valor-p de 0.000 es significativo (Sig.<0.05) por tanto se rechaza la hipótesis nula y se valida que el modelo tiene la forma lineal de la forma $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

El valor F de 0.17 y su correspondiente valor de la significancia de 0.912 indican que no hubo efecto atribuible a los bloques sobre la longitud de mazorca del cultivo de MAD (Sig.>0.05).

Según el valor F de 15.13 y su correspondiente valor-p de 0.000 indican que existe diferencias significativas entre los promedios de longitud de mazorca en las variedades evaluadas de MAD, por tanto, conllevan al rechazo en la hipótesis nula (Sig.< 0.05).

Para determinar que variedad, obtuvo la mayor longitud de mazorca, se realizó la prueba múltiple de comparación de medias utilizando el método de Tukey a un nivel de confianza de 0.05 ($\alpha=0.05$), los resultados se muestran en la tabla 43.

Tabla 44 — Comparación de promedios múltiples de la longitud de mazorca mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
T1. Advanta	4	21.7275	A	
T2. Insignia	4	21.7206	A	
T4. Argenetics	4	18.0311		B
T3. Dekalb	4	17.5600		B
T5. Testigo	4	16.4562		B
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes				

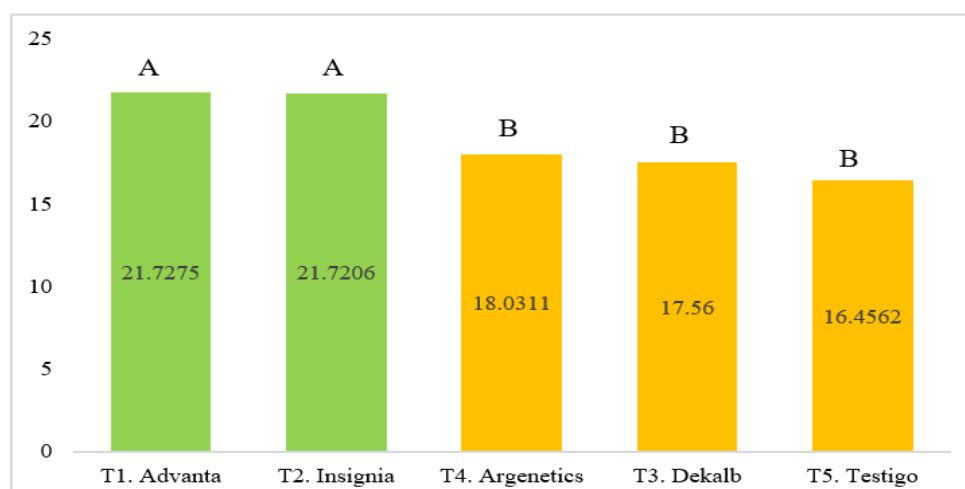


Figura 27 — Histograma del promedio de la longitud de mazorca del MAD según tratamientos

Según la tabla 44 y figura 27, las variedades Advanta (T1) e Insignia (T2) obtuvieron igual longitud de mazorca con promedios de 21.7275 cm y 21.7206 cm respectivamente, a su vez dichas longitudes son significativamente superiores a las longitudes de mazorca de las variedades Argenetics (T4), Dekalb (T3) y variedad local (testigo) respectivamente.

Otro grupo homogéneo estuvo constituido por las variedades Argenetics (T4), Dekalb (T3) y variedad local (testigo) que no mostraron diferencias significativas en cuanto a la longitud de mazorca siendo sus promedios de 18.0311cm, 17.5600cm y 16.4562 cm respectivamente.

5.2.4 Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.)

La hipótesis específica 3, tiene como propósito demostrar que “existe diferencias apreciables en el rendimiento de cuatro híbridos y el híbrido local de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau 2020” para probar dicha hipótesis planteo las siguientes hipótesis:

Para el modelo

Ho: El modelo aditivo no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

H1: El modelo aditivo es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} : corresponde a la observación del rendimiento del cultivo de MAD en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.

μ : es la media general del experimento

τ_i : corresponde al efecto principal del i-ésimo tratamiento sobre el rendimiento del cultivo de MAD

β_j : corresponde al efecto principal del j-ésimo bloque sobre el rendimiento del cultivo de MAD

ϵ_{ij} : es el error experimental correspondiente al i-ésimo tratamiento y en el j-ésimo bloque

Para los tratamientos

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5$ (todos los tratamientos tienen igual efecto el rendimiento del cultivo de MAD)

H1: $\tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4 \neq \tau_5$ (Al menos hay un tratamiento que tiene efecto diferente en el rendimiento del cultivo de MAD)

Donde:

τ_1 = Promedio el rendimiento del cultivo de MAD en la variedad Advanta

τ_2 = Promedio el rendimiento del cultivo de MAD en la variedad Insignia

τ_3 = Promedio el rendimiento del cultivo de MAD en la variedad Dekalb

τ_4 = Promedio el rendimiento del cultivo de MAD en la variedad Argenetics

τ_5 = Promedio el rendimiento del cultivo de MAD en la variedad local

Para los bloques

Ho: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

H1: $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 : Promedio del rendimiento del cultivo de MAD en el bloque I

β_2 : Promedio del rendimiento del cultivo de MAD en el bloque II

β_3 : Promedio del rendimiento del cultivo de MAD en el bloque III

β_4 : Promedio del rendimiento del cultivo de MAD en el bloque IV

Para la prueba de las hipótesis planteadas utilicé el estadístico F de Fisher a un nivel de confianza del 95%, los resultados muestro a continuación:

Tabla 45 — Análisis de variancia del rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	19136.549	2392.069	76.233	0.000
Bloques	3	11.504	3.835	0.122	0.945
Tratamientos	4	1359.446	339.861	10.831	0.001
Error	12	376.539	31.378		
Total	20	19513.089			

R-Cuad. = 96.8%, CV=2.34%

Según las fuentes de variación de la tabla 45 se tiene:

Para el modelo lineal, su valor F de 76.233 y su correspondiente valor-p de 0.000 es

menor que 0.05 (Sig.<0.05) por tanto se rechaza la hipótesis nula concluyendo que el modelo aditivo es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

En los bloques, el valor F de 0.122 y su valor-p de 0.945 es mayor que 0.05 (Sig.>0.05) por tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir que no existe diferencias significativas entre los bloques en el rendimiento del cultivo de MAD.

Para tratamientos, en los rendimientos del cultivo de MAD, el valor del estadístico F de 10.831 y su correspondiente valor-p de 0.001 llevan a rechazar la hipótesis nula (Sig.<0.05) por tanto, afirmo que al menos existe una diferencia significativa en los rendimientos de las variedades del cultivo de MAD.

Para identificar dichas diferencias, procedí a comparar los promedios mediante el método de comparación múltiple de Tukey a un nivel de confianza de 95%, los resultados muestro a continuación.

Tabla 46 — Comparación de promedios múltiples de los rendimientos en las variedades del cultivo de MAD mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
T4. Argenetics	4	23.1950	A	
T5. Testigo	4	24.3350	A	
T3. Dekalb	4	26.1776	A	
T1. Advanta	4	29.6000	A	
T2. Insignia	4	45.7125		B
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes				

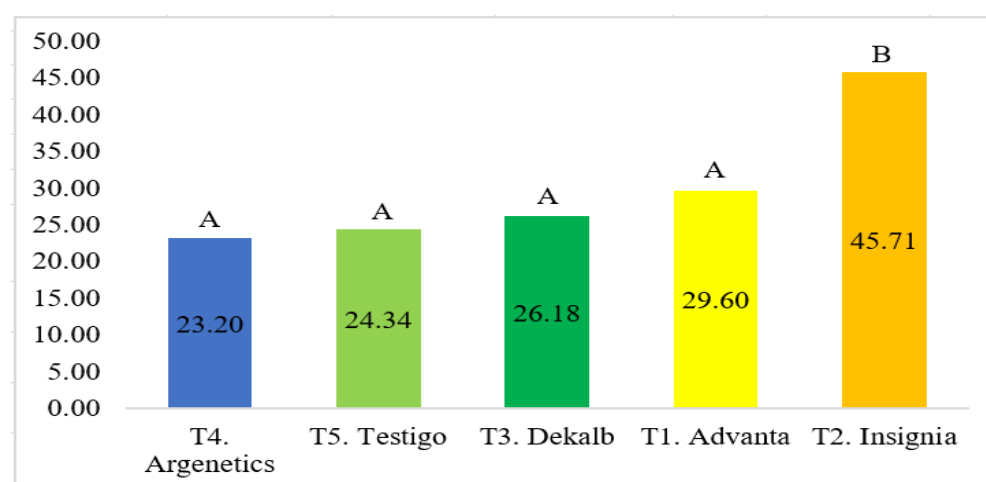


Figura 28 — Histograma del promedio de rendimiento del cultivo de MAD según tratamientos

Según la tabla 46 y figura 28, el MAD de variedad Insignia (T2) tiene mejor rendimiento, lo cual está denotado por su promedio de 45.71 puntos, el mismo que es superior a las variedades Advanta, Dekalb, Testigo y Argenetics respectivamente. Las variedades Advanta, Dekalb, testigo y Argenetics tienen igual puntuación en los rendimientos.

5.2.4.1 Prueba de hipótesis para los indicadores del rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mays* L.)

Los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD está determinado por la masa de grano seco, número de mazorcas por planta y el peso de 100 semillas. Para la prueba de hipótesis y según el diseño experimental propuesto planteo las siguientes hipótesis:

Para el modelo

Ho: El modelo aditivo no es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

H1: El modelo aditivo es lineal de la forma: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} : corresponde a la observación de los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.

μ : es la media general del experimento

τ_i : corresponde al efecto principal del i-ésimo tratamiento sobre los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD

β_j : corresponde al efecto principal del j-ésimo bloque sobre los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD

ε_{ij} : es el error experimental correspondiente al i-ésimo tratamiento y en el j-ésimo bloque

Para los tratamientos

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5$ (todos los tratamientos tienen igual efecto en los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD)

H1: $\tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4 \neq \tau_5$ (Al menos hay un tratamiento que tiene efecto diferente en los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD)

Donde:

τ_1 = Promedio de los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD en la variedad Advanta

τ_2 = Promedio de los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD en la variedad Insignia

τ_3 = Promedio de los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD en la variedad Dekalb

τ_4 = Promedio de los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD en la variedad Argenetics

τ_5 = Promedio de los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD en la variedad local

Para los bloques

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

Donde:

β_1 : Promedio de los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD en el bloque I

β_2 : Promedio de los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD en el bloque II

β_3 : Promedio de los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD en el bloque III

β_4 : Promedio de los indicadores del rendimiento del cultivo de MAD en el bloque IV

Para la prueba de las hipótesis planteadas utilicé el estadístico F de Fisher a un nivel de confianza del 95%, los resultados muestro a continuación:

a) Masa de grano seco

Obtuve el peso de grano seco y se homogenicé a una hectárea anotando el resultado del peso de grano seco por hectárea en t/ha, los resultados del análisis de varianza se muestran a continuación:

Tabla 47 — Análisis de variancia de la masa de grano seco del cultivo de MAD

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	104.009	13.001	644.019	0.000
Bloques	3	0.03799	0.01266	0.63	0.612
Tratamientos	4	5.94477	1.48619	73.42	0.000
Error	12	0.24289	0.02024		
Total	20	104.251			

R-Cuad. = 96.10%, CV= 0.64%

La tabla 47 muestra que la masa de grano seco en el cultivo de MAD, esta explicado en un 96.10% (R-Cuad.) por las condiciones en las que se llevó a cabo el experimento, el error experimental equivalente a 0.64% (CV<30%) indica, que los datos fueron homogéneos y tiene un buen nivel de fiabilidad.

El valor de F de 644.019 y el valor p de 0.000 del modelo conducen al rechazo de la hipótesis nula, por tanto, se acepta que el modelo general es lineal de la forma $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$.

El valor F de 0.63 y su correspondiente valor de la significancia de 0.612 indican que no hubo efecto atribuible a los bloques sobre la masa de grano seco del cultivo de MAD (Sig.>0.05)

Los resultados muestran un valor F de 73.42 y su correspondiente valor-p de 0.000 indican que existe diferencias significativas entre los promedios de la masa de grano seco en las variedades evaluadas de MAD, por tanto, conllevan al rechazo en la hipótesis nula (Sig.< 0.05) y aceptar la hipótesis alterna (H1), concluyendo que al menos una variedad de MAD es significativamente superior en cuanto a la masa de grano seco (rendimiento (t/ha)).

Para determinar que variedad, obtuvo la mayor masa de grano seco, se realizó la prueba múltiple de comparación de medias utilizando el método de Tukey a un nivel de confianza de 0.05 ($\alpha=0.05$), los resultados muestro en la tabla 48.

Tabla 48 — Comparación de promedios múltiples de la masa de grano seco mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación		
T2. Insignia	4	3.139	A		
T1. Advanta	4	2.400		B	
T3. Dekalb	4	2.195		B	
T4. Argenetics	4	1.699			C
T5. Testigo	4	1.639			C
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes					

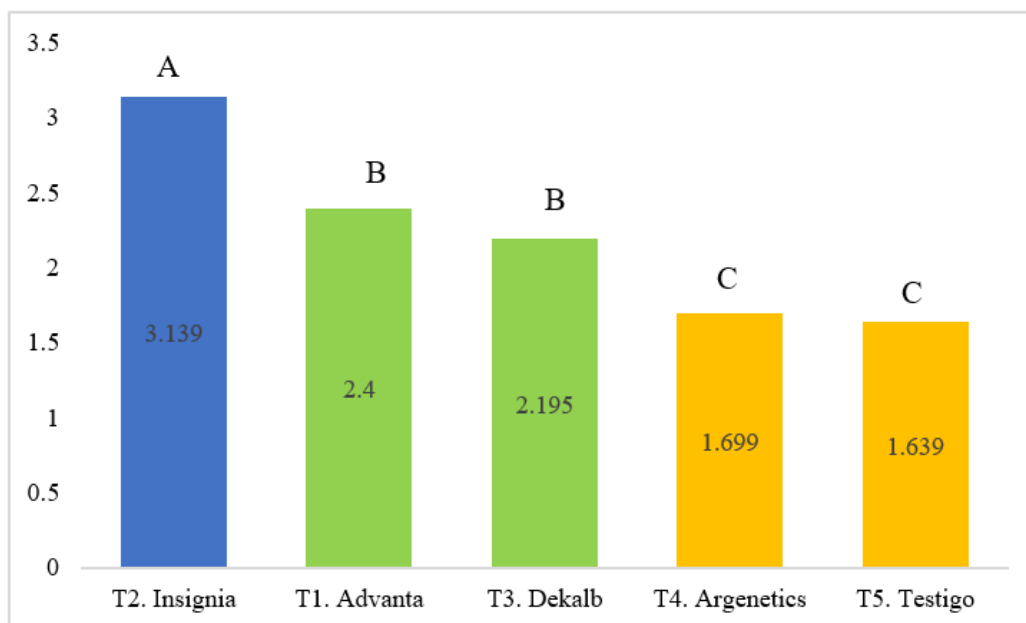


Figura 29 — Histograma del promedio del número de grano seco de MAD según tratamientos

En la tabla 48 y figura 29, los promedios de masa de grano seco se agrupan en tres grupos homogéneos, la variedad de MAD Insignia (T2) obtuvo el mayor peso de grano seco con 3.139 t/ha, siendo significativamente superior a los pesos obtenidos en las variedades Advanta, Dekalb, Argenetics y testigo.

Las variedades de MAD Advanta (T1) y Dekalb (T3) reportan igual masa de grano seco con promedios de 2.40 t/ha y 2.195 t/ha respectivamente, dichos pesos son significativamente superiores a las variedades Argenetics y testigo.

Finalmente, las variedades Argenetics (T4) y variedad local (T5. Testigo) reportan igual masa de grano seco cuyos pesos promedios son de 1.699 t/ha y 1.639 t/ha.

b) Número de mazorcas por planta

Los datos fueron obtenidos por conteo, los resultados de análisis de variancia se muestran a continuación.

Tabla 49 — Análisis de variancia del número de mazorcas por planta en el cultivo de MAD

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	75.362	9.420	363.388	0.000
Bloques	3	0.06109	0.02036	0.79	0.525
Tratamientos	4	0.45492	0.11373	4.39	0.020
Error	12	0.31108	0.02592		
Total	19	75.673900			

R-Cuad. = 62.39%, CV= 8.32%

La tabla 49 muestra que el número de mazorca por planta en el cultivo de MAD, esta explicado en un 62.39% (R-Cuad.) por las condiciones en las que se llevó a cabo el experimento, y en un 37.61% depende de otros factores principalmente la genética, el error experimental equivalente a 8.32% (CV<30%) acreditan la homogeneidad del conjunto de datos por tanto un buen nivel de fiabilidad.

El valor de F de 363.388 y el valor p de 0.000 del modelo conducen al rechazo de la hipótesis nula, por tanto, se acepta que el modelo general es lineal de la forma $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$.

El valor F de 0.79 y su correspondiente valor de la significancia de 0.525 indican que no hubo efecto atribuible a los bloques sobre el número de mazorcas por planta en el cultivo de MAD (Sig.>0.05).

Los resultados para tratamientos muestran un valor F de 4.39 y su correspondiente valor-p de 0.020 indican que existe al menos una diferencia significativa entre los promedios del número de mazorcas por planta en las variedades evaluadas de MAD, por tanto, conllevan al rechazo en la hipótesis nula (Sig.< 0.05) y aceptar la hipótesis alterna (H1), concluyendo que al menos una variedad de MAD es significativamente superior en cuanto al número de mazorcas por planta.

Para determinar que variedad, obtuvo el mayor número de mazorca por planta, se realizó la prueba múltiple de comparación de medias utilizando el método de Tukey

a un nivel de confianza de 95% ($\alpha=0.05$), los resultados se muestran en la tabla 50.

Tabla 50 — Comparación de promedios múltiples del número de mazorcas por planta del cultivo MAD mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
T2. Insignia	4	2.200	A	
T1. Advanta	4	1.950	A	B
T3. Dekalb	4	1.930	A	B
T5. Testigo	4	1.845	A	B
T4. Argenetics	4	1.748		B

Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes

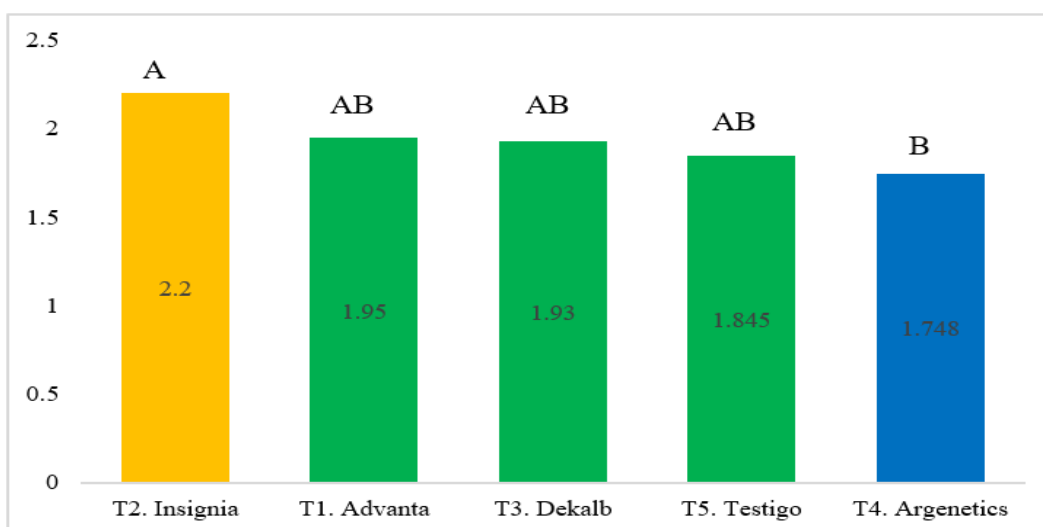


Figura 30 — Histograma del número de mazorcas por planta del MAD según tratamientos

Según los resultados de la tabla 50 y figura 30, se tiene la agrupación de dos conjuntos homogéneos, las variedades Insignia (T2), Advanta (T1), Dekalb (T3) y Testigo (T5) muestran en promedio igual número de mazorcas por planta y son superiores respecto a la variedad Argenetics (T4).

Por otro lado, las variedades Advanta (T1), Dekalb (T3), Testigo (T5) y Argenetics (T4) obtuvieron igual promedio en cuanto al número de mazorcas por planta, siendo inferiores al promedio registrado por la variedad Insignia (T2).

c) Peso de 100 semillas

Tabla 51 — Análisis de variancia del peso de 100 semillas en el cultivo de MAD

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	14327.633	1790.954	57.986	0.000
Bloques	3	12.41	4.135	0.13	0.938
Tratamientos	4	1151.11	287.777	9.32	0.001
Error	12	370.63	30.886		
Total	20	14698.265			

R-Cuad. = 75.84%, CV=21.66%

La tabla 51 muestra que el peso de 100 semillas en el cultivo de MAD, esta explicado en un 75.84% (R-Cuad.) por las condiciones en las que se llevó a cabo el experimento, y en un 24.16% depende de otros factores, el error experimental equivalente a 21.66% (CV<30%) acreditan la homogeneidad del conjunto de datos por tanto un buen nivel de fiabilidad.

El valor de F de 57.986 y el valor p de 0.000 del modelo conducen al rechazo de la hipótesis nula, por tanto, se acepta que el modelo general es lineal de la forma $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$.

El valor F de 0.13 y su correspondiente valor de la significancia de 0.938 indican que no hubo efecto atribuible a los bloques sobre el peso de 100 semillas en el cultivo de MAD (Sig.>0.05).

Los resultados para tratamientos muestran un valor F de 9.32 y su correspondiente valor-p de 0.001 indican que existe al menos una diferencia significativa entre los promedios del peso de 100 semillas en las variedades evaluadas de MAD, por tanto, conllevan al rechazo en la hipótesis nula (Sig.< 0.05) y aceptar la hipótesis alterna (H1), concluyendo que al menos una variedad de MAD es significativamente superior en cuanto al peso de 100 semillas.

Para determinar que variedad, obtuvo el mayor peso de 100 semillas, se realizó la prueba múltiple de comparación de medias utilizando el método de Tukey a un nivel de confianza de 95% ($\alpha=0.05$), los resultados se muestran en la tabla 52.

Tabla 52 — Comparación de promedios múltiples del peso de 100 semillas en el cultivo de MAD mediante el método de Tukey

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
T2. Insignia	4	40.375	A	
T1. Advanta	4	25.250		B
T3. Dekalb	4	22.053		B
T5. Testigo	4	20.850		B
T4. Argenetics	4	19.750		B
Las medias que no comparten una misma letra son significativamente diferentes				

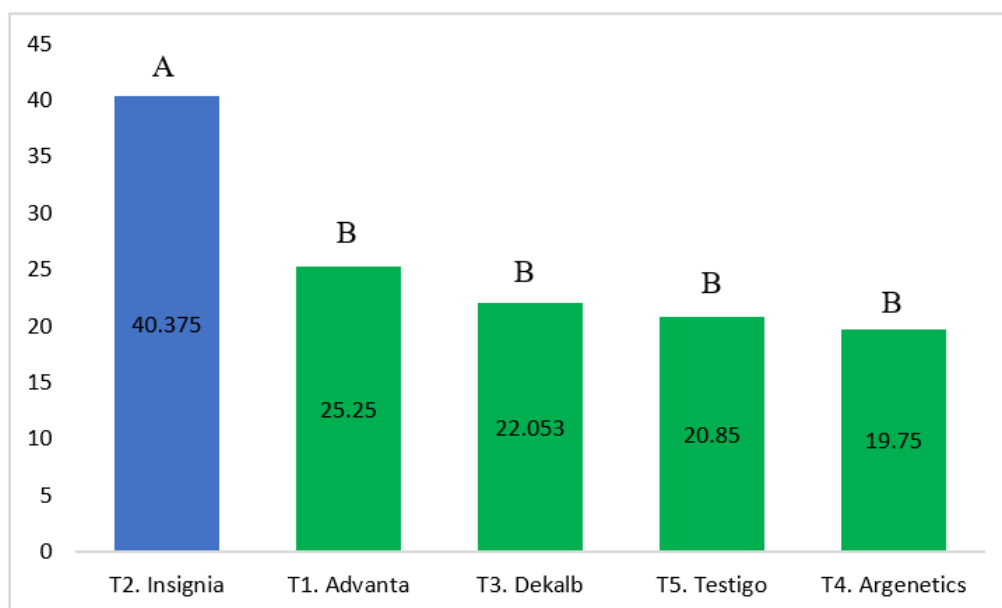


Figura 31 — Histograma del promedio de peso de 100 semillas de MAD según tratamientos

Los resultados de la tabla 52 y figura 31, se muestran en dos grupos homogéneos, siendo la variedad Insignia (T2) cuyo peso de 100 semillas fue de 40.375 g, resultando ser significativamente superior a los pesos de 100 semillas de las variedades Advanta, Dekalb, Testigo y Argenetics, que obtuvieron promedios de 25.250 g, 22.053 g, 20.850 g y 19.750 g respectivamente, a su vez dichas variedades no muestran diferencias significativas en cuanto al peso de 100 semillas.

5.3 Discusiones

a) Fenología de cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*)

La fenología del cultivo de maíz amarillo duro fue clasificada en etapa vegetativa y reproductiva lo cual es coherente con ENDICOTT *et al.* (2015) quienes reportan que la etapa vegetativa esta considerada desde la emergencia hasta la aparición de las panojas y la etapa reproductiva es considerado desde la aparición de los estigmas hasta la formación del grano maduro, las variedades Advanta, Insignia, Dekalb y Argenetics reportan 191 días de ciclo vegetativo mientras que la variedad local fue de 170 días dichos resultados son cercanos a los reportados por GRANADOS RAMÍREZ Y SARABIA RODRÍGUEZ (2013) quienes reportan un periodo de crecimiento para el maíz entre 160 a 170 días entre 10 a 25°C y 500 a 600 mm de precipitación anual, la duración del ciclo fenológico del cultivo de maíz según, (VALDEZ-TORRES *et al.* (2012) puede atribuirse a las condiciones meteorológicas de una campaña agrícola a otra, por su parte OLIVEIRA, MOREIRA Y FERREIRA (2013) y GORDÓN *et al.* (2017) coinciden que la duración del periodo vegetativo del maíz obedece a la interacción medioambiente – genotipo.

La curva de crecimiento del MAD tuvo un desplazamiento sigmoide a partir de la sexta hoja hasta la hoja 19, dicha presentación es similar a lo obtenido por GAVIRIA-HERNÁNDEZ (2016) quien manifiesta que “la fenología de las plantas de maíz, da origen a una curva sigmoide”. La etapa reproductiva de las variedades Insignia, Advanta, Dekalb y Argenetics ha tenido una duración de 82 días, frente a 62 días de la variedad local (testigo), los reportes muestran que la etapa de siembra - emergencia (etapa I) se dio a los 8 días después de la siembra, frente a 7 días para la variedad local, la etapa emergencia - panoja (etapa II) se dio a los 109 días, frente a 108 días para la variedad local, la etapa panoja - espiga (etapa III) se dio a los 125 días frente a 124 días de la variedad local, la etapa espiga - maduración (etapa IV) fue de 191 días frente a 170 días de la variedad local, dichos resultados no fueron significativamente diferentes (Sig.>0.05).

b) Características biométricas del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz L.*)

Fue representado mediante la altura de planta (m), altura de inserción a la primera mazorca (cm), número de granos por mazorca, número de hileras por mazorca, diámetro de mazorca (cm) y longitud de mazorca (cm) lo cual es semejante a las características agronómicas de



20 híbridos de maíz reportador por (GAVIRIA-HERNÁNDEZ 2016).

La variedad Insignia obtuvo la mayor altura de planta con 1.730 metros, siendo significativamente ($\text{Sig.} < 0.05$) superior a las variedades Advanta, Dekalb, Argenetics y testigo respectivamente, que obtuvieron promedios de 1.65 m, 1.561 m, 1.548 m y 1.4625 m, dichas alturas de planta, se encuentran dentro de los intervalos reportados por OÑATE ZÚÑIGA (2016) quien menciona que el MAD tienen tamaños variables que van desde 0.6 m hasta 2.4 m y depende del lugar donde se cultivan, igualmente ORTEGA-GÓMEZ *et al.* (2010) reporta alturas entre 1.46 a 1.78 m, en 7 genotipos de MAD, en condiciones del clima de Nariño - Colombia (2750 msnm), por su parte CHURA CHUQUIJA Y TEJADA SORALUZ (2014) indica que la altura de planta tiene relación con el tamaño de la mazorca y está íntimamente relacionado a la densidad de plantas cultivadas, esto desde la premisa que a menor densidad se tiene mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo y mayor horas luz, por tanto mayor altura.

En relación a la altura de inserción a la primera mazorca, se reporta la mayor altura en la variedad Insignia (T2) con 61.150 cm, luego variedad Advanta (T1) con 47.02 cm, Argenetics (T4) con 43.99 cm y Dekalb (T3) con 41.79 cm, siendo significativamente ($\text{Sig.} < 0.05$) superiores a la variedad testigo que alcanzó 18.975 cm, solo la variedad Insignia clasifica como MAD de porte bajo según HIDALGO-SÁNCHEZ *et al.* (2020) quienes clasifican en plantas de maíz híbrido de porte bajo entre 59 a 85 cm y de porte alto hasta 175 cm, la altura a la primera mazorca es un atributo cuya importancia radica en la tolerancia a las altas densidades y resistencia al acame, por tanto está relacionado con los rendimientos de la producción, por su parte CORAL VALENZUELA *et al.* (2019) reporta altura a la mazorca de entre 59.93 a 77.82 cm.

En cuanto al número de granos, no se encontraron diferencias significativas entre las variedades Insignia y Dekalb, dichas variedades reportaron los mayores promedios con 629.75 y 618.50 granos/mazorca respectivamente frente a la variedad local (testigo) que alcanzó 424 granos/mazorca, según RIVAS-JACOBO *et al.* (2018) “el número promedio de granos por mazorca disminuye a medida que aumenta la distancia entre la fuente polinizadora y la receptora” (p. 4), en su estudio del “comportamiento de componentes agronómicos y su productividad en híbridos trilineales de maíz forrajero (*Zea mays* L.)” reportó valores máximos de 797.57 granos/mazorca y valores mínimos de 547.02



granos/mazorca, SOCARRAS *et al.* (2017) menciona que el número de granos por mazorca, el número de hileras por mazorca y la prolificidad determinan los rendimientos de la producción del MAD, en su investigación denominada “incidencia de biofertilizantes (Tetrabiol y Lactobiol) con abono químico (PO₅, KCl y UREA) en las variables fitométricas de tres genotipos de maíz (*Zea mays*) (Criollo Mexicano, Híbrido DK 234 Y OGM-PIONNER 30F35H)” reporta pesos de grano seco de 79.808 g para la variedad criollo mexicano, 81.238 g para la variedad Dekalb 234 y 115.837 g para la variedad Pioneer 30F35H.

Se reporta diferencias significativas en el número de hileras por mazorca siendo la variedad Insignia la que obtuvo el mayor número de hileras por mazorca con un promedio de 15.75 hileras, luego Advanta y Dekalb con promedio de 13.750 hileras, después Argenetics con promedio de 13.500 hileras y la variedad local (testigo) con 13.250 hileras, según RIVAS-JACOBO *et al.* (2018) el 57% del número de hileras por mazorca es una expresión del índice de heredabilidad, el autor reporta 18.23 hileras por mazorca como máximo para variedades híbridas de MAD y de 14.52 hileras por mazorca para variedades criollos, en cuanto a los diámetros de mazorca reporta valores de 5.109 cm como máximo y de 4.689 cm como mínimo, valores que son cercanos a los obtenidos en la presente investigación donde el mayor diámetro de mazorca fue para la variedad Insignia con 5.860 cm como máximo y de 4.941 cm para la variedad local (testigo), la longitud de mazorca la variedad Advanta e Insignia obtuvieron promedios de 21.727 cm y 21.721 cm respectivamente, resultando ser superiores a la variedad Agenesics (18.031 cm), Dekalb (17.560 cm) y variedad local (16.456 cm), dichos resultados se encuentran dentro de los intervalos reportados por (CORAL VALENZUELA *et al.* 2019; RIVAS-JACOBO *et al.* 2018; HIDALGO-SÁNCHEZ *et al.* 2020) cuyos reportes tienen el intervalo entre 14.2 a 17.6 cm para un grupo de 15 cruza simples sobresalientes, a su vez mencionan que la longitud de mazorcas tiene íntima relación con el número de granos por mazorca y por tanto, con los rendimientos de la producción. Finalmente, en palabras de CORAL VALENZUELA *et al.* (2019) “las características de altura de planta, altura de mazorca y diámetro de mazorca” pueden ser atribuidas al “origen genético y son poco influenciadas por el ambiente”.

c) Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mayz* L.)

Conformado por el peso de 100 semillas, número de mazorcas por planta y masa de grano



seco, la variedad Insignia (T2) obtuvo el mayor peso de 100 semillas con 40.375 g, mayor número de mazorcas con 2.20 y mayor rendimiento de 3.139 t/ha, en comparación con el menor peso de 100 semillas de 19.75 g y menor número de mazorcas para la variedad Argenetics y menor rendimiento de 1.639 t/ha para la variedad local (testigo), al respecto CHURA CHUQUIJA Y TEJADA SORALUZ (2014) mencionan que la expresión del rendimiento del MAD está determinada por el alto peso de 100 semillas, número de mazorcas, número de hileras por mazorca y el peso de la mazorca, en la ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PUCALLPA (2011) se reportó el peso de 100 semillas de 27.48 g para la variedad INIA 616 y rendimientos en campo de agricultores de 5 t/ha y potencialmente puede llegar a 7 t/ha, PALOMINO QUISPE (2014) consigue un rendimiento en grano para la variedad NIA611-NUT de 8.821 t/ha y de 7.4863 t/ha para la variedad Cargill y de 7.486 t/ha para la variedad Marginal, SÁNCHEZ LÓPEZ (2018) obtiene rendimientos entre 3.791 t/ha a 8.442 t/ha en una variedad local en condiciones del CIP Santo Tomas, Abancay, Apurímac, los resultados de rendimiento en la presente investigación se acerca a dicho intervalo debido a que comparten semejantes características de clima y manejo agronómico, según la guía técnica de DEKALB (2012) los factores que determinan un buen potencial de rendimientos del MAD son la radiación, temperatura, genotipo, densidad y fecha de siembra, mientras que los factores limitantes son agua y nutrientes y los factores reductores son malezas, plagas, enfermedades y granizo, el mismo autor señala que el rendimiento para la variedad Dekalb es mayor de 5 t/ha y según la ficha técnica de ADVANTA (2017) se reporta el peso de 100 semillas de 44.3325 g y potencial de rendimiento muy bueno.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En respuesta a los objetivos e hipótesis planteados se concluye:

Primero, No se registró diferencias significativas en la fenología del cultivo, siendo de 191 días para el MAD de las variedades Advanta, Insignia, Dekalb y Argenetics y de 170 días para la variedad local, las curvas de crecimiento para todas las variedades evaluadas adoptaron un desplazamiento sigmoide desde la sexta hoja hasta la hoja 19, la etapa vegetativa para las variedades Insignia, Advanta, Dekalb y Argenetics fue de 109 días y la etapa reproductiva de 82 días y para la variedad local, la etapa vegetativa fue de 108 días y la reproductiva de 62 días.

Segundo, se atribuyó a la variedad Insignia las mejores características biométricas con una altura de 1.730 metros, altura de inserción a la primera mazorca de 61.150 cm, promedio de 629.75 granos/mazorca, promedio de 15.75 hileras/mazorca, 5.869 cm de diámetro de mazorca y 21.721 cm de longitud de mazorca siendo dichos valores significativamente (Sig.<0.05) superiores a la variedad local que obtuvo 1.4625 m, de altura de planta, 18.975 cm de altura de inserción a la primera mazorca, 424 granos/mazorca, 13.250 hileras/mazorca, 4.941 cm de diámetro de mazorca y de 16.456 cm de longitud de mazorca

Tercero, la variedad Insignia obtuvo las mejores características del rendimiento del cultivo de MAD (*Zea Mayz* L.) con el peso de 100 semillas, de 40.375 g, mayor número de mazorcas con promedio de 2.20 y mayor rendimiento de 3.139 t/ha, dichas características mostraron diferencias significativas (Sig.<0.05) frente al tratamiento testigo (variedad local) que obtuvo 19.75 g de peso de 100 semillas y el menor rendimiento de 1.639 t/ha.

Finalmente, se concluye que la variedad Insignia del cultivo de MAD tiene mejor comportamiento agronómico en cuanto al rendimiento y característica biométricas y la variedad local tiene mejor comportamiento fenológico en condiciones del clima del valle de Lucre, Curasco, Grau, Apurímac.



6.2 Recomendaciones

De acuerdo a los resultados alcanzados se recomienda:

A los agricultores del valle de Lucre de la provincia de Grau, se recomienda instalar el cultivo de maíz amarillo duro con la variedad Insignia ya que ha reportado resultados favorables en rendimiento y características biométricas frente a la variedad local

A las instituciones públicas y privadas, se recomienda gestionar el funcionamiento de estaciones meteorológicas, para tomar decisiones acertadas en la instalación de cultivos

A los estudiantes y docentes de la UNAMBA se recomienda replicar la investigación incorporando nuevas fechas de siembra, nuevos pisos ecológicos y comparar la variedad Insignia con otras variedades locales



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADVANTA, 2017. *Advanta 9313 el color que gana* [en línea]. 2017. S.l.: s.n. Disponible en: http://www.farmagro.com.pe/media_farmagro/uploads/programa_pdf/folleto_maiz_advanta_2_curvas.pdf.

ARGENETICS, [sin fecha]. ARG 7753 BT – Argenetics Semillas. [en línea]. [Consulta: 6octubre 2019]. Disponible en: <http://argeneticssemillas.com.ar/producto/arg-7753-bt/>.

MARRIOS, M. Y BASSO, C., 2018. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre componentes del rendimiento y calidad nutricional del grano de seis híbridos de maíz. *Bioagro* [en línea], vol. 30, no. 1, pp. 39-48. DOI 10.17268/sci.agropecu.2018.01.03. Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=ae276f4b-2026-4d36-9afb-b20d34b59fb7%40pdc-v-sessmgr06>.

CARPIO, C.A., ESTRADA, J.A.S.E., AGUILAR-MARISCAL, I. Y PÉREZ-RAMÍREZ, A., 2017. Crecimiento, rendimiento y rentabilidad del maíz VS-535 en función del biofertilizante y nitrógeno. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* [en línea], vol. 4, no. 12, pp. 475-483. [Consulta: 14 octubre 2019]. ISSN 2007-901X. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6343370>.

CHEREQUE-MORÁN, W., 2009. *Hidrología pra estudiantes de ingeniería civil*. Lima, Perú: CONCYTEC.

CHUMPITAZ QUEVEDO, D.J., 2018. *Densidades de siembra y dos variedades de maiz amarillo duro (Zea mays L.) con abono foliar en la localidad de La Molina* [en línea]. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. [Consulta: 8 septiembre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3561>.

CHURA CHUQUIJA, J. Y TEJADA SORALUZ, J., 2014. Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de La Molina, Perú. *14 de febrero de 2014* [en línea], vol. 32, no. 1, pp. 113-118. [Consulta: 6 septiembre 2019]. ISSN 0718-3429. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-34292014000100014&script=sci_arttext&tlng=en.

CHURA, J., MENDOZA-CORTEZ, J.W. Y DE LA CRUZ, J.C., 2019. Dosis y fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra del maíz amarillo duro. [en línea],



vol. 10, no. 2, pp. 241-248. [Consulta: 9 septiembre 2019]. ISSN 20779917. DOI 10.17268/sci.agropecu.2019.02.09. Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=137500119&authtype=sso&custid=s9226804&lang=es&site=eds-live&scope=site&authtype=ip,sso&custid=s9226804>.

CORAL VALENZUELA, J.V., ANDRADE BOLAÑOS, H.J., PUMISACHO GUALOTO, M.M., CAICEDO CHÁVEZ, J.D. y SALAZAR VIZUETE, D.R., 2019. Caracterización morfológica y agronómica de dos genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en la zona media de la parroquia Malchinguí. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, vol. 11, no. 1, pp. 40-49. ISSN 2528-7788. DOI 10.18272/aci.v11i1.1091.

DEKALB, 2012. *Guía técnica Dekalb zafriña propuesta de valor*. 2012. S.l.: s.n.

DELGADO OLAVE, L.S., 2016. *Identificación del agente causal y control químico de la mancha foliar en maíz amarillo duro (Zea mays L.) a nivel in vitro en el distrito de Santa Ana - La Convención - Cusco* [en línea]. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo Tropical. La Convención - Cusco - Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. [Consulta: 8 septiembre 2019]. Disponible en: http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/1864/253T20160251_TC.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

ENDICOTT, S., BRUELAND, B., KEITH, R., SCHON, R., BREMER, C., FARNHAM, D., DEBRUIN, J., CLAUSEN, C., STRACHAN, S. Y CARTER, P., 2015. *Maíz crecimiento y desarrollo*. 2015. S.l.: Pioneer.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA PUCALLPA, 2011. *Maíz amarillo duro INIA 616 Ucayali*. 9 septiembre 2011. Pucallpa, Perú: Estación Experimental Agraria Pucallpa - Ucayali.

EYHÉRABIDE, G.H., [sin fecha]. *Bases para el manejo del cultivo de maíz* [en línea]. Buenos Aires - Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA. ISBN 978-987-679-141-0. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_bases_para_el_manejo_de_maiz_reglon_100-2_2.pdf.

EYSSAUTIER DE LA MORA, M., 2017. *Metodología de la investigación. Desarrollo de la inteligencia*. 5. México: s.n. 9. ISBN 978-85-7811-079-6.



FARMAGRO S.A., 2019. ADVANTA 9313 - Semilla de Maíz. [en línea]. [Consulta: 6 octubre 2019]. Disponible en: <http://www.farmagro.com.pe/p/advanta-9313/>.

FERRARI, M., 2017. *Biometria e estratégias de seleção em progênies S1 de milho crioulo* [en línea]. Tesis de pre grado. Pelotas, Brasil: Universidade Federal de Pelotas. Disponible en: http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/bitstream/prefix/3211/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o_Mauricio_Ferrari.pdf.

GALINAT, W.C., 1995. El origen del maíz: Grano de la humanidad. *Economic Botany* [en línea], vol. 49, no. 1, pp. 3-12. ISSN 00130001. DOI 10.1007/BF02862270. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/BF02862270>.

GAVIRIA-HERNÁNDEZ, B.S., 2016. Análisis de la fenología e índices de crecimiento de maíz (*Zea mays* L.) variedad pioner, Curd - Armero Tolima. *ResearchGate* [en línea], pp. 12. [Consulta: 6 octubre 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/322477901_analisis_de_la_fenologia_e_indices_de_crecimiento_de_maiz_zea_mays_l_variedad_Pioneer_curdn-armero_Tolima.

GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC, 2021. Plan de desarrollo regional concertado Apurímac al 2030. [en línea]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2547572/PDRC%20Apurimac%20fase%201.pdf.pdf>.

GORDÓN, M.R., FRANCO, B.J., NÚÑEZ, C.J., SÁEZ, C.A. Y JAÉN, V.J., 2017. Adaptabilidad de 20 híbridos de maíz a las condiciones agroclimáticas La identificación y selección de genotipos que se adapten a las distintas condiciones ambientales , así como determinar híbridos con alto rendimiento y buena estabilidad agronómica es e. , vol. 1, no. 2, pp. 1-17. ISSN 25209892.

GRANADOS RAMÍREZ, R. Y SARABIA RODRÍGUEZ, A.A., 2013. Cambio climático y efectos en la fenología del maíz en el DDR-Toluca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* [en línea], vol. 4, no. 3, pp. 435-446. [Consulta: 14 octubre 2019]. ISSN 2007-0934. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342013000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

GRANDE TOVAR, C.D. Y OROZCO COLONIA, B.S., 2013. Producción y procesamiento del maíz en Colombia. *Revista Guillermo de Ockham* [en línea], vol. 11, no. 1, pp. 97-110.



[Consulta: 30 septiembre 2019]. ISSN 2256-3202. DOI 10.21500/22563202.604. Disponible en: <http://revistas.usbbog.edu.co/index.php/GuillermoOckham/article/view/604>.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. Y BAPTISTA LUCIO, P., 2014. *Metodología de la investigación*. Sexta edic. México: s.n. ISBN 978-1-4562-2396-0.

HIDALGO-SÁNCHEZ, M.G., GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, V.A., MENDOZA-ONOFRE, L., CRUZ-HUERTA, N. Y RAMÍREZ-RAMÍREZ, I., 2020. Desempeño de arquetipos de maíz (*Zea mays* L.) en dos densidades de población. *Agrociencia*, vol. 54, no. 2015, pp. 491-504.

HIJAR CADILLO, C.G., 2018. *Niveles de nitrógeno y momentos de riego en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.) híbrido PM- 213, bajo goteo* [en línea]. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. [Consulta: 8 septiembre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3302>.

HILJE, L. Y RODRÍGUEZ, H., 1987. Crecimiento, Fenología y acumulación de biomasa en una población experimental de maíz (*Zea mays* L.), en Barva, Costa Rica. *Uniciencia* [en línea], vol. 4, no. 1-2, pp. 35-43. [Consulta: 14 octubre 2019]. ISSN 2215-3470. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5381186>.

IGLESIAS ABAD, S., ALEGRE ORIHUELA, J., SALAS MACÍAS, C. Y EGÜEZ MORENO, J., 2018. El Rendimiento del Maíz (*Zea Mays* L.) mejora con el uso del biochar de eucalipto. *Scientia Agropecuaria* [en línea], vol. 9, no. 1, pp. 25-32. DOI 10.17268/sci.agropecu.2018.01.03. Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=ae276f4b-2026-4d36-9afb-b20d34b59fb7%40pdc-v-sessmgr06>.

INIA, E.E.A.P., 2011. Maíz amarillo duro INIA 616 Ucayali. *Instituto Nacional de Innovación Agraria* [en línea], pp. 2. [Consulta: 8 septiembre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/542>.

INTERCOC, [sin fecha]. *Ficha técnica: Insignia 105* [en línea]. S.l.: Intercoc, Empresa de la Corporación Custer. [Consulta: 6 octubre 2019]. Disponible en: http://interoc-custer.com/wp-content/uploads/2015/08/Insignia_105.pdf.

JARA CALVO, W., 2014. *Manejo integrado del cultivo y de las plagas del maíz* [en línea]. 2014. S.l.: s.n. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en:



https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/112/1/Manejo_integrado_del_cultivo_2014.pdf.

LEON, J., 2000. *Botánica de los cultivos tropicales*. Tercera edición. San José, Costa Rica: Editorial Agroamérica Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. ISBN 92-9039-395 5.

LUCHSINGER-L., A. Y CAMILO-F., F., 2008. Cultivares de maíz dulce y su comportamiento frente a distintas fechas de siembra en la región. *IDESIA (Chile)* [en línea], vol. 26, no. 2, pp. 45-52. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v26n2/art06.pdf>.

MACROBERT, J.F., SETIMELA, P., GETHI, J. Y WORKU REGASA, M., 2015. *Manual de producción de semilla de maíz híbrido* [en línea]. 2015. S.l.: Editorial Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - CIMMYT. [Consulta: 2 octubre 2019]. Disponible en: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MINAG, 2012. Cadena Productiva de Maíz Amarillo Duro. [en línea]. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/30-sector-agrario/maiz>.

MOGOLLÓN ÑÁÑEZ, R.J., 2015. *Rentabilidad del maíz amarillo duro (Zea mays) resistente al gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en el distrito de Jayanca, departamento de Lambayeque*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

MOGOLLON ÑÁÑEZ, R.J., 2015. *Rentabilidad del maíz amarillo duro (Zea mays) resistente al gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en el distrito de Jayanca, departamento de Lambayeque* [en línea]. Tesis para optar el Título de Economista. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. [Consulta: 8 septiembre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2027/E16-M62-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MONTESILLO-CEDILLO, J.L., 2016. Rendimiento por hectárea del maíz grano en México: distritos de riego vs temporal. *Economía Informa* [en línea], vol. 398, pp. 60-74. [Consulta: 11 septiembre 2019]. ISSN 0185-0849. DOI 10.1016/j.ecin.2016.04.005. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0185084916300056?token=A50BD2A4A1B782B9263CB7693D688328E12C7B3900A1DC87806F7EB462474919A7DA6B892985DF2CFDCF F1A5151D1311>.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COYLLURQUI, 2013. *Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Coyllurqui 2012-2021* [en línea]. 2013. S.l.: s.n. Disponible en: https://www.peru.gob.pe/docs/planes/10451/plan_10451_2016_PDC_Coyllurqui.PDF.

NORIEGA GONZÁLEZ, L.A., PRECIADO ORTIZ, R.E., ANDRIO ENRÍQUEZ, E., TERRÓN IBARRA, A.D. Y COVARRUBIAS PRIETO, J., 2018. Fenología, crecimiento y sincronía floral de los progenitores del híbrido de maíz QPM H-374C. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea], vol. 2, no. 4, pp. 489-500. [Consulta: 3 septiembre 2022]. ISSN 2007-9230, 2007-0934. DOI 10.29312/remexca.v2i4.1635. Disponible en: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1635>.

OLIVEIRA, R.B.R. DE, MOREIRA, R.M.P. Y FERREIRA, J.M., 2013. Adaptability and stability of maize landrace varieties. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 34, no. 6, pp. 2555. ISSN 1679-0359. DOI 10.5433/1679-0359.2013v34n6p2555.

OÑATE ZÚÑIGA, L.A., 2016. *Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular de maíz (Zea mays L.) blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del Canton Ceballos*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, (FAO), 2002. Los fertilizantes y su uso. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO* [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/documents/card/es/c/b0f8bfc5-4c95-54b0-80cd-96b810006037/>.

ORTEGA-GOMEZ, C., ORTEGA-BETANCOURTH, F., TORRES-MARTÍNEZ, F. Y LAGOS-BURBANO, T.C., 2010. Comportamiento agronómico de siete genotipos de maíz amarillo Zea mays L. Bajo condiciones de clima medio en el departamento de Nariño. *Revista de Agronomía Universidad de Nariño*, vol. 27, no. 1, pp. 18-26. ISSN 0120-0135.

PALIWAL, R.L., GRANADOS, G., LAFITTE, H.R., VIOLIC, A.D. Y MARATHÉE, J.P., 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO* [en línea]. [Consulta: 2 octubre 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/X7650S/x7650s16.htm>.

PALOMINO QUISPE, A.S., 2014. *Rendimiento de seis variedades de maíz amarillo duro (Zea mays L. Indurata St). Pichari, Cuzco 480 msnm*. S.l.: Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga.



PEZO-GARCÍA, Y.A., 2012. *Comportamiento de siete híbridos y su efecto sobre las características agronómicas y el rendimiento de Zea mays L. (maíz amarillo duro) en selva alta- Estación Experimental El Porvenir- San Martín* [en línea]. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. San Martín: Universidad Nacional De La Amazonía Peruana. [Consulta: 11 septiembre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/UNAP/2912>.

RAMÍREZ, R.G. Y RODRÍGUEZ, A.A.S., 2013. Cambio climático y efectos en la fenología del maíz en el DDR-Toluca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* [en línea], vol. 4, no. 3, pp. 435-446. [Consulta: 14 octubre 2019]. ISSN 2007-0934. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4805390>.

RICRA-REYES, C.P., 2017. *Estudio comparativo de veinte híbridos en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en el Instituto Nacional de Innovación Agraria - Chiclayo* [en línea]. tesis de pregrado. Chiclayo, Perú: Universidad César Vallejo. [Consulta: 7 octubre 2019]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16530/Ricra_RCP.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

RIVAS-JACOBO, M.A., CARBALLO-CARBALLO, A., QUERO-CARRILLO, A.R., HERNÁNDEZ-GARAY, A., ROJAS-GARCÍA, A.R. Y MENDOZA-PEDROZA, S.I., 2018. Comportamiento de componentes agronómicos y su productividad en híbridos trilineales de maíz forrajero (Zea mays L.). , vol. 11, no. 5, pp. 93-99.

SÁNCHEZ LÓPEZ, W., 2018. *Efecto Biocida del extracto de barbasco (Lonchocarpus utilis a.c.sm) para control del cogollero (Sphodopthera frugiperda s.) de maíz amarillo duro- en el centro investigación producción santo tomas – Pichirhua – Abancay- 2017* [en línea]. Tesis de pre grado. Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes. Disponible en: http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/128/Tesis-Efecto%20Biocida%20del%20extracto%20de%20BarbascoT040_40045390_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SENAMHI-PERÚ, 2022. Datos hidrometeorológicos. [en línea]. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/servicios/?p=estaciones>.

SOCARRAS, J., ORTEGA, Y., TAFUR, J. Y OROZCO, J., 2017. Incidencia de biofertilizantes (Tetrabiol y Lactobiol) con abono químico (PO5, KCl y UREA) en las variables fitométricas de tres genotipos de maíz (Zea mays) (Criollo Mexicano, Híbrido DK 234 y OGM-Pionner



30F35H). *Bistua Revista De La Facultad De Ciencias Basicas*, vol. 15, no. 2, pp. 21-28. ISSN 0120-4211. DOI 10.24054/01204211.v2.n2.2017.2880.

SPIEGEL, M.R. Y STEPHENS, L.J., 2017. *Estadística*. Cuarta. Santa fé, México: s.n. ISBN 978-0-415-47597-6.

SUÁREZ DE CASTRO, F., 1993. *Agricultura, biotecnología y propiedad intelectual*. San José, Costa Rica: Editorial Agroamérica Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Programa de Generación y Transferencia de Tecnología. Serie Publicaciones Misceláneas / IICA, N° A1/SC-93-05. ISBN 0534-5391.

VALDEZ-TORRES, J.B., SOTO-LANDEROS, F., OSUNA-ENCISO, T. Y BÁEZ-SAÑUDO, M.A., 2012. Modelos de predicción fenológica para maíz blanco (*Zea mays* L.) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). *Agrociencia*, vol. 46, no. 4, pp. 399-410. ISSN 2521-9766.

VARGAS, L.A., 2014. El maíz, viajero sin equipaje. *Anales de Antropología* [en línea], vol. 48, no. 1, pp. 123-137. [Consulta: 11 septiembre 2019]. ISSN 0185-1225. DOI 10.1016/S0185-1225(14)70492-8. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185122514704928>.

YZARRA-TITO, W.J. Y LÓPEZ-RÍOS, F.M., 2011. *Manual de observaciones fenológicas* [en línea]. 2011. S.l.: SENAMHI. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>.

ZÚÑIGA-OÑATE, L.A., 2016. *Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular de maíz (Zea mays L.) blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del Canton Cevallos* [en línea]. Tesis de pre grado. Cevallos - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. [Consulta: 7 octubre 2019]. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/Tesis-116%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20371.pdf><http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/Tesis-116%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20371.pdf>.



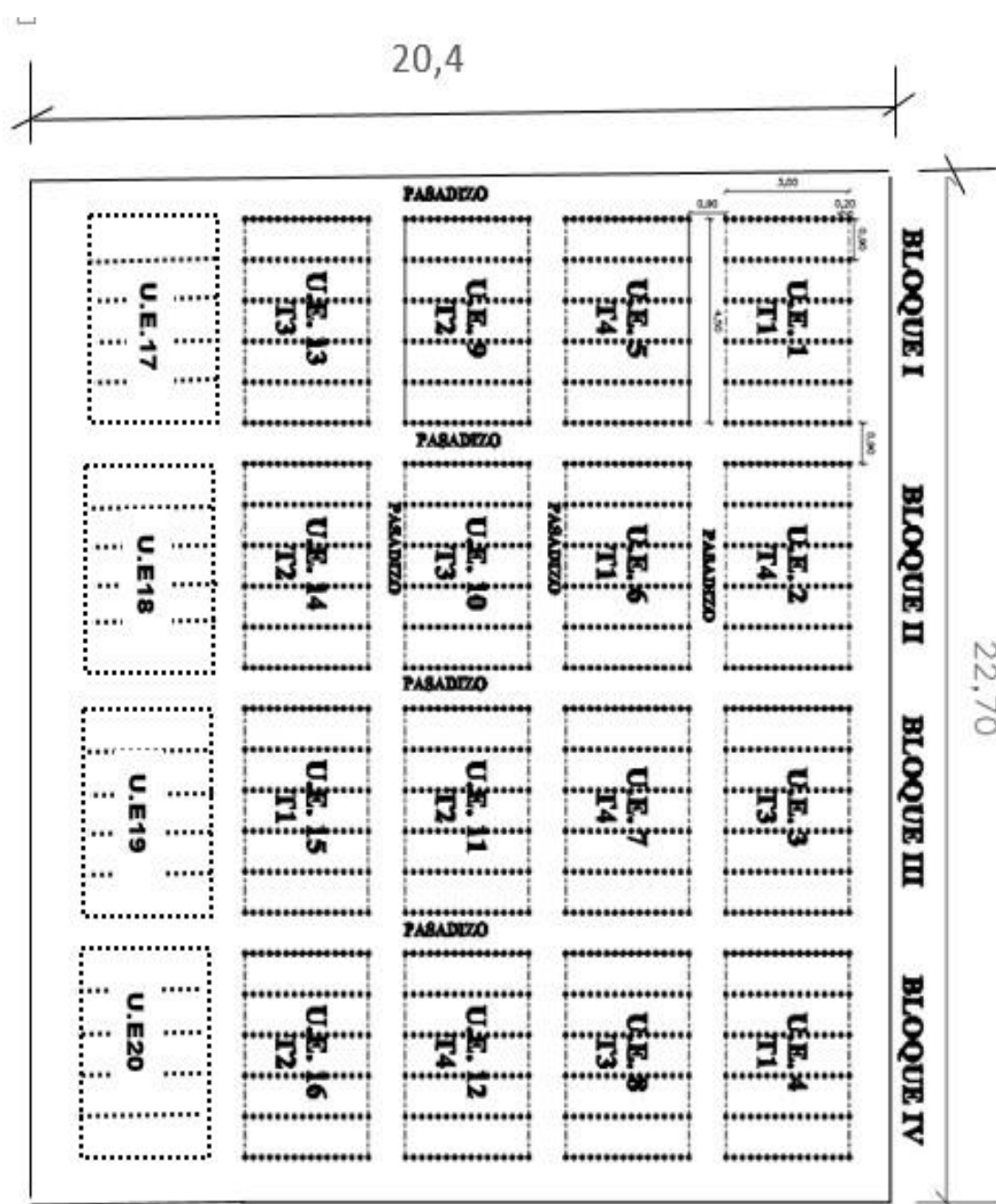
ANEXOS



ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES
Problema general ¿Cuál es el comportamiento agronómico en cuanto a rendimiento, fenología y características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau?	Objetivo general Evaluar el comportamiento agronómico en cuanto a rendimiento, fenología y características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.	Hipótesis general Existen diferencias significativas en el comportamiento agronómico en cuanto a rendimiento, fenología y características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.	Variable independiente: Híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>).
Problemas específicos: ¿Cuál es el comportamiento de la fenología de cultivo de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau?	Objetivos específicos: Evaluar la fenología de cultivo de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.	Hipótesis específicas: Existen diferencias significativas en el comportamiento fenológico de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.	Variables dependientes: • Fenología de cultivo de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) Indicadores: Etapas vegetativas: VE. Emergencia V1. Primera hoja V2. Segunda hoja V3. Tercera hoja Vn. Enésima hoja VT. Aparición de las primeras panojas Etapas reproductivas: R1. Aparición de los estigmas R2. Blíster R3. Grano lechoso R4. Grano pastoso R5. Grano dentado R6. Grano maduro
¿Cuál es el comportamiento de las características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau?	Comparar las características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.	Existen diferencias significativas en las características biométricas de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.	• Características biométricas del cultivo de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) Indicadores Altura de planta Altura de inserción a la primera mazorca Número de granos por hilera Número de hileras por mazorca Longitud y diámetro de mazorca
¿Cuál es el comportamiento de rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau?	Comparar el rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.	Existen diferencias apreciables en el rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) en condiciones de clima del valle de Lucre – Curasco, Grau.	• Rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (<i>Zea Mayz L.</i>) Indicadores Masa de grano seco Número de mazorcas por planta Peso de 100 semillas

ANEXO 2 DISEÑO DEL CAMPO EXPERIMENTAL



ANEXO 3. DATOS DE CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS Y RENDIMIENTO

Bloques	Tratamientos	Alt_planta	Alt_Inserc	N_granos	N_hileras	D_mazorca	Long_mazorca	Peso_100semillas	Peso_100_Sem	N_mazorcas	Masa_grano_seco
1	1	1.64	44.40	590.00	14.00	5.36	23.26	0.026	26.00	1.85	2.32
2	1	1.64	48.00	547.00	13.00	5.21	20.00	0.027	27.00	2.00	2.54
3	1	1.70	44.30	543.00	14.00	4.88	22.15	0.025	25.00	1.85	2.31
4	1	1.62	51.40	547.00	14.00	5.45	21.50	0.023	23.00	2.10	2.43
1	2	1.76	62.60	626.00	15.00	5.48	21.11	0.029	28.50	2.10	3.18
2	2	1.72	63.00	640.00	16.00	5.87	22.50	0.040	40.00	2.00	3.13
3	2	1.70	59.00	623.00	16.00	5.89	19.87	0.045	45.00	2.20	2.89
4	2	1.74	60.00	630.00	16.00	6.20	23.40	0.048	48.00	2.50	3.35
1	3	1.58	48.10	615.00	14.00	5.22	16.85	0.029	29.21	1.85	2.39
2	3	1.54	38.70	635.00	14.00	5.14	18.50	0.020	20.00	1.82	2.14
3	3	1.55	37.95	614.00	14.00	5.63	17.65	0.018	18.00	2.10	2.28
4	3	1.57	42.40	610.00	13.00	5.44	17.24	0.021	21.00	1.95	1.97
1	4	1.58	41.45	499.00	14.00	5.38	18.90	0.023	23.00	1.70	1.68
2	4	1.52	46.50	441.00	14.00	5.39	17.54	0.017	17.00	1.84	1.72
3	4	1.56	42.70	441.00	13.00	5.15	19.20	0.020	20.00	1.80	1.65
4	4	1.53	45.30	443.00	13.00	5.47	16.48	0.019	19.00	1.65	1.74
1	5	1.42	16.90	442.00	15.00	4.95	16.83	0.027	27.40	1.70	1.65
2	5	1.50	20.00	415.00	13.00	5.10	15.70	0.019	19.00	2.10	1.54
3	5	1.45	19.00	422.00	13.00	4.87	17.00	0.020	20.00	1.90	1.59
4	5	1.48	20.00	417.00	12.00	4.84	16.30	0.017	17.00	1.68	1.78

DATOS DE FENOLOGÍA DEL CULTIVO

Bloques	Tratamientos	VE	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11
1	1	8.00	14.00	18.00	22.00	26.00	29.00	34.00	37.00	41.00	46.00	49.00	53.00
2	1	8.00	14.00	17.00	22.00	26.00	29.00	34.00	36.00	40.00	47.00	49.00	52.00
3	1	7.00	13.00	18.00	21.00	25.00	30.00	33.00	37.00	42.00	46.00	50.00	53.00
4	1	8.00	14.00	18.00	22.00	26.00	29.00	34.00	37.00	40.00	46.00	49.00	53.00
1	2	8.00	14.00	18.00	22.00	26.00	29.00	34.00	37.00	41.00	46.00	49.00	53.00
2	2	8.00	14.00	18.00	21.00	26.00	30.00	34.00	37.00	40.00	45.00	48.00	54.00
3	2	8.00	14.00	18.00	21.00	26.00	29.00	33.00	37.00	40.00	46.00	50.00	53.00
4	2	8.00	14.00	17.00	22.00	26.00	29.00	34.00	36.00	41.00	46.00	49.00	53.00
1	3	8.00	14.00	18.00	22.00	26.00	29.00	34.00	37.00	41.00	46.00	49.00	53.00
2	3	7.00	14.00	17.00	22.00	25.00	30.00	33.00	36.00	41.00	46.00	50.00	54.00
3	3	7.00	14.00	17.00	22.00	26.00	28.00	33.00	37.00	40.00	46.00	49.00	52.00
4	3	8.00	14.00	18.00	21.00	25.00	29.00	34.00	36.00	40.00	46.00	48.00	53.00
1	4	8.00	14.00	18.00	22.00	26.00	29.00	34.00	37.00	41.00	46.00	49.00	53.00
2	4	7.00	14.00	18.00	22.00	25.00	29.00	34.00	37.00	41.00	45.00	50.00	53.00
3	4	7.00	13.00	18.00	21.00	26.00	29.00	35.00	36.00	41.00	45.00	49.00	54.00
4	4	8.00	14.00	17.00	22.00	26.00	28.00	33.00	36.00	42.00	47.00	48.00	53.00
1	5	7.00	12.00	17.00	21.00	25.00	28.00	33.00	36.00	40.00	45.00	48.00	52.00
2	5	8.00	13.00	18.00	20.00	24.00	28.00	33.00	36.00	40.00	44.00	47.00	52.00
3	5	7.00	13.00	16.00	21.00	25.00	28.00	32.00	35.00	39.00	45.00	48.00	51.00
4	5	7.00	13.00	17.00	21.00	25.00	27.00	32.00	35.00	39.00	44.00	47.00	52.00

Bloques	Tratamientos	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23
1	1	55.00	59.00	63.00	67.00	70.00	74.00	77.00	80.00	85.00	87.00	90.00	95.00
2	1	55.00	59.00	62.00	67.00	70.00	73.00	77.00	79.00	85.00	87.00	91.00	95.00
3	1	55.00	58.00	63.00	68.00	71.00	74.00	76.00	79.00	84.00	86.00	91.00	95.00
4	1	54.00	59.00	63.00	67.00	70.00	73.00	78.00	80.00	86.00	88.00	89.00	94.00
1	2	55.00	59.00	63.00	67.00	70.00	74.00	77.00	80.00	85.00	87.00	90.00	95.00
2	2	54.00	58.00	63.00	68.00	72.00	74.00	78.00	80.00	86.00	86.00	89.00	95.00
3	2	54.00	59.00	64.00	68.00	70.00	74.00	77.00	81.00	85.00	86.00	89.00	94.00
4	2	55.00	58.00	62.00	66.00	69.00	73.00	77.00	80.00	85.00	87.00	90.00	94.00
1	3	55.00	59.00	63.00	67.00	70.00	74.00	77.00	80.00	85.00	87.00	90.00	95.00
2	3	55.00	59.00	63.00	68.00	70.00	75.00	77.00	79.00	85.00	87.00	90.00	94.00
3	3	56.00	58.00	63.00	67.00	70.00	74.00	76.00	79.00	86.00	87.00	89.00	96.00
4	3	54.00	59.00	62.00	66.00	69.00	74.00	78.00	80.00	85.00	86.00	89.00	95.00
1	4	55.00	59.00	63.00	67.00	70.00	74.00	77.00	80.00	85.00	87.00	90.00	95.00
2	4	54.00	59.00	64.00	66.00	71.00	75.00	78.00	79.00	84.00	87.00	89.00	96.00
3	4	55.00	58.00	62.00	67.00	68.00	74.00	76.00	79.00	84.00	86.00	90.00	96.00
4	4	54.00	58.00	63.00	66.00	69.00	74.00	77.00	80.00	86.00	87.00	90.00	94.00
1	5	54.00	58.00	62.00	66.00	69.00	73.00	76.00	79.00	84.00	86.00	89.00	94.00
2	5	54.00	57.00	61.00	65.00	69.00	72.00	76.00	79.00	83.00	86.00	88.00	94.00
3	5	53.00	57.00	62.00	66.00	68.00	73.00	76.00	78.00	84.00	85.00	89.00	94.00
4	5	53.00	58.00	61.00	66.00	68.00	73.00	75.00	78.00	83.00	86.00	88.00	93.00

Bloques	Tratamientos	V24	V25	VT	R1	R2	R3	R4	R5	R6
1	1	98.00	100.00	104.00	109.00	125.00	141.00	160.00	175.00	191.00
2	1	98.00	100.00	104.00	109.00	125.00	140.00	159.00	175.00	190.00
3	1	98.00	101.00	104.00	108.00	124.00	140.00	161.00	176.00	191.00
4	1	99.00	100.00	103.00	108.00	124.00	142.00	160.00	174.00	192.00
1	2	98.00	100.00	104.00	109.00	125.00	141.00	160.00	175.00	191.00
2	2	99.00	100.00	103.00	109.00	124.00	141.00	159.00	175.00	191.00
3	2	99.00	100.00	104.00	109.00	125.00	142.00	159.00	175.00	191.00
4	2	98.00	99.00	105.00	108.00	125.00	141.00	160.00	176.00	190.00
1	3	98.00	100.00	104.00	109.00	125.00	141.00	160.00	175.00	191.00
2	3	98.00	99.00	103.00	108.00	125.00	140.00	161.00	175.00	190.00
3	3	98.00	100.00	103.00	109.00	125.00	140.00	160.00	175.00	190.00
4	3	99.00	100.00	104.00	108.00	124.00	141.00	160.00	175.00	192.00
1	4	98.00	100.00	104.00	109.00	125.00	141.00	160.00	175.00	191.00
2	4	98.00	100.00	104.00	109.00	124.00	141.00	161.00	174.00	192.00
3	4	98.00	100.00	104.00	109.00	124.00	140.00	159.00	176.00	192.00
4	4	99.00	101.00	103.00	109.00	125.00	141.00	160.00	175.00	190.00
1	5	97.00	99.00	103.00	108.00	124.00	140.00	159.00	165.00	170.00
2	5	96.00	98.00	102.00	107.00	124.00	140.00	159.00	164.00	171.00
3	5	96.00	98.00	102.00	107.00	123.00	139.00	158.00	166.00	169.00
4	5	97.00	99.00	103.00	108.00	123.00	140.00	158.00	166.00	170.00

FENOLOGÍA Y ALTURA DE PLANTA

Etapa fenológica	Etapa fenológica_1	Fase fenológica	Dds. Advanta	Altura Advanta	Dds. Insignia	Altura Insignia	Dds Dekalb	Altura Dekalb	Dds Argenetics	Altura Argenetics	Dds Testigo	Altura Testigo
Etapa I. Siembra - Emergencia	Vegetativa	VE. Emergencia	8	0	8	0	8	0	8	0	7	0
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V1. Primera hoja	14	0.23	14	0.28	14	0.23	14	0.24	12	0.22
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V2. Segunda hoja	18	0.27	18	0.34	18	0.27	18	0.29	17	0.26
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V3. Tercera hoja	22	0.3	22	0.45	22	0.22	22	0.32	21	0.28
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V4	26	0.31	26	0.37	26	0.35	26	0.37	25	0.24
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V5	29	0.41	29	0.5	29	0.41	29	0.43	28	0.38
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V6	34	0.47	34	0.48	34	0.48	34	0.35	33	0.44
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V7	37	0.47	37	0.68	37	0.38	37	0.58	36	0.55
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V8	41	0.64	41	0.55	41	0.62	41	0.47	40	0.42
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V9	46	0.58	46	0.92	46	0.75	46	0.79	45	0.7
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V10	49	0.87	49	1.08	49	0.6	49	0.91	48	0.81
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V11	53	1.02	53	1.24	53	1.02	53	0.87	52	0.72
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V12	55	0.98	55	1.18	55	1.18	55	1.24	54	1.1
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V13	59	1.38	59	1.68	59	1.38	59	1.44	58	1.28
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V14	63	1.45	63	1.97	63	1.6	63	1.68	62	1.49
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V15	67	1.78	67	2.18	67	1.52	67	1.54	66	1.43
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V16	70	1.62	70	1.98	70	1.83	70	1.91	69	1.7
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V17	74	1.88	74	2.3	74	1.68	74	1.97	73	1.75
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V18	77	1.78	77	2.37	77	1.93	77	2.03	76	1.8
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V19	80	1.99	80	2.35	80	1.99	80	1.84	79	1.85
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V20	85	2.03	85	2.48	85	2.03	85	2.12	84	1.62

Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V21	87	2	87	2.53	87	1.86	87	2.16	86	1.92
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V22	90	2.08	90	2.55	90	2.08	90	1.92	89	1.93
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V23	95	1.98	95	2.55	95	2.08	95	2.18	94	1.93
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V24	98	2.08	98	2.34	98	2.18	98	2.18	97	1.87
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	V25	100	2.1	100	2.57	100	2.1	100	2.1	99	1.68
Etapa II. Emergencia - Panoja	Vegetativa	VT. Aparición de la primera panoja	104	2.09	104	2.56	104	2.1	104	2.19	103	1.94
Etapa III. Panoja - Espiga	Reproductiva	R1. Aparición de los estigmas	109	2.09	109	2.56	109	2.15	109	2.18	108	1.94
Etapa IV. Espiga - Maduración	Reproductiva	R2. Blíster	125	2.2	125	2.55	125	2.1	125	2.2	124	1.95
Etapa IV. Espiga - Maduración	Reproductiva	R3. Grano lechoso	141	2.14	141	2.57	141	2.1	141	2.12	140	1.92
Etapa IV. Espiga - Maduración	Reproductiva	R4. Grano pastoso	160	2.11	160	2.58	160	2.2	160	2.2	159	1.95
Etapa IV. Espiga - Maduración	Reproductiva	R5. Grano dentado	175	2.11	175	2.58	175	2.11	175	2.21	165	1.96
Etapa IV. Espiga - Maduración	Reproductiva	R6. Grano maduro	191	2.1	191	2.57	191	2.1	191	2.2	170	1.95

ANEXO 4. MAPA DE UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

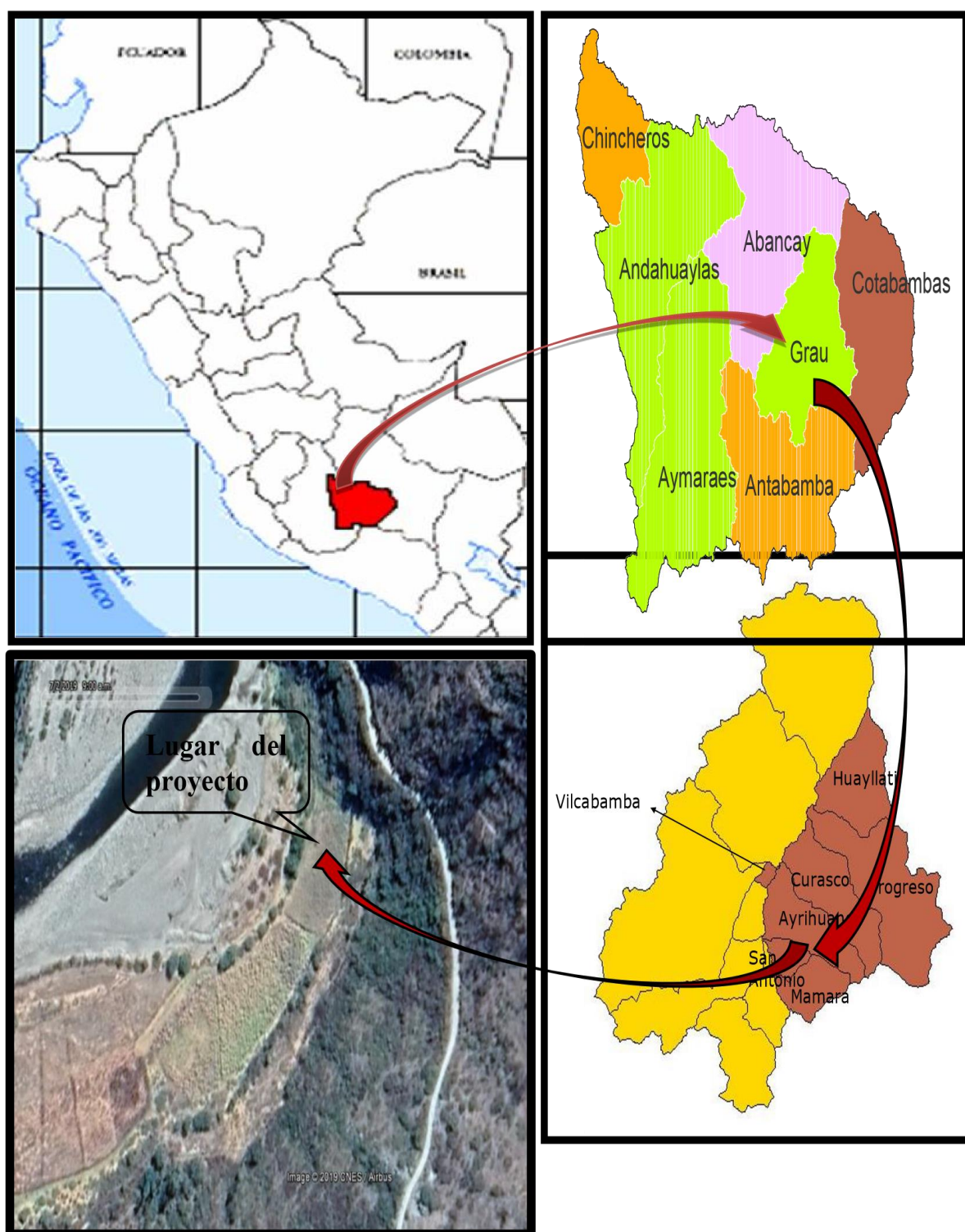


Figura 00 — Mapa de ubicación del experimento

ANEXO 5. RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú
- FAX: 238156 - 238173 - 222512
- RECTORADO
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
- CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA) LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD Y MECANICO

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : ANEXO LUCRE, VILCABAMBA, GRAU - APURIMAC.

INSTITUCION SOLICITANTE : JOHANA CYNTIA QUISPE ARONE.

ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mmhos/cm C.E.	pH	% CaCO ₃	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	ANEXO LUCRE	0.46	8.30	-.-	4.47	0.22	1.3	25

ANALISIS MECANICO :

N°	CLAVE	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
01	ANEXO LUCRE	47	36	17	FRANCO

CUSCO-K'AYRA, 31 DE DICIEMBRE DEL 2,019.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS
[Firma]
Mgt. Arcadio Calderón Choquechambi
DIRECTOR

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS
[Firma]
Fausto Yupura Condori
ANALISTA EN QUIMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANEXO 6. PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE LA DEMANDA DE FERTILIZANTES

1) Se inició por determinar el promedio de la demanda de nutrientes a partir de información de Hajar Cadillo (2018), Barrios y Basso (2018), Pezo-García (2012) y Sánchez-López (2018) fijando como promedio **143 – 74 – 83 de N - P₂O₅ y K₂O** respectivamente.

2) Se determinó la disponibilidad de nutrientes en el suelo mediante el reporte de análisis de suelo de la UNSAAC (anexo 5)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
• APARTADO POSTAL N° 921 - Cusco - Perú	• CIUDAD UNIVERSITARIA Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226	• MUSEO INKA Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
• FAX: 238156 - 238173 - 222512	• CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210 243835 - 243836 - 243837 - 243838	• CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
• RECTORADO Calle Tigre N° 127 Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398	• LOCAL CENTRAL Plaza de Armas s/n Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015	• COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA" Av. De la Cultura N° 721 "Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA) LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD Y MECANICO

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : ANEXO LUCRE, VILCABAMBA, GRAU – APURIMAC.

INSTITUCION SOLICITANTE : JOHANA CYNTHIA QUISPE ARONE.

ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mmhos/cm C.E.	pH	% CaCO ₃	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	ANEXO LUCRE	0.46	8.30	-	4.47	0.22	1.3	25

3) Se determinó el peso de suelo de una hectárea, para lo cual se plantea los siguientes datos:

Capa arable del suelo (CA): 0.2 m

Área de una hectárea (A_{ha}): 10000 m²

Densidad aparente de un suelo franco (Da): 1.2 t/m³

Con dichos datos se calculó el volumen de una hectárea de suelo (VS_{ha})

VS_{ha} = (CA)(A_{ha}), reemplazando valores se tiene:

VS_{ha} = (0.2 m)(10000 m²)

VS_{ha} = 2000 m³

Luego se calculó el peso de suelo de una hectárea con la fórmula:

$PS_{ha} = (VS_{ha}) (Da)$ y reemplazando valores:

$PS_{ha} = (2000 \text{ m}^3) (1.2 \text{ t/m}^3)$, en este punto se cancelan las unidades de m^3

$PS_{ha} = 2400 \text{ t}$, luego homogenizando el peso del suelo en kilogramos se tiene:

$PS_{ha} = 2400 \text{ t} (1000 \text{ Kg/t})$, en este punto se cancelan las unidades de toneladas (t)

$PS_{ha} = 2400000 \text{ Kg/ha}$

4) Se determinó la disponibilidad de nutrientes en el suelo a partir de la información del análisis de suelo, para lo cual se consideró la equivalencia de una **ppm = mg/Kg**

a) Disponibilidad de P_2O_5 en Kg/ha

$P_2O_5 = 2400000 \text{ Kg/ha} (1.3 \text{ mg/Kg})$ en este punto se cancelan las unidades de Kg

$P_2O_5 = 3120000 \text{ mg/ha}$, convirtiendo a Kg se tiene:

$P_2O_5 = 3120000 \text{ mg/ha} (1 \text{ Kg} / 1000000 \text{ mg})$, en este punto se cancelan las unidades de mg.

Por tanto, la disponibilidad de P_2O_5 en una hectárea de suelo será:

$P_2O_5 = 3.12 \text{ Kg/ha}$

b) Disponibilidad de K_2O en Kg/ha

$K_2O = 2400000 \text{ Kg/ha} (25 \text{ mg/Kg})$ en este punto se cancelan las unidades de Kg

$K_2O = 60000000 \text{ mg/ha}$, convirtiendo a Kg se tiene:

$K_2O = 60000000 \text{ mg/ha} (1 \text{ Kg} / 1000000 \text{ mg})$, en este punto se cancelan las unidades de mg.

Por tanto, la disponibilidad de K_2O en una hectárea de suelo será:

$K_2O = 60 \text{ Kg/ha}$

c) Disponibilidad de nitrógeno (N) por hectárea

Se parte de la información del peso de suelo de una hectárea y considerando que el nitrógeno disponible para la planta representa el 2% del nitrógeno total (NT), se tiene.

$NT = 2400000 \text{ Kg/ha} (0.22 / 100 \text{ NT})$

$NT = 5280 \text{ Kg NT/ha}$

Luego el nitrógeno disponible es el 2% del nitrógeno total, por tanto:

$N = 5280 \text{ Kg NT/ha} (2 / 100 \text{ NT})$ en este punto se cancelan las unidades de NT

$N = 105.6 \text{ Kg/ha}$

Finalmente, la disponibilidad de nutrientes en el suelo es: $N = 105.6 \text{ Kg/ha}$, $P_2O_5 = 3.12$



Kg/ha y $K_2O = 60 \text{ Kg/ha}$

5) Se determinó el desbalance nutricional para el cultivo de maíz mediante la diferencia del requerimiento nutricional del cultivo en el paso 1, con la disponibilidad de nutrientes en el suelo calculado en el paso 4.

Tabla 39 — Disponibilidad de nutrientes

Descripción	N	P_2O_5	K_2O
Nutrientes disponibles en el suelo (Kg/ha)	105.6	3.12	60.00
Requerimiento de nutrientes del cultivo MAD (Kg/ha)	143	74	83
Desbalance nutricional (Kg/ha)	37.4	70.88	23

6) Se determinó la cantidad de fertilizantes a utilizar para ello se ha seleccionado el guano de isla como fuente de nitrógeno, roca fosfórica como fuente de fósforo y sulfato de potasio como fuente de potasio, para ello se toma en cuenta la concentración de nutrientes disponibles para la planta (tabla 12) y aplicación de la siguiente fórmula:

Cant. Fertilizante = $F (100) / \text{Ley}$, donde F es la formulación, la Ley es la composición asimilable del elemento nutricional

a) Cantidad de guano de isla (GI)

Cant. GI = $37.4 (100) / 12$

Cant. GI = 311.66 Kg/ha

b) Cantidad de roca fosfórica (RF)

Según la tabla 12, el guano de isla es un fertilizante compuesto y también aporta P_2O_5 en 11%, por tanto, la cantidad de 311.66 Kg/ha de guano de isla aportará 34.28 Kg/ha de P_2O_5 :

$P_2O_5 = \text{Cant. (Ley)} / 100$ $P_2O_5 = 311.66 \text{ Kg/ha} (11) / 100$

$P_2O_5 = 34.28 \text{ Kg/ha}$

La cantidad de roca fosfórica será:

Cant. RF = $(70.88 \text{ Kg/ha} - 34.28 \text{ Kg/ha}) (100) / 20$

Cant. RF = 182.98 Kg/ha

c) Cantidad de sulfato de potasio (SP)

Según la tabla 12, el guano de isla es un fertilizante compuesto y también aporta K_2O en 2%, por tanto, la cantidad de 311.66 Kg/ha de guano de isla aportará 6.23 Kg/ha de K_2O

$$K_2O = \text{Cant. (Ley)} / 100 \quad K_2O = 311.66 \text{ Kg/ha} (2) / 100$$

$$K_2O = 6.23 \text{ Kg/ha}$$

La cantidad de sulfato de potasio será:

$$\text{Cant. SP} = (23.00 \text{ Kg/ha} - 6.23 \text{ Kg/ha}) (100) / 50$$

$$\text{Cant. SP} = 33.54 \text{ Kg/ha}$$

7) Finalmente se ha procedido a calcular la cantidad de fertilizantes a utilizar para el área de 463.08 m² mediante el método de la regla de tres simple.

Para el guano de isla

$$311.66 \text{ Kg de GI} \longrightarrow 10000 \text{ m}^2$$

$$\text{GI} \longrightarrow 463.08 \text{ m}^2$$

$$\text{GI} = 311.66 \text{ Kg} (463.08 \text{ m}^2) / 10000 \text{ m}^2 \text{ en este punto se cancelan las unidades m}^2$$

$$\text{GI} = 14.43 \text{ Kg}$$

Para la roca fosfórica

$$182.98 \text{ Kg de RF} \longrightarrow 10000 \text{ m}^2$$

$$\text{RF} \longrightarrow 463.08 \text{ m}^2$$

$$\text{RF} = 182.98 \text{ Kg} (463.08 \text{ m}^2) / 10000 \text{ m}^2 \text{ en este punto se cancelan las unidades m}^2$$

$$\text{RF} = 8.47 \text{ Kg}$$

Para el sulfato de potasio

$$33.54 \text{ Kg de SP} \longrightarrow 10000 \text{ m}^2$$

$$\text{SP} \longrightarrow 463.08 \text{ m}^2$$

$$\text{SP} = 33.54 \text{ Kg} (463.08 \text{ m}^2) / 10000 \text{ m}^2 \text{ en este punto se cancelan las unidades m}^2$$

$$\text{SP} = 1.55 \text{ Kg}$$

ANEXO 7. PRUEBA DE NORMALIDAD

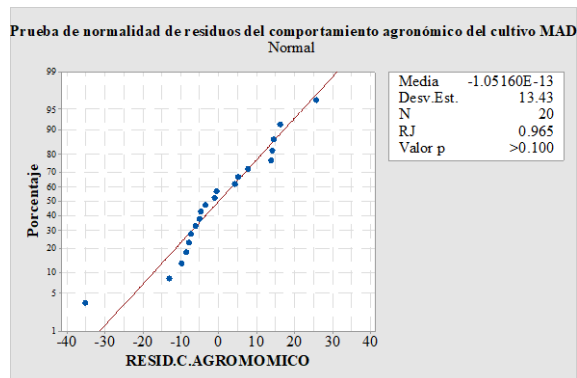


Figura 32 — Prueba normalidad del comportamiento agronómico del MAD

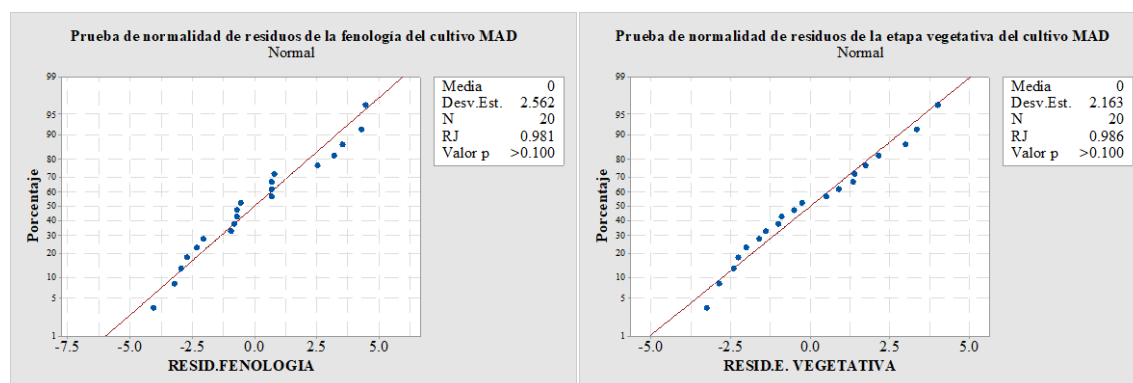


Figura 33 — Prueba normalidad de la fenología y la etapa vegetativa del cultivo de MAD

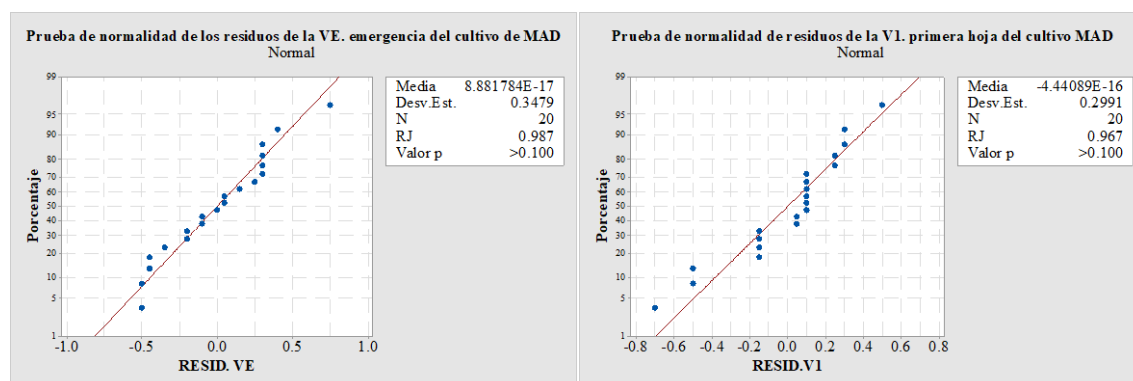


Figura 34—Prueba de normalidad de la emergencia (VE) y primera hoja (V1) del cultivo de MAD

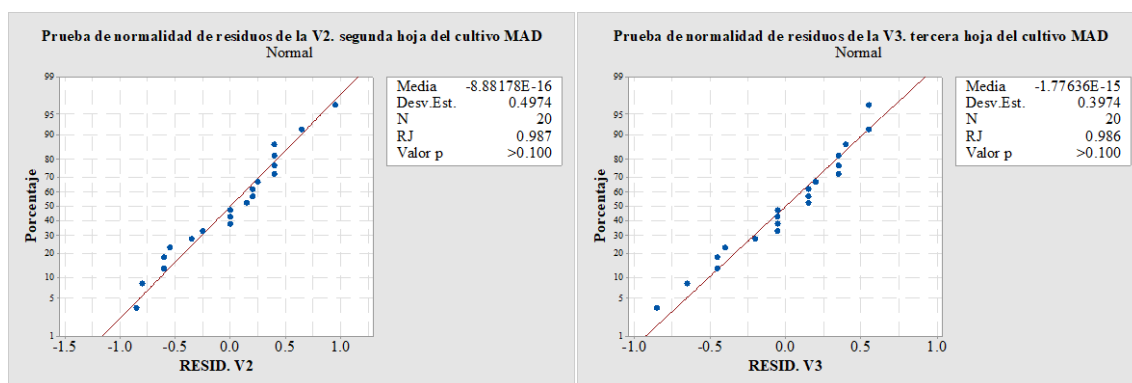


Figura 35 — Prueba de normalidad de la segunda (V2) y tercera hoja (V3) del cultivo de MAD

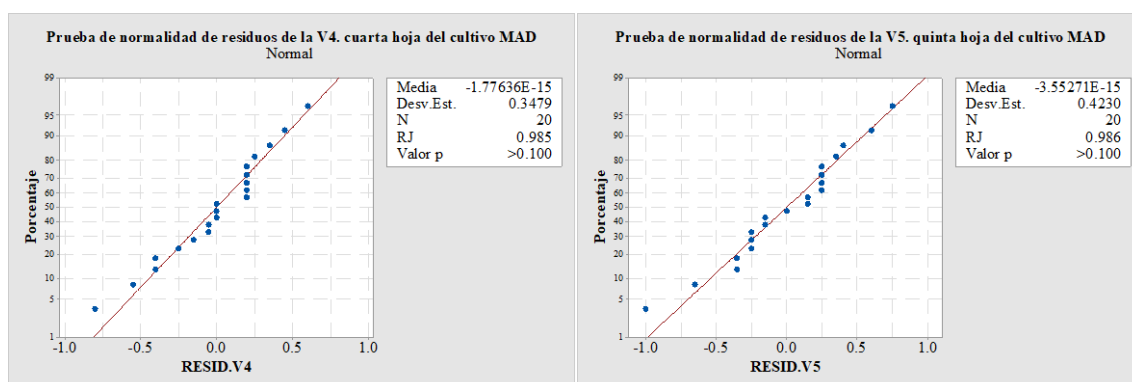


Figura 36 — Prueba de normalidad de la cuarta (V4) y quinta hoja (V5) del cultivo de MAD

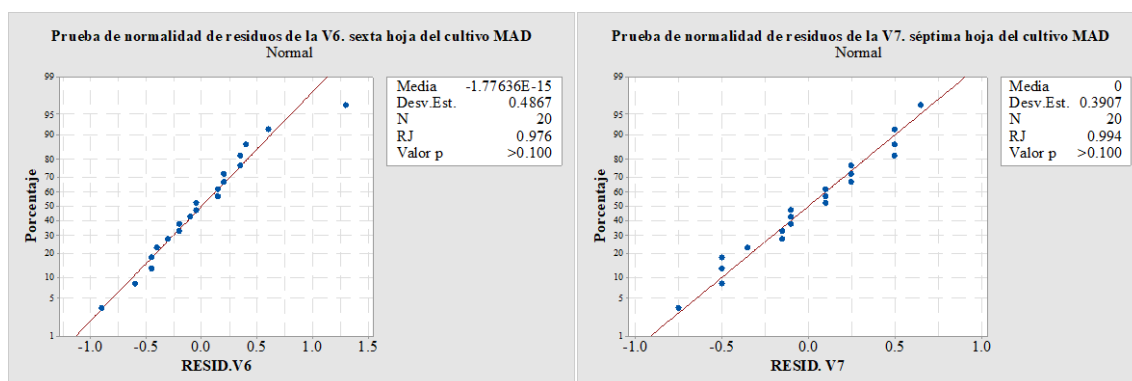


Figura 37 — Prueba de normalidad de la sexta (V6) y séptima hoja (V7) del cultivo de MAD

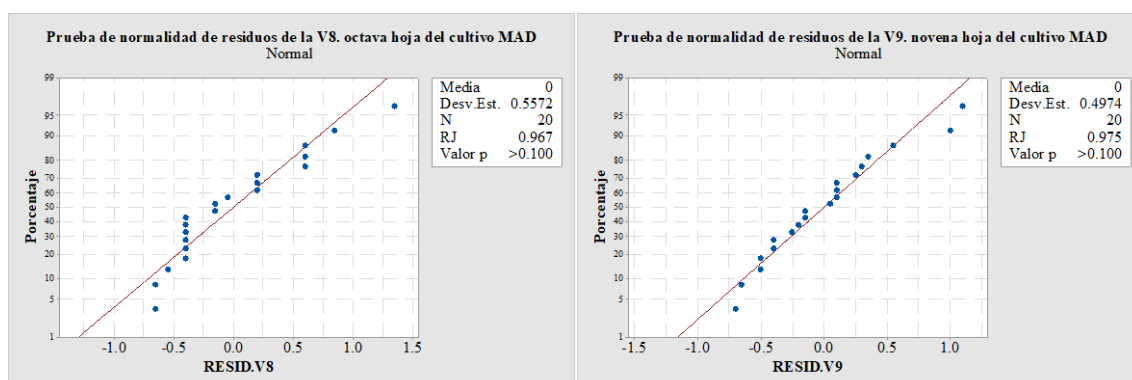


Figura 38 — Prueba de normalidad de la octava (V8) y novena hoja (V9) del cultivo de MAD

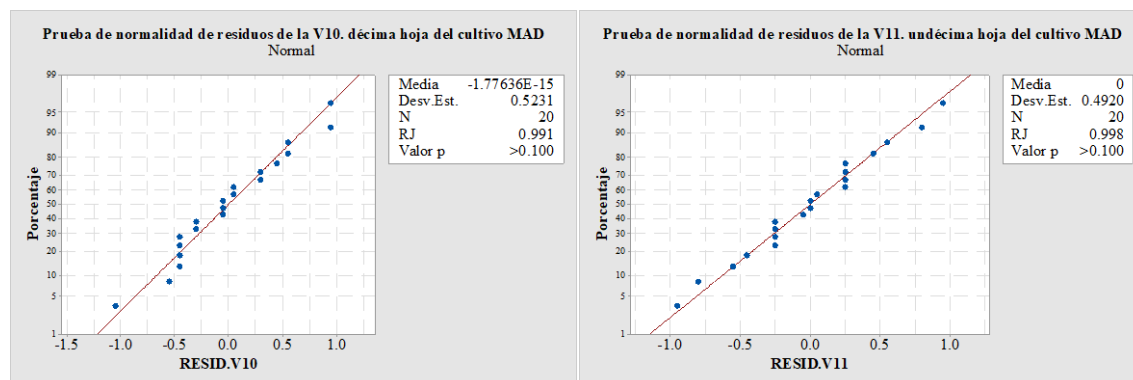


Figura 39 — Prueba de normalidad de la décima (V10) y undécima hoja (V11) del cultivo de MAD

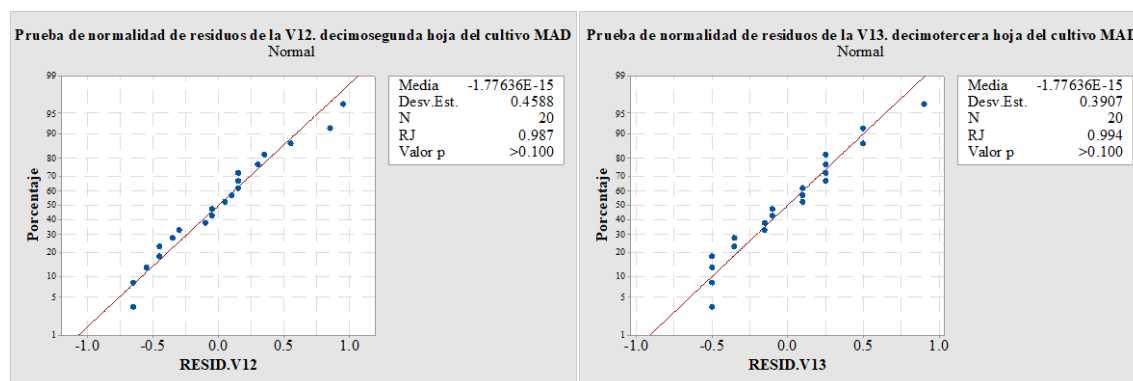


Figura 40 — Prueba de normalidad de la duodécima (V12) y decimotercera hoja (V13) del cultivo de MAD

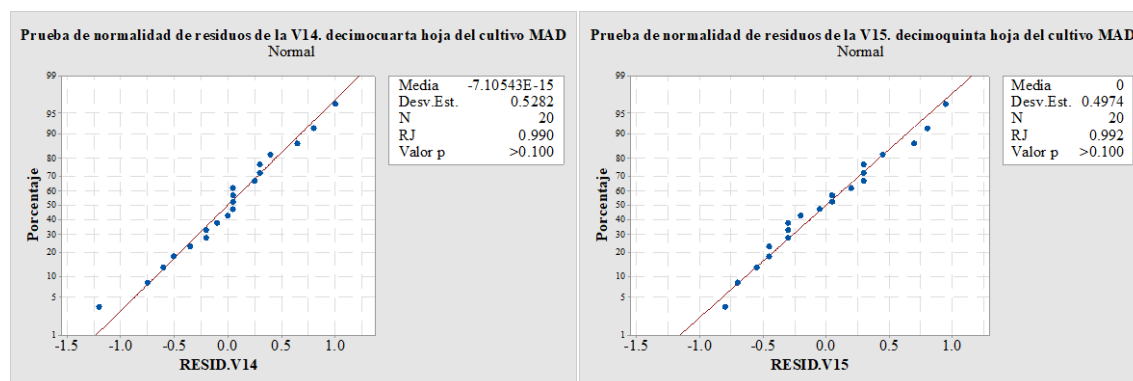


Figura 41 — Prueba de normalidad de la decimocuarta (V14) y decimoquinta hoja (V15) del cultivo de MAD

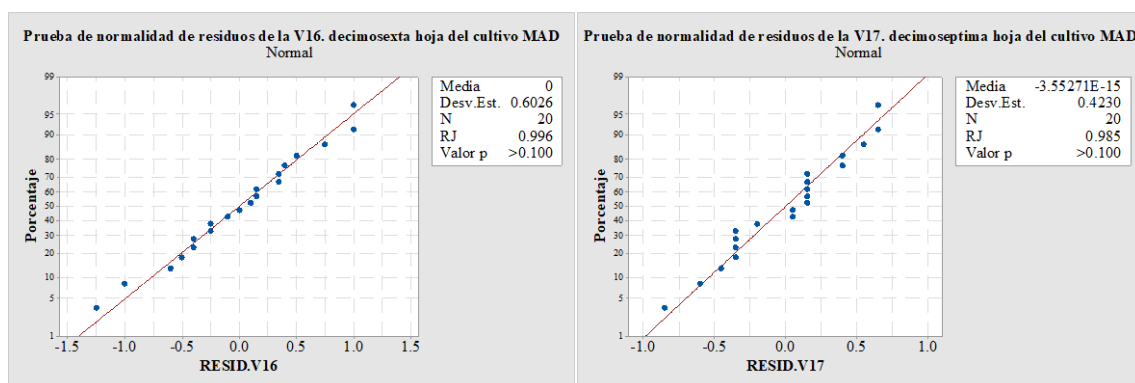


Figura 42 — Prueba de normalidad de la decimosexta (V16) y decimoseptima hoja (V17) del cultivo de MAD

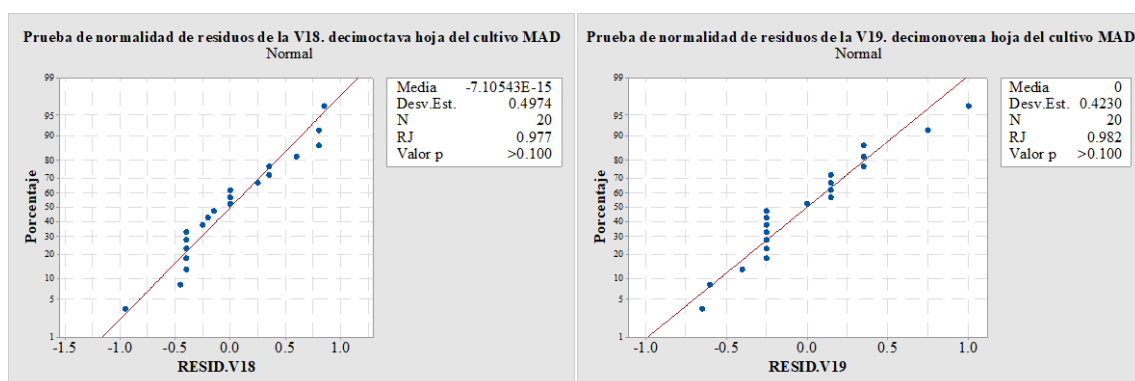


Figura 43 — Prueba de normalidad de la decimoctava (V18) y decimonovena hoja (V19) del cultivo de MAD

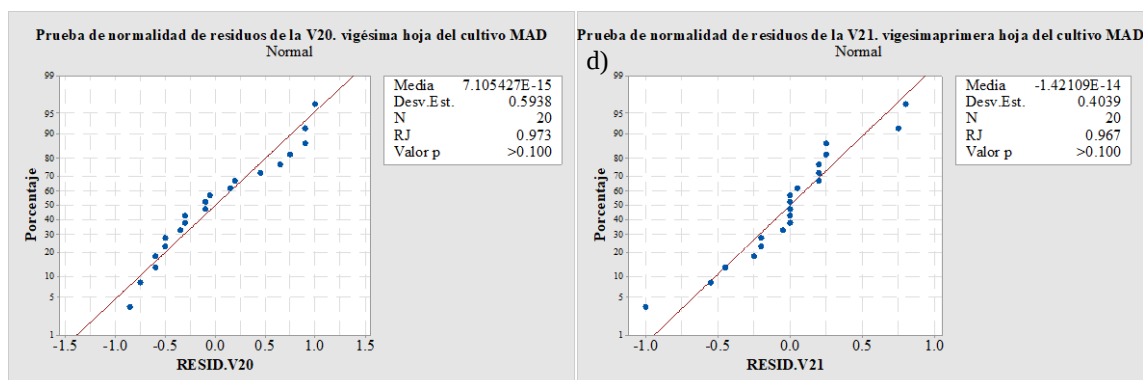


Figura 44 — Prueba de normalidad de la vigésima (V20) y vigesimaprimer hoja (V21) del cultivo de MAD

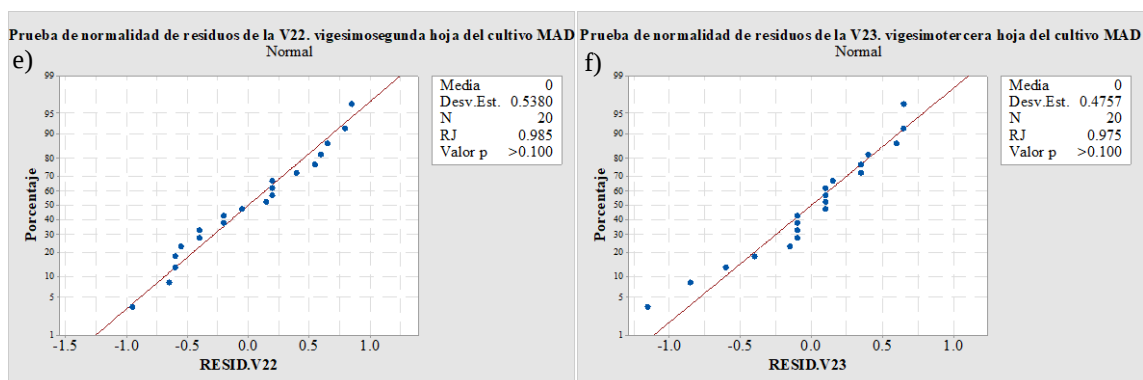


Figura 45 — Prueba de normalidad de la vigésimasegunda (V22) y vigesimatercera hoja (V23) del cultivo de MAD

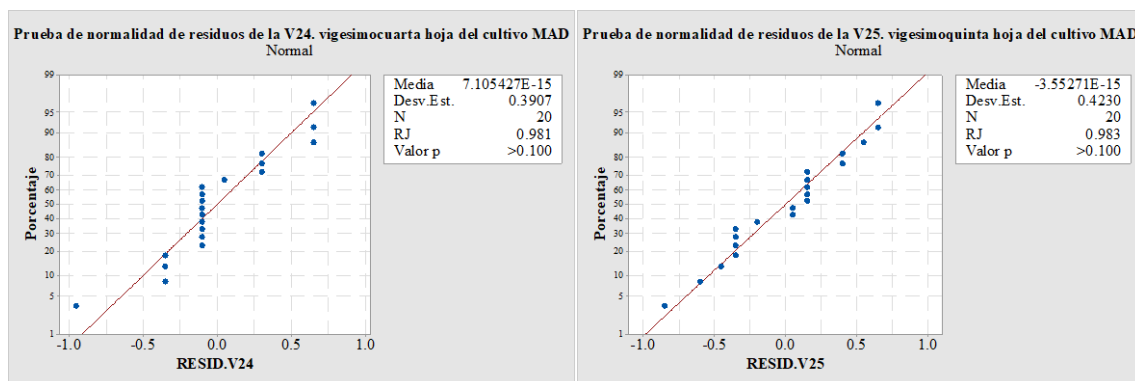


Figura 46 — Prueba de normalidad de la vigésimacuarta (V24) y vigésimaquinta hoja (V25) del cultivo de MAD

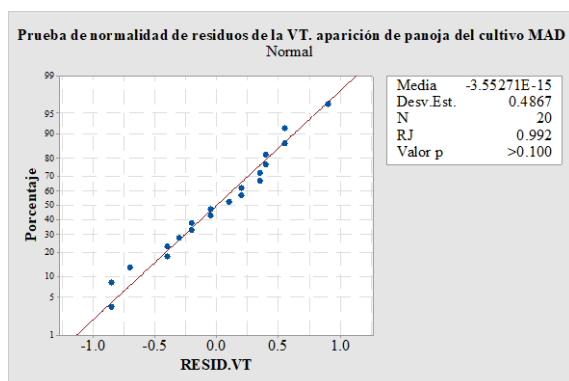


Figura 47 — Prueba de normalidad de la aparición de panoja (VT) del cultivo de MAD

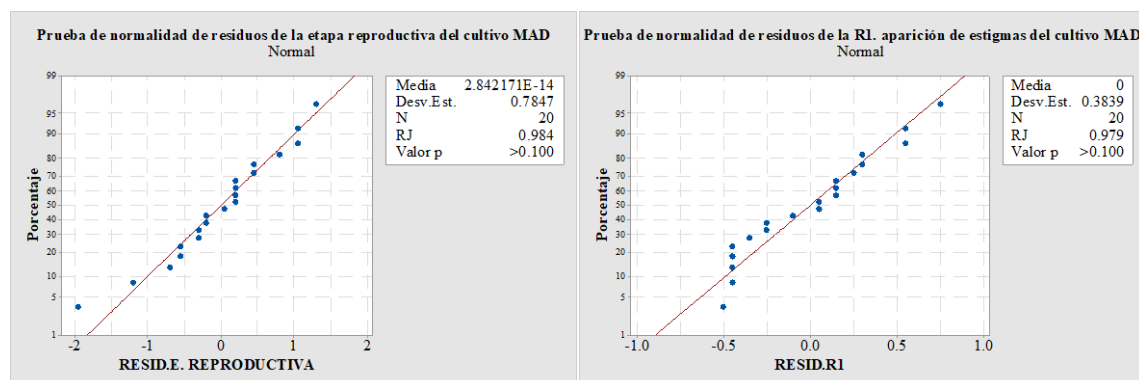


Figura 48 — Prueba de normalidad de la etapa reproductiva y aparición de estigmas (R1) del cultivo de MAD

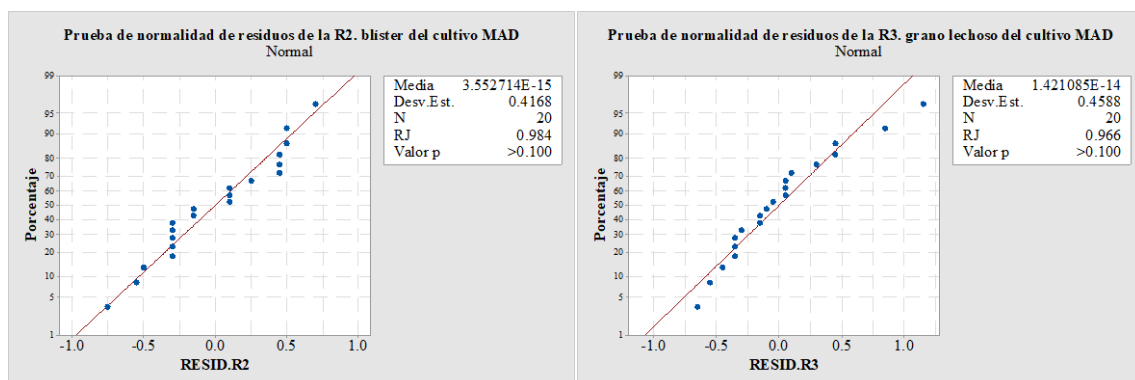


Figura 49 — Prueba de normalidad del blíster (R2) y grano lechoso (R3) del cultivo de MAD

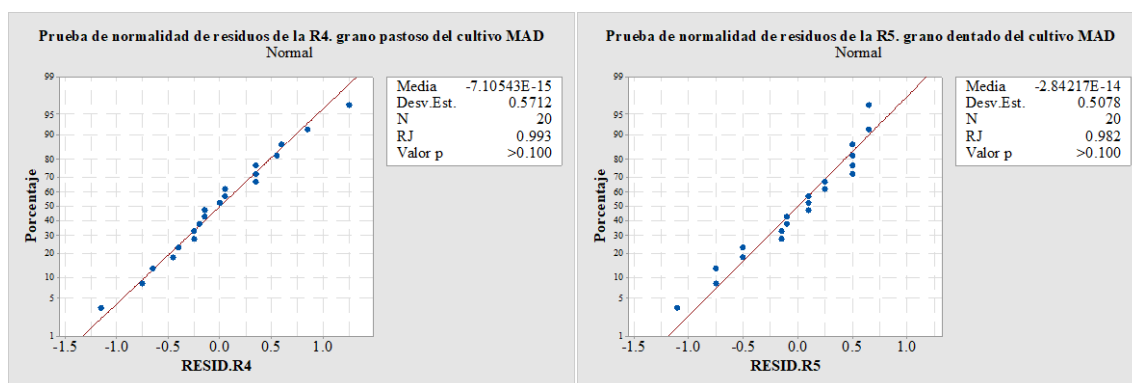


Figura 50 — Prueba de normalidad del grano pastoso (R4) y grano dentado (R5) del cultivo de MAD

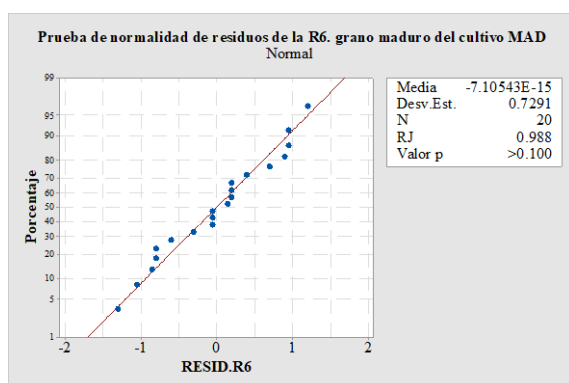


Figura 51 — Prueba de normalidad del grano maduro (R6) del cultivo de MAD

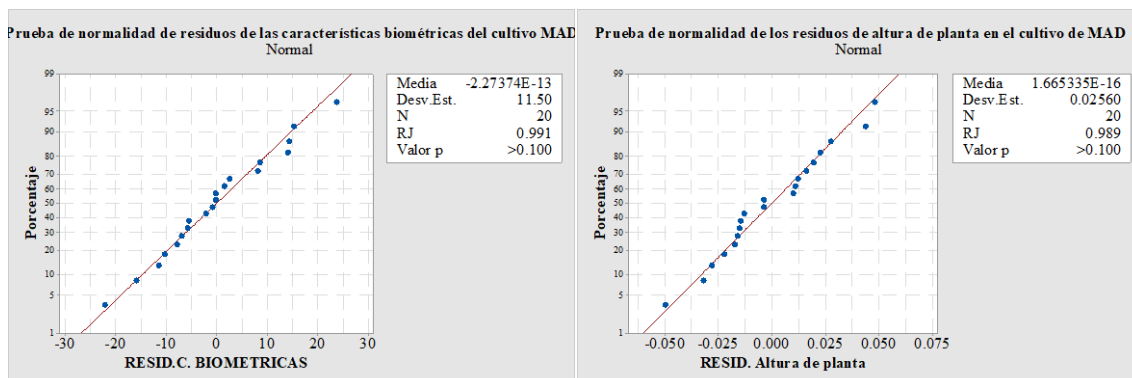


Figura 52 — Prueba de normalidad de las características biométricas y altura de planta del cultivo de MAD

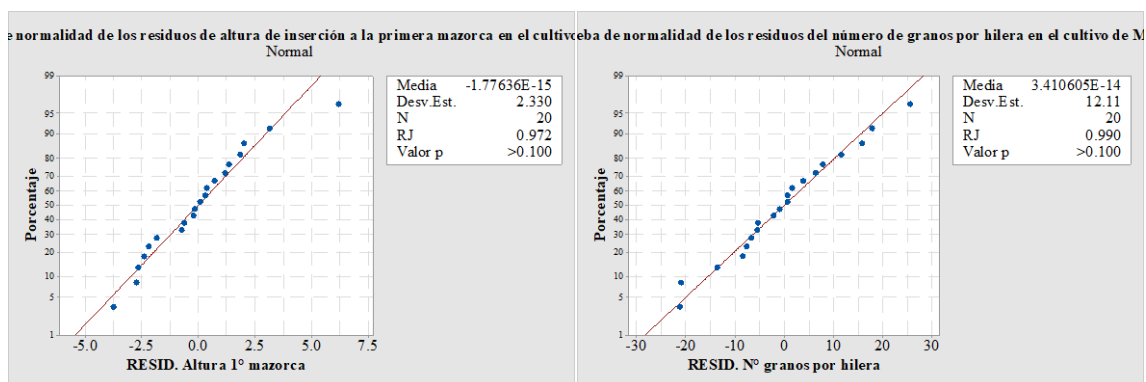


Figura 53 — Prueba de normalidad de la primera mazorca y número de granos por hilera del MAD

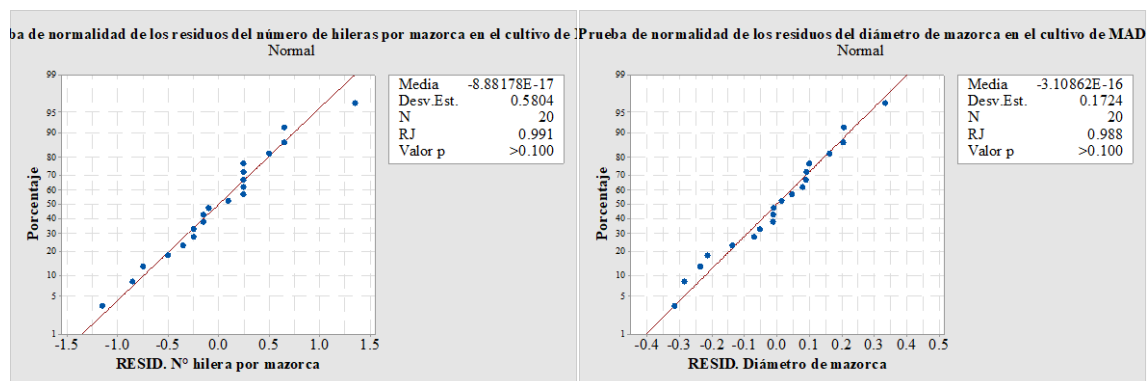


Figura 54 — Prueba de normalidad del número de hileras y diámetro de mazorca del MAD

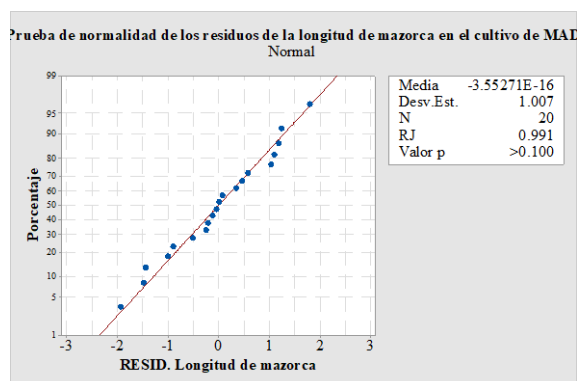


Figura 55 — Prueba de normalidad de la longitud de mazorca del MAD

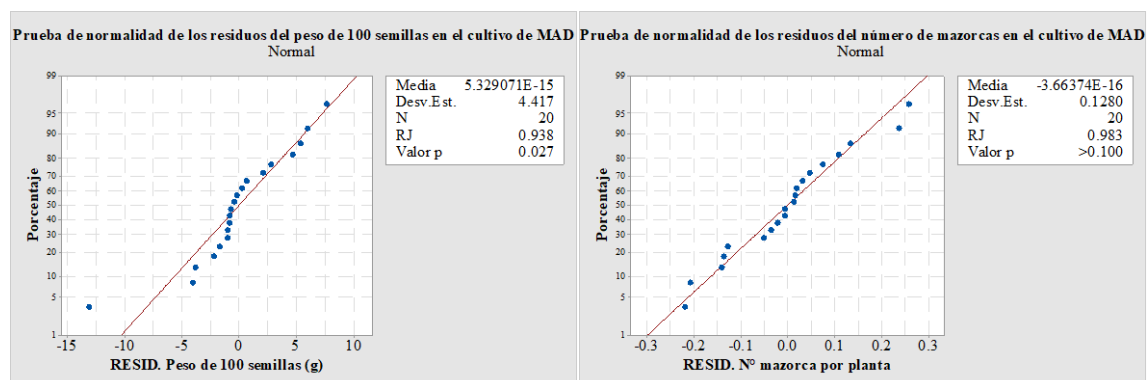


Figura 56 — Prueba de normalidad del peso de 100 semillas y el número de mazorcas en el cultivo de MAD

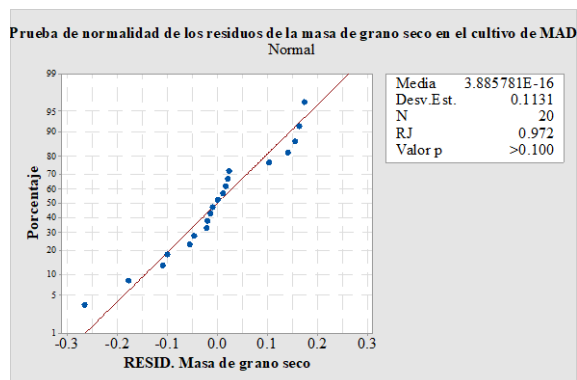


Figura 57 — Prueba de normalidad de la masa de grano seco en el cultivo de MAD

ANEXO 8. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

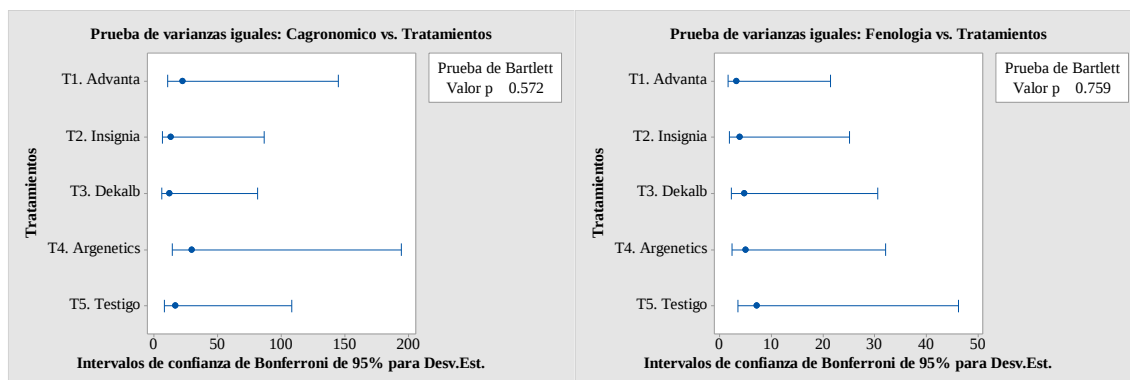


Figura 58 — Prueba de varianzas iguales del comportamiento agronómico y fenología del cultivo de MAD

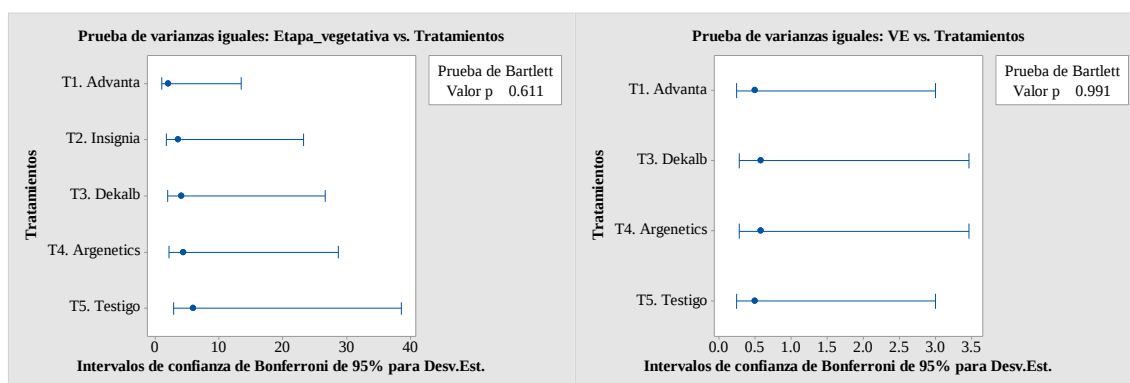


Figura 59 — Prueba de varianzas iguales de la etapa vegetativa y emergencia (VE) del cultivo de MAD

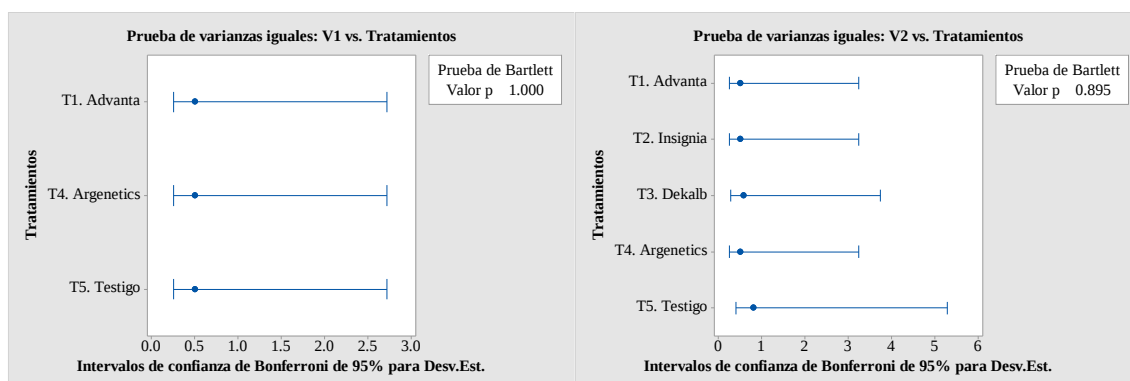


Figura 60 — Prueba de varianzas iguales de la primera (V1) y segunda hoja (V2) del cultivo de MAD

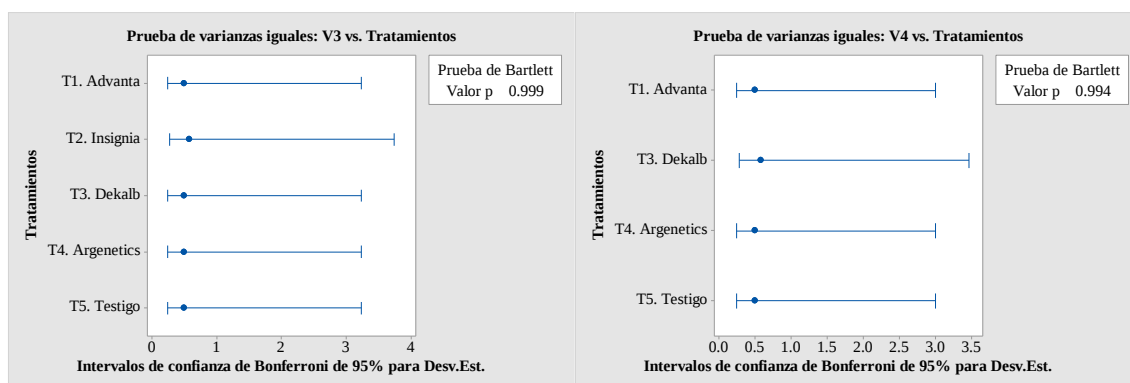


Figura 61 — Prueba de varianzas iguales de la tercera (V3) y cuarta hoja (V4)

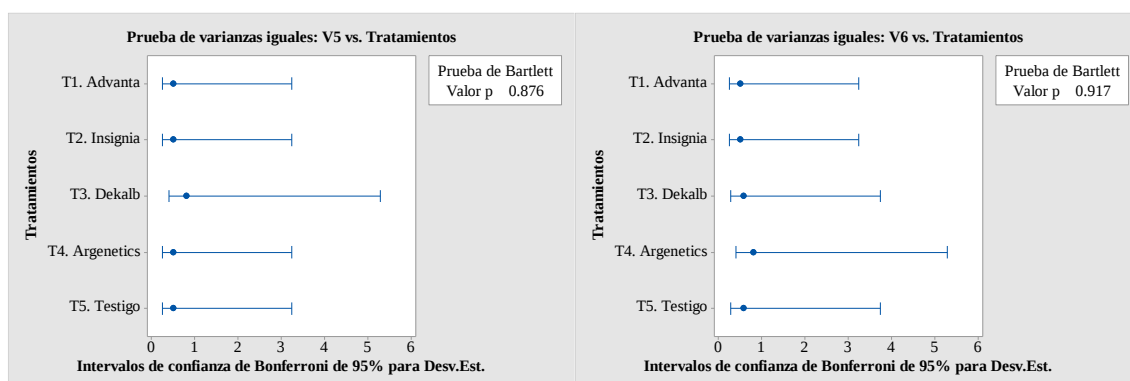


Figura 62 — Prueba de varianzas iguales de la quinta (V5) y sexta hoja (V6)

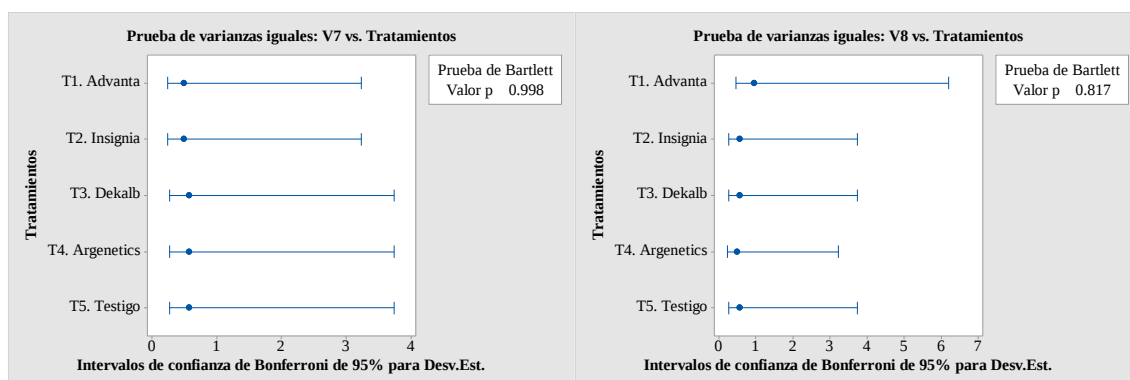


Figura 63 — Prueba de varianzas iguales de la séptima (V7) y octava hoja (V8)

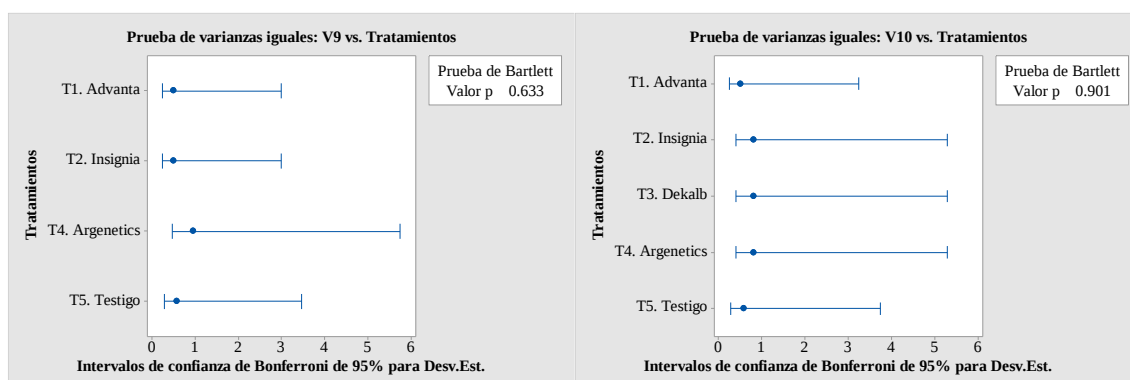


Figura 64 — Prueba de varianzas iguales de la novena (V9) y décima hoja (V10)

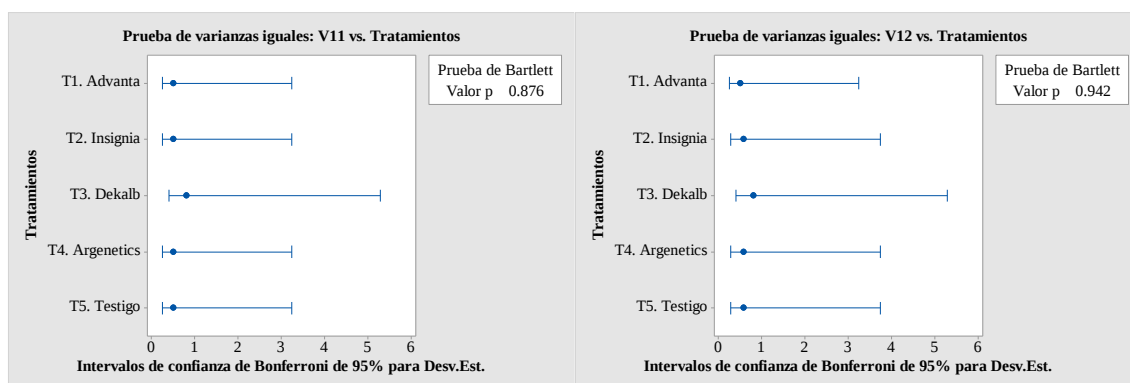


Figura 65 — Prueba de varianzas iguales de la undécima (V11) y decimosegunda hoja (V12)

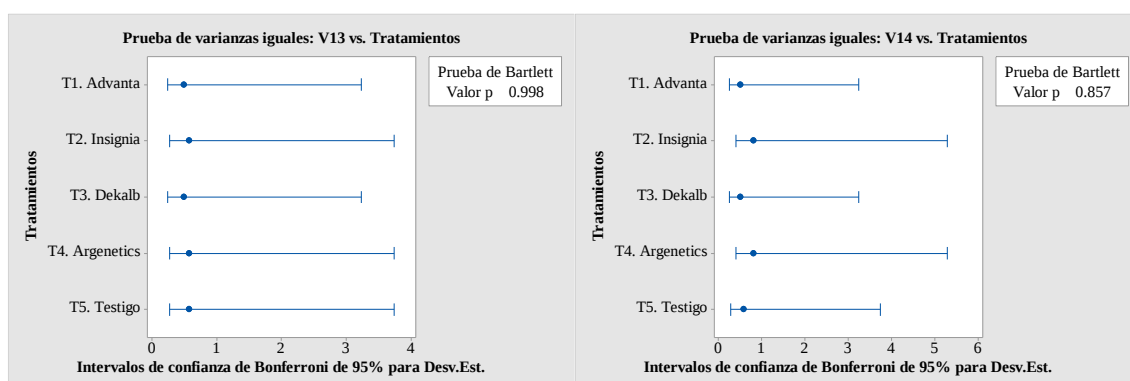


Figura 66 — Prueba de varianzas iguales de la decimotercera (V13) y decimocuarta hoja (V14)

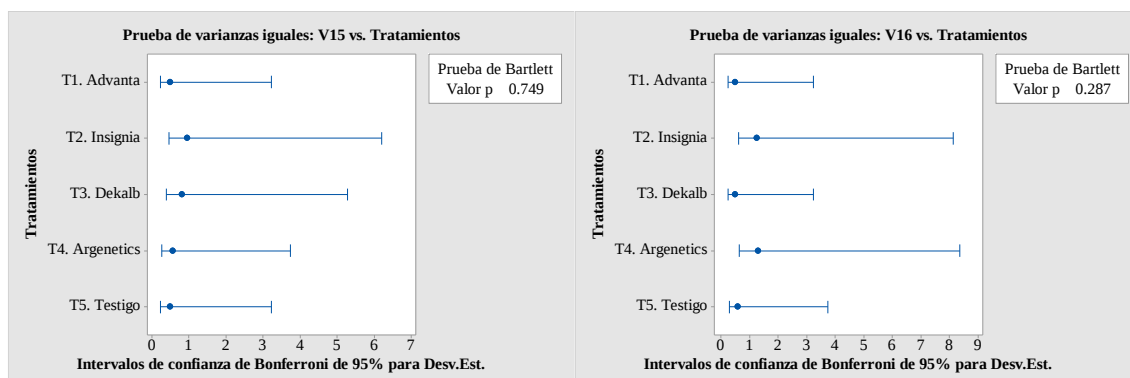


Figura 67 — Prueba de varianzas iguales de la decimoquinta (V15) y decimosexta hoja (V16)

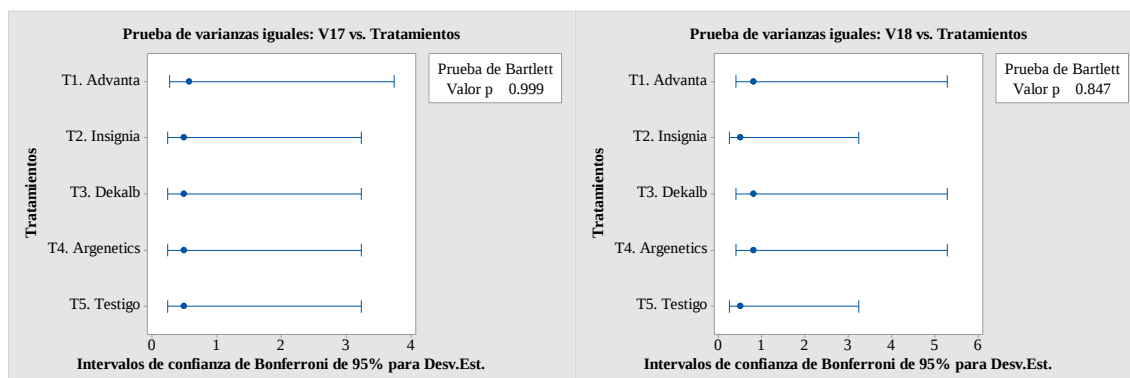


Figura 68 — Prueba de varianzas iguales de la decimosétima (V17) y decimoctava hoja (V18)

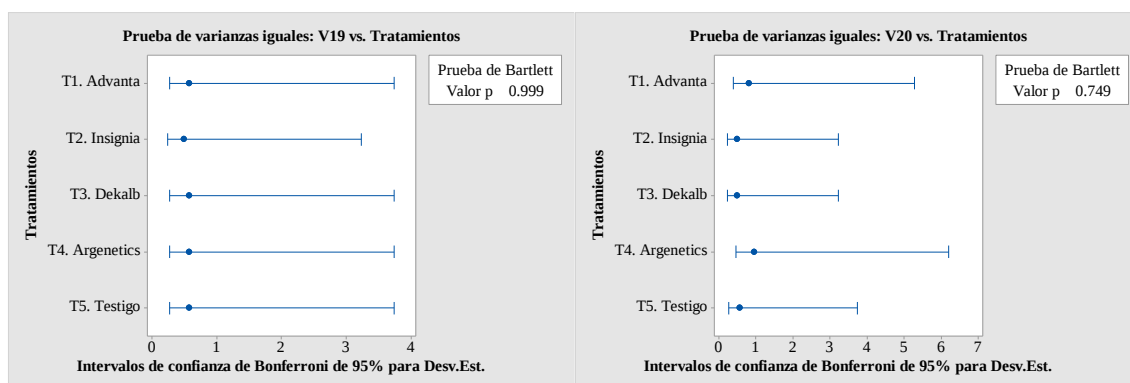


Figura 69 — Prueba de varianzas iguales de la decimonovena (V19) y vigésima hoja (V20)

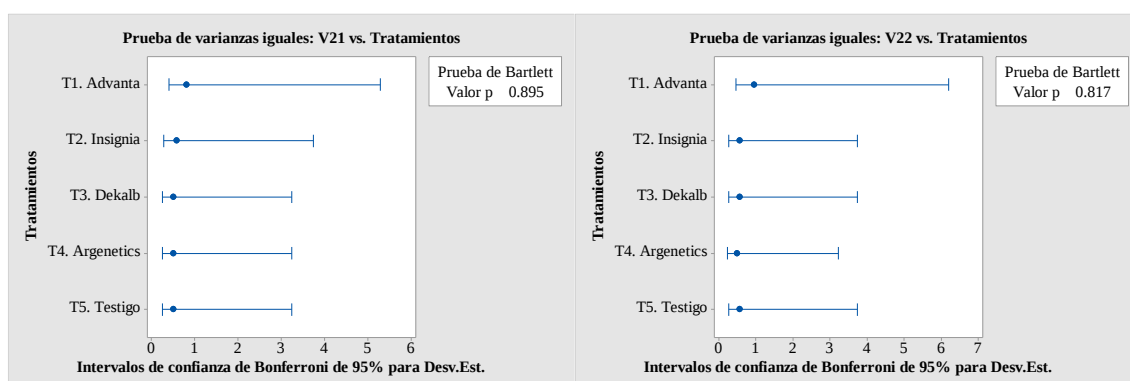


Figura 70 — Prueba de varianzas iguales de la vigesimoprimera (V21) y vigesimosegunda hoja (V22)

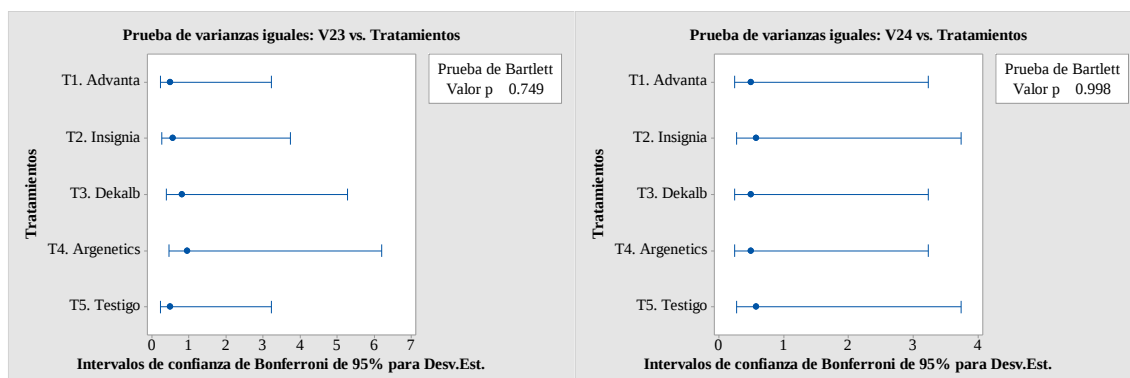


Figura 71 — Prueba de varianzas iguales de la vigesimotercera (V23) y vigesimocuarta hoja (V24)

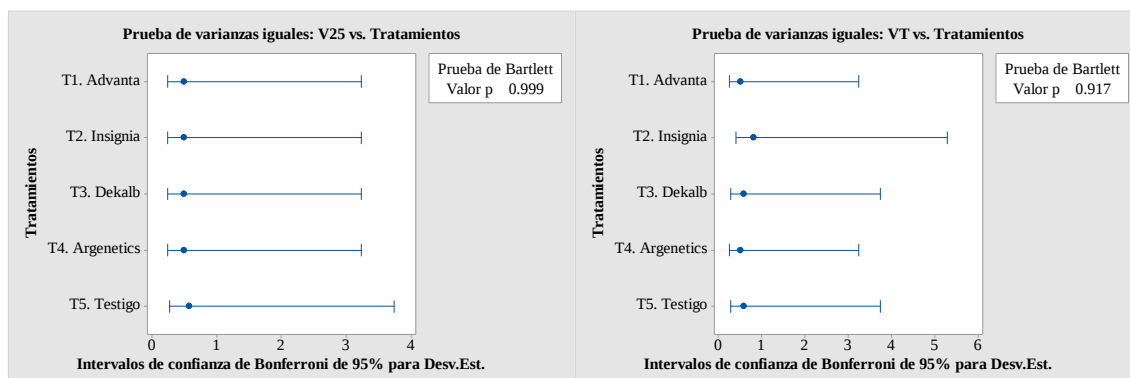


Figura 72 — Prueba de varianzas iguales de la vigesimoquinta hoja (V25) y aparición de panojas (VT)

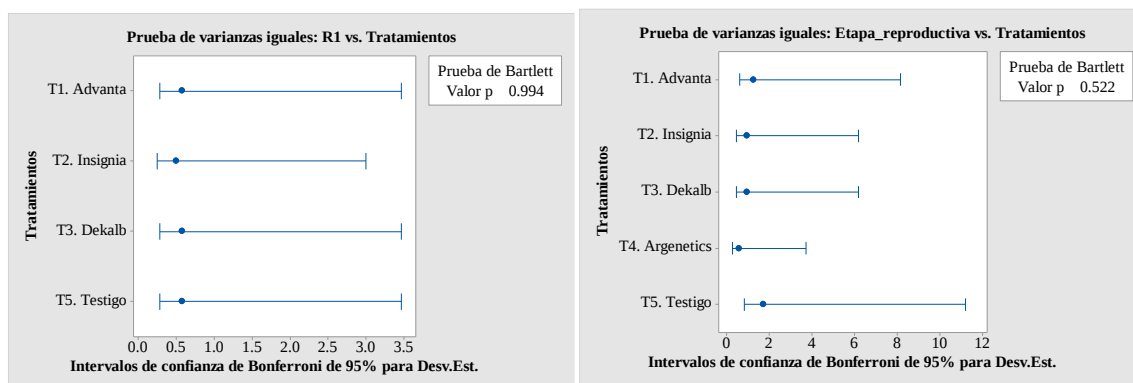


Figura 73 — Prueba de varianza iguales de la etapa reproductiva y aparición de estigmas (R1)

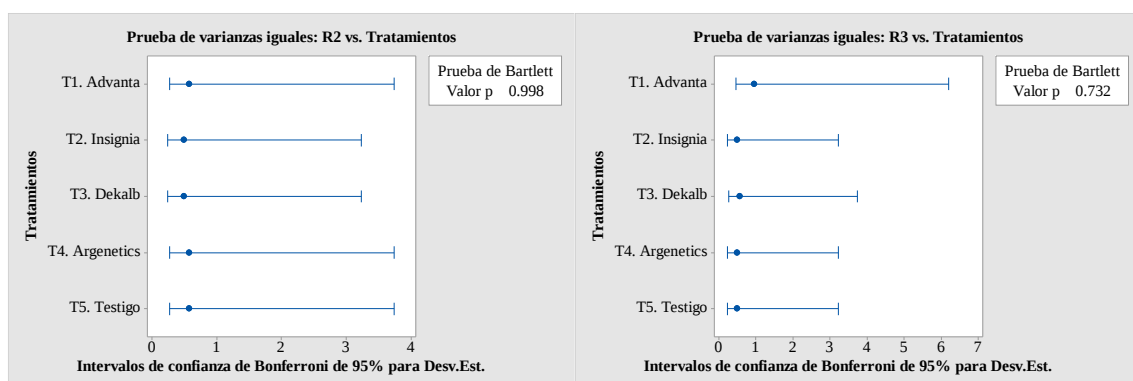


Figura 74 — Prueba de varianza iguales del blíster (R2) y grano lechoso (R3)

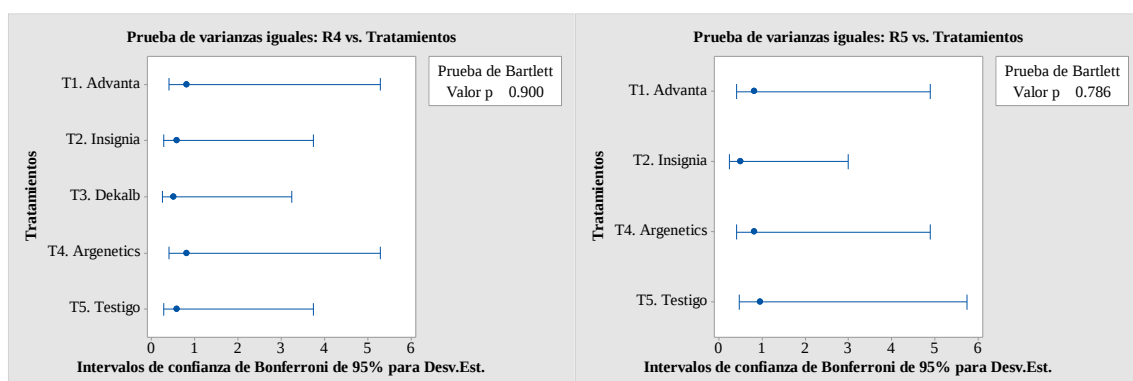


Figura 75 — Prueba de varianza iguales del grano pastoso (R4) y grano dentado (R5)

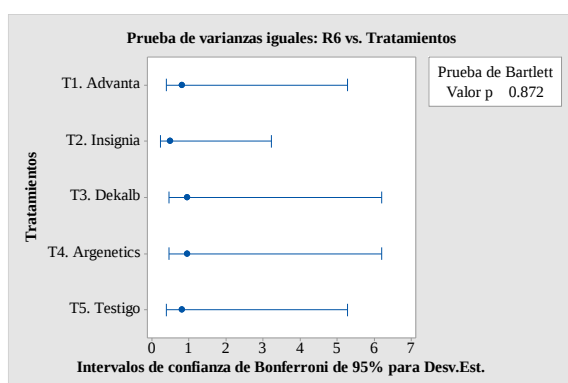


Figura 76 — Prueba de varianza iguales del grano maduro (R6)

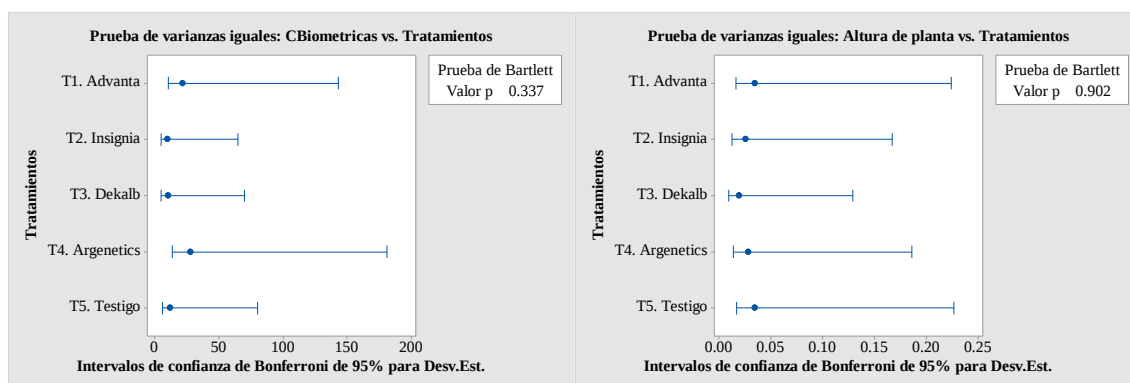


Figura 77 — Prueba de varianza iguales de las características biométricas y altura de planta del cultivo de MAD

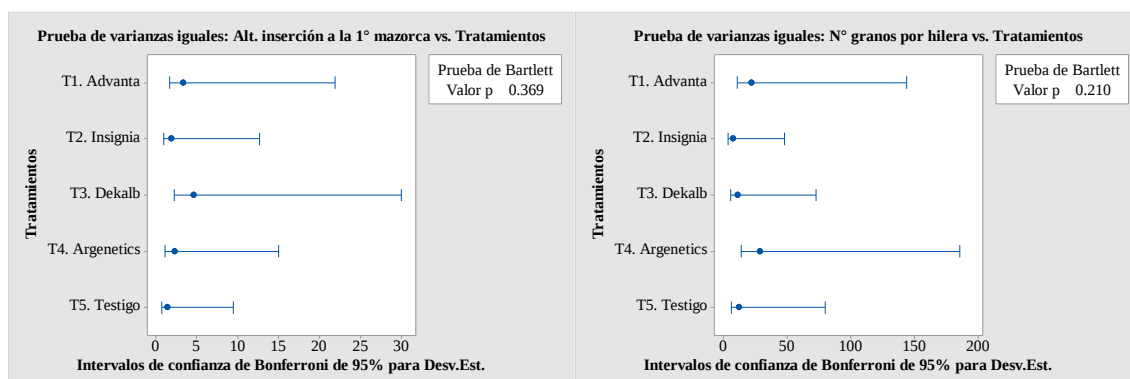


Figura 78 — Prueba de varianza iguales de la primera mazorca y el número de granos por hilera del cultivo de MAD

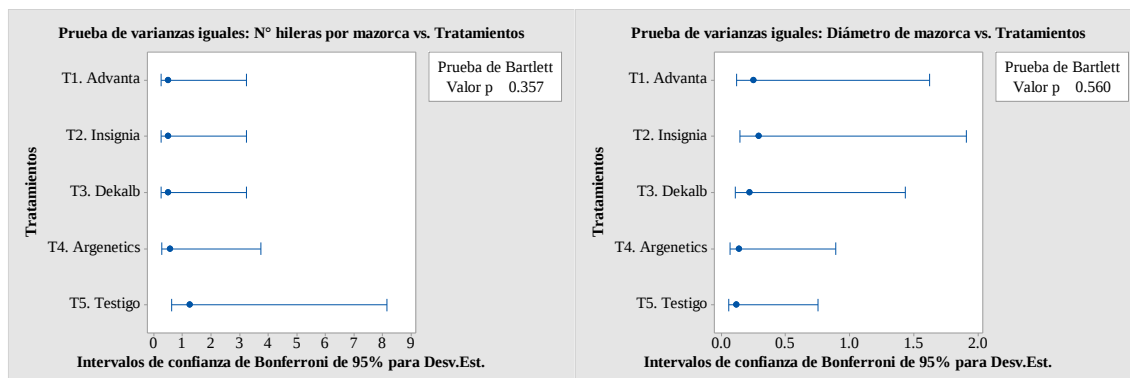


Figura 79 — Prueba de varianza iguales del número de hileras y el diámetro de mazorca del cultivo de MAD

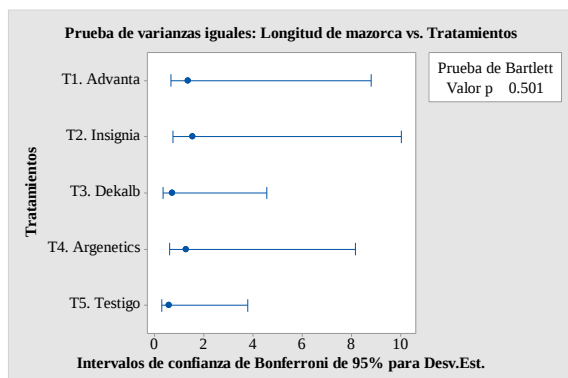


Figura 80 — Prueba de varianza iguales de la longitud de mazorca del cultivo de MAD

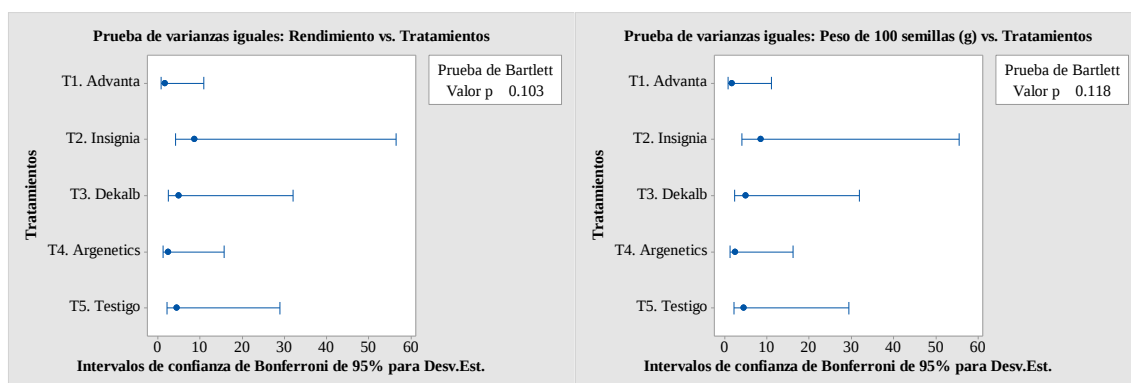


Figura 81 — Prueba de varianzas iguales del rendimiento y peso de 100 semillas del cultivo de MAD

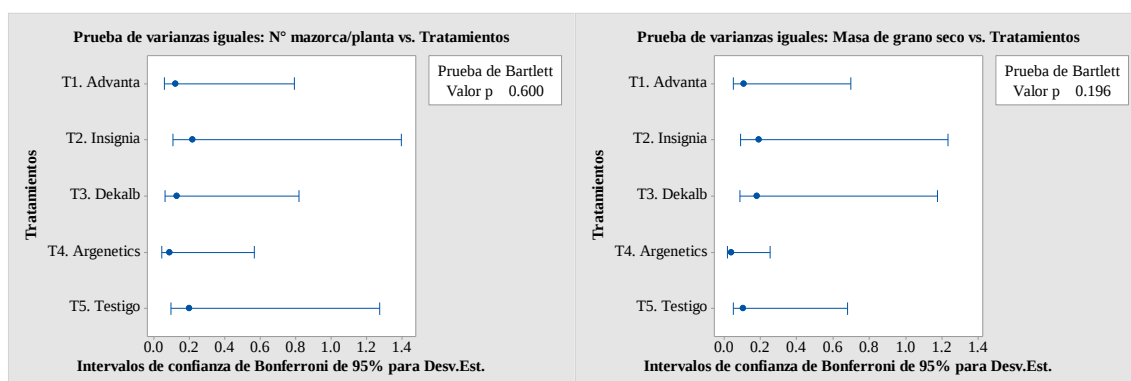


Figura 82 — Prueba de varianzas iguales del número de mazorcas y la masa de grano seco del cultivo de MAD

ANEXO 9. PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 83 — Preparación del terreno con arado de toros para la siembra de maíz híbrido



Figura 84 — Prueba de germinación de los 5 híbridos de maíz amarillo duro



Figura 85 — Trazado de surcos y distanciamiento entre semillas



Figura 86 — Fase vegetativa del maiz amarillo duro en la etapa de V2

Figura 87— Primer aporque y fertilización del maíz amarillo duro con comuneros del anexo Lucre- Curasco



Figura 88 — Fertilización y evaluación de la fase vegetativa V3 a V4



Figura

89 — Evaluación de la fase reproductiva VT floracion masculina del maiz amarillo duro



Figura 90 — Evaluación de la fase fenológica, etapa R5, donde se observa granos dentados del maíz amarillo duro



Figura 91 — Comparación de las características biométrica, altura de planta en la etapa de aparición de panojas



Figura 92 — Evaluación de la cosecha de los granos maduros R6



Figura 93 — Comparación del diámetro de la mazorca de maíz amarillo duro

Figura 94 — Comparación de la longitud de las mazorcas de maíz amarillo duro





Figura 95 — Secado del maíz amarillo duro por unidad experimental en Lucre

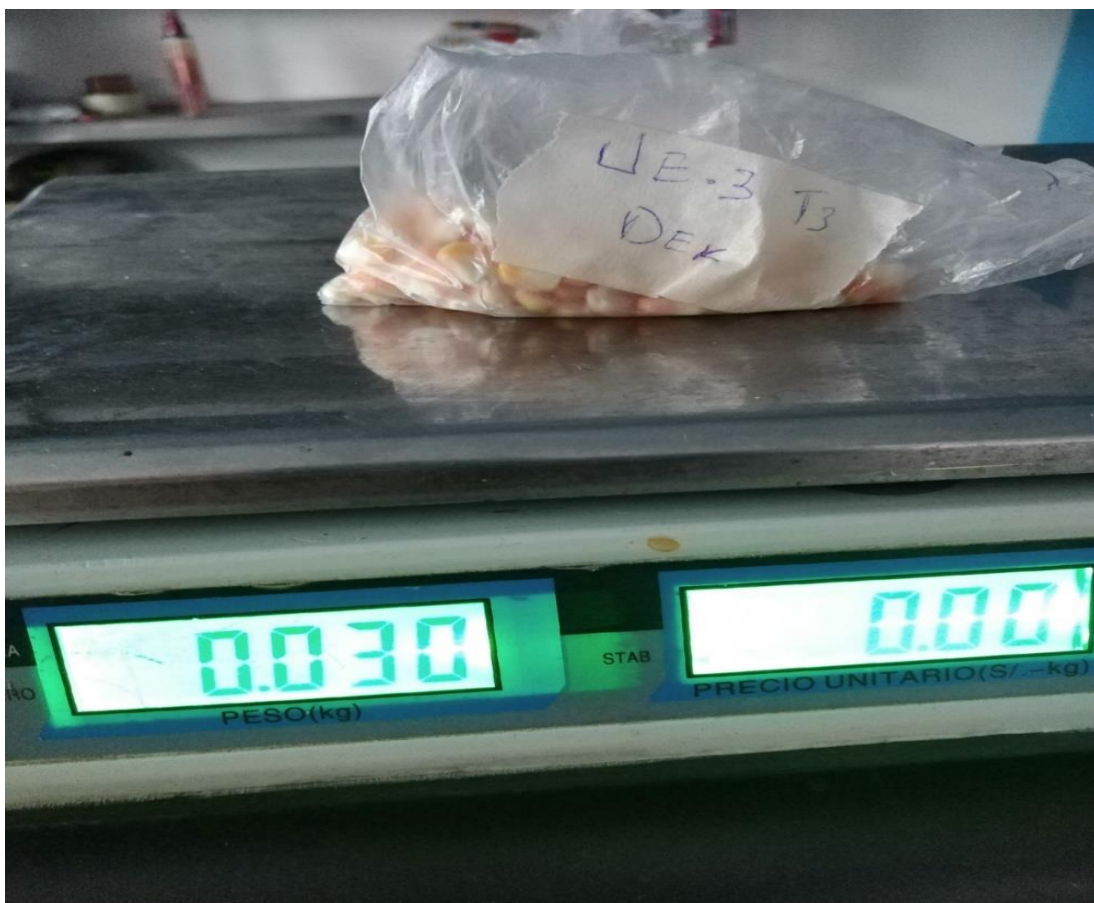


Figura 96 — Comparación del rendimiento en peso de 100 semillas de maíz amarillo duro

ANEXO 10. COSTO DE PRODUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

A) INFORMACIÓN GENERAL

A.1) CULTIVO: Maíz Amarillo Duro	A.9) DISTANCIAMIENTO: 0.20 - 0.90 m.
A.2) VARIEDAD: Advanta, Insignia, Dekalb, Argenetics y local	A.10) UBICACIÓN:
A.3) PERIODO VEGETATIVO: 6 meses	Región: Apurímac
A.4) EPOCA DE SIEMBRA: Diciembre	Prov.: Grau
EPOCA DE COSECHA: Mayo	Dist.: Curasco
A.5) TECNOLOGÍA: Local, NPK (37.4 - 70.88 - 23)	Lugar: Lucre
A.6) RENDIMIENTO: 2215 Kg/Ha	Altitud: 2700 m.s.n.m.
A.7) AREA: 463.08 m ²	A.11) LUGAR Y FECHA: Grau, 18/09/22

B) COSTOS VARIABLES

1) GASTOS EN MANO DE OBRA					
ITEM	LABORES	UNID	CANT.	P. U.	S/. COSTO
1	Preparación del terreno (Remoción de tierra y acomodo de surcos)	Jornal	1	30	30
2	Siembra y fertilización	Jornal	2	30	60
3	Riego (diciembre)	Jornal	3	10	30
4	Riego (abril-mayo)	Jornal	5	10	50
5	Control de malezas	Jornal	1	30	30
6	Aporque (primera lampa)	Jornal	1	30	30
7	Aporque (segunda lampa)	Jornal	1	30	30
8	Control fitosanitario (recolección manual de insectos)	Jornal	2	30	60
9	Cosecha	Jornal	2	30	60
10	Desgrane y limpieza de granos	Jornal	1	30	30
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA					410.00
2) GASTOS EN MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.					
ITEM	LABORES	UNID	CANT.	P. U.	S/. COSTO
1	Yunta (Remoción de tierra, surcado)	Yunta	1	80	80
2	Alquiler de generador para pesado de semillas	Unidad	1	50	50
3	Herramientas manuales	Global	1	30	30
SUB TOTAL DE MAQUINARIAS EQUIPO HERRAMIENTAS					160.00
3) GASTOS EN INSUMOS MATERIALES Y ENVASE					
ITEM	LABORES	UNID	CANT.	P. U.	S/. COSTO
1	Semilla de híbrido Advanta	Kilo	0.14	24	3.24
4	Semilla de híbrido Dekald	Kilo	0.14	24	3.24
5	Semilla de híbrido Argenetics	Kilo	0.14	25	3.38
6	Semilla de híbrido Insignia	Kilo	0.14	25	3.38
7	Semilla de híbrido local	Kilo	0.16	4.5	0.70



8	Guano de isla	Kilo	14.43	1	14.43
9	Roca fosfórica	Kilo	8.47	1.3	11.01
10	Sulfato de potasio	Kilo	1.55	3.5	5.43
11	Hipoclorito de sodio (1%)	Litro	0.1	5	0.50
12	Sacos de polietileno	Unidad	5	1.5	7.50
13	Rafia	Unidad	0.5	3	1.50
14	Aguja gruesa	Unidad	2	0.5	1.00
15	Bolsa de polietileno	Unidad	50	0.2	10.00
SUB TOTAL DE INSUMOS MATERIALES Y ENVASES					65.29
4) GASTOS EN TRANSPORTE					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANT.	P. U.	S/. COSTO
1	Movilidad personal	Global	1	300	300
2	Traslado de la cosecha	Global	1	100	100
SUB TOTAL DE TRANSPORTES					400
SUB TOTAL DE COSTOS VARIABLES					1035.29
C) COSTOS FIJOS					
ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT.	P. U.	S/. COSTO
1	Libreta de campo	Unidad	1	1.5	1.50
2	Material bibliográfico	Global	1	25	25.00
3	Lápiz	Unidad	1	0.5	0.50
4	Borrador	Unidad	1	0.5	0.50
5	Cd	Unidad	5	0.5	2.50
6	Marcadores	Unidad	1	5	5.00
7	Etiquetas	Unidad	20	0.5	10.00
8	Computador	Global	1	25	25.00
9	Impresora	Global	1	15	15.00
10	Papel bond A4	Millar	1	17	17.00
11	Cámara digital	Global	1	10	10.00
12	Calculadora	Unidad	1	5	5.00
13	Flexómetro	Global	1	5	5
14	Vernier	Global	1	15	15
15	Balanza de precisión	Global	1	25	25
SUB TOTAL DE COSTOS FIJOS					162.00
COSTO TOTAL DEL EXPERIMENTO (C.V. + C.F.)					1197.29

ANEXO 11. CALENDARIO DE EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHAS
1	ETAPA I: UBICACIÓN Y PRUEBAS PRELIMINARES DEL EXPERIMENTO	
1.1	Análisis de suelo	25/12/2019
1.2	Prueba de germinación	02/12/2020
2	ETAPA II: LABORES AGRONÓMICAS DEL EXPERIMENTO	
2.1	Riego machaco	30/11/2020
2.2	Preparación de suelo	03/12/2020
2.3	Delimitación de las parcelas experimentales	05/12/2020
2.4	Desinfección de semilla local y siembra	06/12/2020
2.5	Fertilización	06/12/2020
2.6	1º Control de maleza	15/01/2021
2.7	2º Control de maleza (en la formación de panoja)	29/04/2021
2.8	Riego por gravedad entre abril a mayo (inicio de floración y formación de granos)	12/04/2021 - 12/05/2021
2.9	Cosecha en la variedad local (170 dds)	25/05/2021
2.1	Cosecha en las variedades introducidas (191 dds)	15/06/2021
2.11	Desgrane	15/07/2021
2.12	Limpieza del grano (venteo)	16/07/2021
3	ETAPA III: EVALUACIONES A LAS VARIABLES EN ESTUDIO	
3.1	FENOLOGÍA DEL MAIZ AMARILLO DURO	
3.1.1	ETAPA VEGETATIVA	
3.1.1.1	VE. Emergencia	14/12/2020
3.1.1.2	V1. Primera hoja	18/12/2020
3.1.1.3	V2. Segunda hoja	24/12/2020
3.1.1.4	V3. Tercera hoja	28/12/2020
3.1.1.5	V4. Cuarta hoja	01/01/2021
3.1.1.6	V5. Quinta hoja	04/01/2021
3.1.1.7	V6. Sexta hoja	09/01/2021
3.1.1.8	V7. Séptima hoja	12/01/2021
3.1.1.9	V8. Octava hoja	16/01/2021
3.1.1.10	V9. Novena hoja	21/01/2021
3.1.1.11	V10. Decima hoja	24/01/2021
3.1.1.12	V11. Undecima hoja	28/01/2021
3.1.1.13	V12. Décima segunda hoja	30/01/2021
3.1.1.14	V13. Décima tercera hoja	03/02/2021
3.1.1.15	V14. Décima cuarta hoja	07/02/2021
3.1.1.16	V15. Décima quinta hoja	11/02/2021
3.1.1.17	V16. Décima sexta hoja	14/02/2021
3.1.1.18	V17. Décima séptima hoja	18/02/2021
3.1.1.19	V18. Décima octava hoja	21/02/2021
3.1.1.20	V19. Décima novena hoja	24/02/2021



3.1.1.21	V20. Vigésima hoja	01/03/2021
3.1.1.22	V21. Vigésima primera hoja	03/03/2021
3.1.1.23	V22. Vigésima segunda hoja	06/03/2021
3.1.1.24	V23. Vigésima tercera hoja	11/03/2021
3.1.1.25	V24. Vigésima cuarta hoja	14/03/2021
3.1.1.26	V25. Vigésima quinta hoja	16/03/2021
3.1.1.27	VT. Aparición de las primeras panojas	20/03/2021
3.1.2	ETAPA REPRODUCTIVA	
3.1.2.1	R1. Aparición de los estigmas	24/03/2021
3.1.2.2	R2. Blíster	09/04/2021
3.1.2.3	R3. Grano lechoso	25/04/2021
3.1.2.4	R4. Grano pastoso	14/05/2021
3.1.2.5	R5. Grano dentado	20/05/2021
3.1.2.6	R6. Grano maduro	25/05/2021
3.1.2.7	R6. Grano maduro	15/06/2021
3.1.3	CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DEL CULTIVO DE MAD	
3.1.3.1	Altura de planta	18/12/2020 - 20/03/2021
3.1.3.2	Altura de inserción a la primera mazorca	24/03/2021
3.1.3.3	Numero de granos por hilera	15/07/2021
3.1.3.4	Número de hileras por mazorca	15/07/2021
3.1.3.5	Diámetro de mazorca	15/07/2021
3.1.3.6	Longitud de mazorca	15/07/2021
3.1.4	RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAD	
3.1.4.1	Masa de grano seco (después de la exposición a la sombra)	25/07/2021
3.1.4.2	Número de mazorcas por planta (a la cosecha)	25/07/2021
3.1.4.3	Peso de 100 semillas (después de exponer al sol)	25/07/2021