



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONÓMICA**



**EFECTO DE DOS DENSIDADES DE SIEMBRA AL  
ESTABLECIMIENTO SOBRE LA PRODUCCIÓN FORRAJERA  
DEL MAÍZ HÍBRIDO BAJO SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO  
EN LA IRRIGACIÓN MAJES – AREQUIPA**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. RUBÉN DE RENZE HANCCO MARTÍNEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO - PERÚ**

**2021**



## DEDICATORIA

- *A mis padres Nicolás Factor y María, por todo su apoyo moral y económico durante mi etapa estudiantil.*
- *A mi fiel compañera de mi vida Gladys que me dio aliento, cariño, confianza e incondicional apoyo en culminar en el presente trabajo de investigación, junto con mis hijos Lizeth y Luis.*
- *A mis hermanos Flora, Jaime, Richard, Javier, Pedro y Rigoberta a ellos, por su gran aliento y apoyo moral.*

*Rubén De Renze*



## AGRADECIMIENTOS

- *A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno mi Alma mater, especialmente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica que me dió la oportunidad de mi formación profesional.*
- *A Mi Asesor Dr. Pablo Antonio Beltrán Barriga por su gran apoyo de culminación, dedicación y asesorías del presente trabajo de tesis.*
- *A los miembros del jurado D.Sc. Luís Alfredo Palao Iturregui, D.Sc. Javier Mamani Paredes e Ing. Luís Amilcar Bueno Macedo, por la revisión y enriquecimiento de este trabajo de investigación.*
- *En fin, a todas las amistades que directamente o indirectamente intervinieron en la realización de esta tesis.*

***Rubén De Renze***



# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURA	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
RESUMEN .....	15
ABSTRACT.....	16
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 OBJETIVO GENERAL:.....	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	18
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
2.1 ORIGEN.....	19
2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ.....	19
2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	20
2.3.1 Sistema radicular .....	20
2.3.2 Tallo.....	21
2.3.3 Hoja .....	21
2.3.4 Panoja o inflorescencia masculina.....	22
2.3.5 Mazorca o inflorescencia femenina.....	23
2.3.6 Semilla.....	23
2.4 ASPECTOS FISIOLÓGICOS .....	23
2.4.1 Crecimiento y desarrollo .....	23
2.4.2 Desarrollo del sistema foliar.....	25
2.4.3 Floración y fecundación .....	25
2.4.4 Formación del grano.....	26
2.4.5 Clima .....	28
2.4.6 Requerimiento de agua.....	28
2.4.7 Abonamiento y fertilización.....	29



2.5	MANEJO DEL CULTIVO .....	31
2.5.1	Suelo .....	31
2.5.2	Elección de semilla .....	32
2.5.3	Siembra .....	32
2.5.4	Labores culturales .....	33
2.5.5	Labores de cosecha .....	33
2.5.6	Cosecha de maíz forrajero .....	33
2.5.7	Necesidad hídrica .....	33
2.6	PLAGAS Y ENFERMEDADES .....	34
2.6.1	Plagas .....	34
2.6.2	Enfermedades .....	35
2.6.3	Descripción y referencia de los cultivares en estudio .....	36
2.6.3.1	Santa helena SHS-5070 .....	36
2.6.3.2	Opaco mal paso PVM-580 .....	37
2.6.3.3	Chuska INIA-617 .....	37
2.6.4	Usos .....	38
2.7	CONSERVACIÓN DE FORRAJE .....	39
2.7.1	Silos .....	39
2.7.2	Silo tipo parva .....	40
2.7.3	Silo tipo trinchera .....	40

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1	FECHA DE EJECUCIÓN .....	41
3.2	MEDIO EXPERIMENTAL .....	41
3.2.1	Ubicación .....	41
3.2.2	Historial del campo experimental .....	42
3.2.3	Análisis físico químico del suelo .....	42
3.2.4	Información meteorológica .....	43
3.3	MATERIAL EXPERIMENTAL .....	44
3.3.1	Material vegetal .....	44
3.3.2	Material del campo .....	44
3.3.3	Material de gabinete .....	45
3.3.4	Material de laboratorio .....	45
3.3.5	Equipo de Campo .....	45



3.4 EQUIPO DE GABINETE.....	45
3.4.1 Insumos.....	45
3.5 MÉTODOS .....	46
3.5.1 Diseño experimental.....	46
3.6 VARIABLES DE RESPUESTA .....	47
3.6.1 Porcentaje de emergencia .....	47
3.6.2 Altura de planta (m).....	47
3.6.3 Número de hojas (planta/hoja) .....	47
3.6.4 Diámetro de tallo (cm).....	48
3.6.5 Longitud de hoja (cm) .....	48
3.6.6 Ancho de Hoja (Cm) .....	48
3.6.7 Área foliar (cm <sup>2</sup> ) .....	48
3.6.8 Longitud de entre nudos (cm).....	48
3.6.9 Rendimiento de forraje verde (t/ha) .....	49
3.6.10 Porcentaje de materia seca (% M.S.).....	49
3.6.11 Rendimiento forrajero en materia seca (t/ha) .....	49
3.6.12 Ensilaje y valor nutritivo .....	50
3.6.13 Análisis de rentabilidad(s/.).....	50
3.7 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO .....	50
3.7.1 Preparación de terreno .....	50
3.7.2 Tratamiento de la Semilla.....	50
3.7.3 Siembra.....	51
3.7.4 Fertilización .....	51
3.7.5 Control de Malezas .....	52
3.7.6 Control fitosanitario.....	52
3.7.7 Riego.....	53
3.7.8 Cosecha.....	53

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO EN LOS CULTIVARES DE MAÍZ HÍBRIDO CON FINES FORRAJEROS ..	54
4.1.1 Porcentaje de emergencia .....	54
4.1.2 Primera evaluación a los 60 días de la siembra .....	56
4.1.3 Segunda evaluación a los 90 días de la siembra.....	67



4.1.4	Tercera evaluación a los 120 días de la siembra .....	81
4.1.5	Rendimiento de forraje verde. ....	112
4.1.6	Porcentaje de materia seca (%M.S.).....	120
4.1.7	Rendimiento de forrajero en materia seca (t/ha) .....	121
4.1.8	Ensilaje y Valor nutritivo. ....	121
4.2	COSTO DE PRODUCCIÓN Y EL ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE CULTIVO DE MAÍZ HIBRIDO CON FINES FORRAJEROS .....	125
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	127
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	128
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	129
<b>ANEXOS</b>	.....	134

**ÁREA:** Ciencias Agrarias.

**Línea:** Cultivos Forrajeros.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 02 de julio 2021.



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Necesidades hídricas según etapas .....	34
<b>Tabla 2</b>	Enfermedades que afectan el cultivo de maíz .....	35
<b>Tabla 3</b>	Características de Maíz Híbrida SHS-5070 .....	36
<b>Tabla 4</b>	Características de Maíz Híbrida PMV-580 .....	37
<b>Tabla 5</b>	Características de Maíz Híbrida INIA-617 .....	38
<b>Tabla 6</b>	Ubicación geográfica del experimento.....	42
<b>Tabla 7</b>	Historial de campo experimental.....	42
<b>Tabla 8</b>	Análisis físico y químico del suelo 2018. ....	42
<b>Tabla 9</b>	Precipitación pluvial, temperatura media, humedad relativa media y horas al sol mensuales en la irrigación Majes-Arequipa .....	44
<b>Tabla 10</b>	Codificación de tratamientos.....	47
<b>Tabla 11</b>	Nivel de fertilización.....	52
<b>Tabla 12</b>	Tabla riego. ....	53
<b>Tabla 13</b>	Análisis de varianza para porcentaje de emergencia.....	55
<b>Tabla 14</b>	Análisis de varianza para altura de planta a los 60 días de la siembra .....	56
<b>Tabla 15</b>	Prueba de Tukey para factor variedad sobre altura de planta a los 60 días de siembra.....	57
<b>Tabla 16</b>	Análisis de varianza para número de hojas a los 60 días de la siembra .....	59
<b>Tabla 17</b>	Prueba de Tukey para factor densidad sobre número de hojas a los 60 días de siembra.....	59
<b>Tabla 18</b>	Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 60 días de la siembra.....	61
<b>Tabla 19</b>	Prueba de Tukey para factor variedad sobre diámetro de tallo a los 60 días de siembra .....	62
<b>Tabla 20</b>	Análisis de varianza para longitud de hoja a los 60 días de la siembra.....	63
<b>Tabla 21</b>	Prueba de Tukey para factor variedad sobre diámetro de tallo a los 60 días de siembra.....	64
<b>Tabla 22</b>	Análisis de varianza para ancho de hoja a los 60 días de la siembra .....	65
<b>Tabla 23</b>	Análisis de varianza para área foliar de hoja a los 60 días de la siembra .....	66
<b>Tabla 24</b>	Análisis de varianza para altura de planta a los 90 días de la siembra ...	68
<b>Tabla 25</b>	Prueba de Tukey para factor densidad de siembra sobre altura de planta a	





	los 90 días de siembra. ....	68
<b>Tabla 26</b>	Prueba de Tukey para factor variedad sobre altura de planta a los 90 días de siembra. ....	69
<b>Tabla 27</b>	Interacción densidad (D) x variedad (V) para altura de planta (90 días).....	70
<b>Tabla 28</b>	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción (D) x (V), para altura de planta a los 90 días de evaluación .....	71
<b>Tabla 29</b>	Prueba de Tukey para interacción (D) x (V) sobre altura de planta a 90 días de evaluación. ....	73
<b>Tabla 30</b>	Análisis de varianza para número de hojas a los 90 días de la siembra .	74
<b>Tabla 31</b>	Prueba de Tukey para factor variedad sobre número de hojas a los 90 días de siembra. ....	75
<b>Tabla 32</b>	Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 90 días de la siembra	76
<b>Tabla 33</b>	Análisis de varianza para longitud de hoja a los 90 días de la siembra..	77
<b>Tabla 34</b>	Análisis de varianza para ancho de hoja a los 90 días de la siembra .....	78
<b>Tabla 35</b>	Análisis de varianza para área foliar de hoja a los 90 días de la siembra .....	79
<b>Tabla 36</b>	Análisis de varianza para longitud de entre nudos a los 90 días de la siembra .....	80
<b>Tabla 37</b>	Prueba de Tukey para factor variedad sobre longitud de entre nudos a los 90 días de siembra. ....	80
<b>Tabla 38</b>	Análisis de varianza para altura de planta a los 120 días de la siembra.	82
<b>Tabla 39</b>	Análisis de varianza para número de hojas a los 120 días de la siembra	83
<b>Tabla 40</b>	Prueba de Tukey para factor variedad sobre número de hojas a los 120 días de siembra. ....	84
<b>Tabla 41</b>	Prueba de Tukey para factor variedad sobre número de hojas a los 120 días de siembra. ....	85
<b>Tabla 42</b>	Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 120 días de la siembra .....	86
<b>Tabla 43</b>	Prueba de Tukey para factor variedad sobre diámetro de tallo a los 120 días de siembra. ....	87
<b>Tabla 44</b>	Prueba de Tukey para factor densidad de siembra sobre longitud de hoja a los 120 días de siembra. ....	89
<b>Tabla 45</b>	Interacción densidad (D) x variedad (V) para longitud de hoja.....	89
<b>Tabla 46</b>	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción (D) x (V),	



	para longitud de hoja. ....	90
<b>Tabla 47</b>	Prueba de Tukey para interacción (D) x (V) sobre longitud de hoja .....	92
<b>Tabla 48</b>	Análisis de varianza para ancho de hoja a los 90 días de la siembra .....	93
<b>Tabla 49</b>	Prueba de Tukey para factor densidad de siembra sobre ancho de hoja a los 120 días de siembra. ....	94
<b>Tabla 50</b>	Prueba de Tukey para factor variedad sobre ancho de hoja a los 120 de siembra. ....	94
<b>Tabla 51</b>	Interacción densidad (D) x variedad (V) para ancho de hoja (120 días) .....	95
<b>Tabla 52</b>	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción (D) x (V), para ancho de hoja. ....	96
<b>Tabla 53</b>	Prueba de Tukey para interacción (D) x (V) sobre ancho de hoja.....	98
<b>Tabla 54</b>	Análisis de varianza para área foliar de hoja a los 120 días de la siembra .....	99
<b>Tabla 55</b>	Prueba de Tukey para factor densidad de siembra sobre área foliar a los 120 días de siembra. ....	100
<b>Tabla 56</b>	Prueba de Tukey para factor variedad sobre área foliar a los 120 días de siembra .....	100
<b>Tabla 57</b>	Interacción densidad (D) x variedad (V) para área foliar (120 días) .....	102
<b>Tabla 58</b>	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción (D) x (V), para área foliar. ....	102
<b>Tabla 59</b>	Tabla. Prueba de Tukey para interacción (D) x (V) sobre área foliar.....	105



## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b>	Altura de planta en variedades de maíz a los 60 días de la siembra .....	57
<b>Figura 2.</b>	Número de hojas por efecto de la densidad de siembra a los 60 días de la siembra. ....	60
<b>Figura 3.</b>	Diámetro de tallo en variedades de maíz a los 60 días de la siembra .....	62
<b>Figura 4.</b>	Longitud de hoja en variedades de maíz a los 60 días de la siembra .....	64
<b>Figura 5.</b>	Altura de planta por efecto de la densidad de siembra los 90 días de la .....	69
<b>Figura 6.</b>	Altura de planta en variedades de maíz a los 90 días de la siembra. ...	70
<b>Figura 7.</b>	Interacción del factor Densidad dentro de Variedad sobre altura de planta a los 90 días de evaluación .....	71
<b>Figura 8.</b>	Altura de planta en variedades de maíz a los 90 días de la siembra. ...	75
<b>Figura 9.</b>	Longitud de entre nudos en variedades de maíz a los 90 días de la siembra.....	81
<b>Figura 10.</b>	Número de hojas por efecto de la densidad de siembra los 90 días de la siembra.....	84
<b>Figura 11.</b>	Número de hojas en variedades de maíz a los 120 días de la siembra.	85
<b>Figura 12.</b>	Diámetro de tallo por efecto de la densidad de siembra los 120 días de la siembra.....	87
<b>Figura 13.</b>	Longitud de hoja por efecto de la densidad de siembra los 120 días de la siembra.....	89
<b>Figura 14.</b>	Interacción del factor Densidad dentro de Variedad sobre longitud de hoja .....	90
<b>Figura 15.</b>	Ancho de hoja por efecto de la densidad de siembra los 120 días de la siembra.....	94
<b>Figura 16.</b>	Ancho de hojas en variedades de maíz a los 120 días de la siembra. ..	95
<b>Figura 17.</b>	Interacción del factor Densidad dentro de Variedad sobre ancho de hoja.	96
<b>Figura 18.</b>	Área foliar por efecto de la densidad de siembra los 120 días de la siembra.....	100
<b>Figura 19.</b>	Área foliar en variedades de maíz a los 120 días de la siembra. ....	101
<b>Figura 20.</b>	Interacción del factor Densidad dentro de Variedad sobre área folia.....	102
<b>Figura 21.</b>	Longitud de entre nudos por efecto de la densidad de siembra los 120	



	días de la siembra. ....	107
<b>Figura 22.</b>	Longitud de entre nudos en variedades de maíz a los 120 días de la siembra. ....	108
<b>Figura 23.</b>	Interacción del factor Densidad dentro de Variedad sobre longitud de entre nudos. ....	109
<b>Figura 24.</b>	Rendimiento de forraje verde por efecto de la densidad de siembra. ....	113
<b>Figura 25.</b>	Rendimiento de forraje verde en variedades de maíz. ....	114
<b>Figura 26.</b>	Interacción del factor Densidad dentro de Variedad sobre rendimiento de forraje verde. ....	116
<b>Figura 27.</b>	Rendimiento de forraje verde en variedades de maíz. ....	119
<b>Figura 28.</b>	Porcentaje de materia seca en toneladas por hectárea. ....	120
<b>Figura 29.</b>	Rendimientos de materia seca de los tratamientos. ....	121
<b>Figura 30</b>	Análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje de D1V1. ....	122
<b>Figura 31</b>	Análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje de D2V1. ....	123
<b>Figura 32</b>	Análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje de D1V2. ....	123
<b>Figura 33</b>	Análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje de D2V2. ....	124
<b>Figura 34</b>	Análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje de D1V3. ....	124



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- CV : Coeficiente de variabilidad
- C.M. : Cuadrados medios
- D1 : 90 000 plantas/ha
- D2 : 100 000 plantas/ha
- F.V. : Fuente de variación
- Fc. : F calculada
- Ft : F tabular
- G.L. : Grados de libertad
- S.C. : Suma de cuadrados
- V1 : Maíz amarillo duro hibrida SHS-5070
- V2 : Maíz opaco mal paso PVM-580
- V3 : Maíz Forrajero Chuska INIA-617
- n.s. : No significativo
- \* : Significativo
- \*\* : Altamente significativo
- $\bar{X}$  : Promedio o media general



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo N° 1</b>	Promedio de datos evaluados correspondientes a la primera evaluación a los 60 días.....	134
<b>Anexo N° 2</b>	Promedio de datos evaluados correspondientes a la segunda evaluación a los 90 días.....	135
<b>Anexo N° 3</b>	Promedio de datos evaluados correspondientes a la tercera evaluación a los 120 días.....	136
<b>Anexo N° 4</b>	Costo de producción del tratamiento de variedad SHS-5070 con la densidad 90000 plantas/ha. ....	137
<b>Anexo N° 5</b>	Costo de producción del tratamiento de variedad SHS-5070 con la densidad 100000 plantas/ha. ....	139
<b>Anexo N° 6</b>	Costo de producción del tratamiento de variedad PVM-580 con la densidad 90000 plantas/ha. ....	141
<b>Anexo N° 7</b>	Costo de producción del tratamiento de variedad PVM-580 con la densidad 100000 plantas/ha. ....	143
<b>Anexo N° 8</b>	Costo de producción del tratamiento de variedad INIA-617 con la densidad 90000 plantas/ha. ....	145
<b>Anexo N° 9</b>	Costo de producción del tratamiento de variedad INIA-617 con la densidad 100000 plantas/ha. ....	147
<b>Anexo N° 10</b>	Certificados de Análisis de Laboratorio .....	149
<b>Anexo N° 11</b>	Certificado de Senamhi.....	153
<b>Anexo N° 12</b>	Panel Fotográfico .....	154



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó en la Irrigación de Majes – Pedregal, Caylloma-Arequipa, A una altitud de 1407 m.s.n.m, cuya ubicación geográfica es: Este X=798147 y Norte Y= 8188610, en coordenadas UTM, Los objetivos en estudio fueron: a) Evaluar las características biométricas del crecimiento vegetativo en los cultivares de maíz híbrido con fines forrajeros; b) Determinar el rendimiento forrajero de biomasa verde de tres variedades de maíz híbrido establecido en dos diferentes densidades de siembra y c) Estimar el costo de producción y el análisis de rentabilidad de los tres variedades de maíz híbrido con fines forrajeros, En el estudio, se consideraron los híbridos de maíz SHS-5070 (V1), PVM-580 (V2) y INIA-617 (V3) con dos densidades de siembra 90,000 plantas/ha (D1) y 100,000 plantas/ha (D2); establecidos bajo el diseño experimental bloque completo al azar (DBCA); Para la altura de planta, al evaluar los seis tratamientos en estudio no hubo diferencia significativa siendo el promedio de 294.18 cm, en el número de hojas D2 (16.03 hojas) supera a D1 (15.22 hojas), en diámetro de tallo la D1 (26.57 mm) tuvo mayor valor que D2 (25.51); en longitud de hoja D2V2 obtuvo el mayor valor (112.03 cm) respecto a los otros tratamientos, en ancho de hoja D1V3 tuvo mayor longitud (10.83 cm) y D2V2 menor longitud (8.82cm); en área foliar, el tratamiento D1V3 obtuvo mayor valor (859.05 cm<sup>2</sup>) y D1V2 el menor valor (720.48cm<sup>2</sup>); en la variable longitud de entre nudos D2V2 alcanzó mayor longitud (21.52cm) y D1V3 la menor (17.70 cm), en rendimiento de forraje verde D1V1 obtuvo el valor más elevado (122.2 t/ha) con relación a los demás tratamientos; en rendimiento materia seca el tratamiento D1V1 con 43.32 t/ha obtuvo el valor más alto respecto a los demás tratamientos. Al evaluar el valor nutritivo del ensilado, en proteína cruda destacó el tratamiento D2V1 con 8.23% y en fibra detergente neutra el tratamiento D2V2 con 49.74% respectivamente. En rentabilidad y relación B/C, el mejor tratamiento fue D1V1, con una ganancia de S/. 8953.90 soles, una rentabilidad del 129.17% y una relación B/C de 2.29, que indica que por cada sol invertido se gana S/. 1.29 soles; Por los resultados obtenidos se concluye que la siembra D1V1 se logra una mejora producción de biomasa verde en condiciones de la zona.

**Palabras clave:** Densidad, Variedad, Maíz, Forraje, Riego.



## ABSTRACT

The present research work was carried out in the Majes - Pedregal Irrigation, Caylloma-Arequipa, at an altitude of 1407 m.a.s.l., whose geographical location is: East X=798147 and North Y= 8188610, in UTM coordinates. m, whose geographical location is: East X=798147 and North Y= 8188610, in UTM coordinates, the objectives of the study were: (a) To evaluate the biometric characteristics of vegetative growth in hybrid corn cultivars for forage purposes; b) To determine the green biomass forage yield of three hybrid corn cultivars established at two different planting densities and c) To estimate the cost of production and profitability analysis of the three hybrid corn cultivars for forage purposes. In the study, the corn hybrids SHS-5070 (V1), PVM-580 (V2) and INIA-617 (V3) with two planting densities 90,000 plants/ha (D1) and 100,000 plants/ha (D2) were considered; established under the randomized complete block experimental design (DBCA); for plant height, when evaluating the six treatments under study, there was no significant difference, the average being 294. 18 cm; in the number of leaves D2 (16.03 leaves) exceeded D1 (15.22 leaves); in stem diameter D1 (26.57 mm) had a higher value than D2 (25.51); in leaf length D2V2 obtained the highest value (112.03 cm) with respect to the other treatments; in leaf width D1V3 had greater length (10.83 cm) and D2V2 less length (8.82 cm); in leaf area, the treatment D1V3 obtained a higher value (859. 05 cm<sup>2</sup>) and D1V2 the lowest value (720.48 cm<sup>2</sup>); in the variable length between nodes D2V2 reached the greatest length (21.52 cm) and D1V3 the least (17.70 cm), in green forage yield D1V1 obtained the highest value (122.2 t/ha) in relation to the other treatments; in dry matter yield the D1V1 treatment with 43.32 t/ha obtained the highest value in relation to the other treatments. When evaluating the nutritive value of the silage, in crude protein, treatment D2V1 stood out with 8.23% and in neutral detergent fiber, treatment D2V2 with 49.74%, respectively. In profitability and B/C ratio, the best treatment was D1V1, with a profit of S/. 8953.90 soles, a profitability of 129.17% and a B/C ratio of 2.29, which indicates that for each sol invested, S/. 1.29 soles is gained. From the results obtained, it is concluded that the D1V1 planting achieves a better production of green biomass in conditions of the area.

**Key words:** density, variety, corn, forage, irrigation.





# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En el distrito de Majes Pedregal de la Región de Arequipa, el maíz (*Zea mays L.*), constituye una de las gramíneas forrajeras de corte de mayor importancia para la alimentación del ganado lechero y carne; sea como forraje verde picado o ensilado. De esta forma, el maíz alcanza su máximo valor nutricional; trayendo consigo, un mayor incremento en la producción de carne y leche por unidad de superficie. Por ello, se requiere desarrollar una tecnología funcional a través de la investigación, que permita el uso integral de maíces híbridos adecuados a las densidades de población de plantas, y potencialidades de la zona.

El cultivo predomina en la zona, con 5291 hectáreas en promedio sembradas al año entre las campañas agrícolas 2010-2016; alcanzando un rendimiento de forraje verde, de 56,29 tn /ha. (Gerencia Regional de Agricultura, 2017)

En el Perú, el cultivo de maíz se ha adaptado a variedad de ambientes; su fotosíntesis se realiza a través del ciclo de carbono C4; se destaca como planta forrajera, por su alto rendimiento en materia seca; condiciones de crecimiento fáciles y alto contenido energético; se utiliza ampliamente, como alimento para rumiantes; proporcionándolos generalmente en forma de ensilaje de toda la planta (Collazos, Neri, Huamán, & Juárez, 2018).

Según el IV Censo Nacional Agropecuario, en el año 2012, el cultivo de maíz amarillo duro fue de 6.3 % de superficie sembrada a nivel nacional (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019)



Por lo tanto, los componentes de rendimiento forrajero del maíz se basan por sus características biométricas del área foliar, y sobre todo, el rendimiento de la biomasa verde; influidos por la densidad de plantas por hectárea; características deseables de las plantas como hojas superiores erectas, ángulo de inserción de hoja pequeño y otros aspectos morfológicos. Por ende, los agricultores en la zona de estudio carecen de información técnica sobre los cultivares que tienen potencial forrajero, conducido bajo riego por goteo. En tal sentido, el trabajo que se proyecta, está ligado a conocer el potencial forrajero de cada uno de los cultivares, contribuyendo de esta manera a mejorar la crianza de ganado.

Frente a lo expuesto, en el presente trabajo se ha planteado los siguientes:

### **1.1 OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar las características biométricas del crecimiento vegetativo en los cultivares de maíz híbrido con fines forrajeros en la irrigación Majes-Arequipa.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Determinar el rendimiento forrajero de biomasa verde de tres variedades de maíz híbrido establecido en diferentes densidades de siembra.
- Estimar el costo de producción y el análisis de rentabilidad de tres variedades de maíz híbrido, con fines forrajeros.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ORIGEN

FAO (2009), indica que la mayoría de las variedades modernas del maíz, procedente material obtenida en el sur de los Estados Unidos, México, y América central y del sur.

Para Deras (2015), el maíz (*Zea mays L.*) pertenece a la familia de las gramíneas, tribu maideas; y se cree que se originó en los trópicos de América Latina; especialmente, los géneros *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena* cuya importancia reside en su relación filogenética con el género *Zea*.

Charalla (2019), afirma que el centro primario de origen del maíz se ubica en Mesoamérica (Regiones Montañosas de México y Guatemala); y los Andes centrales, son el segundo centro de diversificación.

Choque (2008), señala como posible centro de origen de maíz, América Central, Sur de México y los Valles Altos del Perú, Ecuador y Bolivia.

#### 2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ

Macuri (2016), manifiesta que el maíz está clasificado dentro de una sola especie botánica, *Zea mays L.*; teniendo dos parientes cercanos, que son el *Tripsacum* y el *Euchlaena* o teosinte. El maíz sistemáticamente, según la nomenclatura descrita se encuentra clasificado de la siguiente forma.

Reino : Vegetal  
División : Embriófitas  
Sub-División : Angiospermas



Clase	:	Monocotiledóneas
Orden	:	Glumiflorales o Graminales
Familia	:	Poacea
Sub-Familia	:	Panicoideas
Tribu	:	Maydae
Género	:	Zea
Especie	:	<i>Zea mays L.</i>

## 2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

### 2.3.1 Sistema radicular

Gonzáles (2016), da a conocer que las raíces del maíz, son características de las gramíneas; son fibrosas y adventicias, que crecen de manera rápida. El sistema radicular es fasciculado, y está formado por tres tipos de raíces: seminales o primarias, secundarias y adventicias. Las raíces primarias, son emitidas por la semilla, y comprenden la radícula y las raíces seminales. Son clasificadas como temporales, y sirven de anclaje a la planta para absorber del suelo el agua, y los elementos nutritivos en sus primeras fases. Todo el sistema radical de la planta adulta es adventicio.

Choque (2008), señala tres clases de raíces:

Raíces seminales o primarias emitidas por la semilla; y consta de una raíz principal radícula, y las raíces laterales de corta duración.

Las Raíces fasciculadas, son un sistema radicular profundo, blanco y fibroso; que comienzan a formarse, a partir de la corona por encima de las raíces primarias.



Por otro lado, las raíces aéreas adventicias o de anclaje que son vigorosas y cortas, distribuido en los nudos de la base del tallo en forma de manojo denominado “espolón”.

### **2.3.2 Tallo**

González (2016), sostiene que la planta posee un tallo principal, que puede alcanzara medir desde un metro hasta casi tres metros; donde alcanza su máximo desarrollo, cuando la panoja ha emergido completamente, y se ha iniciado la producción de polen.

Según De La Cruz (2016), el tallo central del maíz es un eje formado por nudos y entrenudos; cuyo número y longitud varían notablemente. La parte inferior y subterránea del tallo, tiene entrenudos muy cortos de los que salen las raíces principales y los brotes laterales. Los entrenudos superiores son cilíndricos, en corte transversal; se observa que laepidermis se forma de paredes gruesas y haces vasculares, cuya función principal, es la conducción de agua y sustancias nutritivas obtenidas del suelo o elaboradas en las hojas.

### **2.3.3 Hoja**

De La Cruz (2016), afirma que éste cereal tiene la hoja similar a las poáceas. Está constituida de vaina, cuello y lámina. La lámina, es una banda angosta y delgada hasta de 1.5 m de largo por 0.1 m de ancho, que termina en un ángulo. El nervio central está bastante desarrollado, es prominente en el envés de la hoja y cóncavo en el lado superior.

Choque (2008), indica que las hojas emergen de cada nudo del tallo; está distribuido en dos hileras alternas, con vaina en forma tubular que abraza al tallo; la lámina lanceolada ancha y larga, tiene una nervadura central y una serie de



nervaduras a la nervadura central. Desarrolla un promedio de 12 hojas por planta.

Gonzáles (2016), afirma que las hojas crecen en la parte superior de los nudos, en forma dística o alternada. Se abrazan al tallo formando estructuras llamadas vainas, de modo que la lámina mantiene un ángulo aproximadamente recto, con respecto al tallo; las hojas poseen una fuerte nervadura central; son de forma lanceolada, erectas y de lígula corta, y pueden llegar a alcanzar hasta 0.15 m de ancho. La cara superior pilosa, está adaptada para la absorción de energía solar durante el proceso fotosintético, y el envés, tiene Numerosos estomas. El número de hojas, varía entre 12 y 18; y la longitud entre 0.30y 1.50 metros.

#### **2.3.4 Panoja o inflorescencia masculina**

La inflorescencia masculina aparece en la terminación del tallo principal, y está formada por una espiga central con varias ramas laterales, organizadas en una panícula laxa. Aquí sientan las flores masculinas agrupadas en espiguillas pareadas, cada una con tres anteras. Cada antera produce alrededor de 2500 granos de polen, y en promedio cada panoja tiene 10,000 anteras; por lo que se estigma tiene una producción de 25,000.000 de granos de polen por panoja; es decir, 25,000 granos de polen por cada óvulo para una mazorca de 1000 granos. La antesis, según este autor, se inicia de uno a tres días de que los estigmas hayan emergido de la flor femenina de la misma planta, y continúa durante varios días después de que éstos se encuentren en condiciones de ser polinizadas. La dehiscencia de las anteras, comienza en la parte terminal de la panoja y continúa hacia las ramas inferiores, por un período de seis a ocho días (Gonzáles, 2016).



### **2.3.5 Mazorca o inflorescencia femenina**

González (2016), La inflorescencia femenina o mazorca, es el término de una o más ramas laterales; las que usualmente, nacen después de la mitad superior del tallo principal, debido a la condensación de los nudos de estas ramas. Las vainas que se originan en cada nudo, están muy bien superpuestas y firmemente envueltas en torno a la mazorca, evitando la dispersión de los granos. Las vainas de varias capas de hojas son brácteas, de las cuales emergen en su parte terminal, los alargados estilos o pelos del elote.

También sostiene que, cada planta puede tener entre 1 a 3 mazorcas dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas de la zona.

### **2.3.6 Semilla**

Alviz (2015) indica que el grano de maíz se desarrolla mediante la acumulación de los productos de la fotosíntesis, la absorción a través de las raíces y el metabolismo de la planta. Mientras tanto la semilla consta de las siguientes partes estructurales: pericarpio, cascara o salvado, endospermo, germen o embrión y la piloriza.

De La Cruz (2016) menciona que los componentes básicos del grano de maíz, en aspecto porcentaje medio y en peso de materia seca son:

## **2.4 ASPECTOS FISIOLÓGICOS**

### **2.4.1 Crecimiento y desarrollo**

Alviz (2015) indica el crecimiento, como proceso de aumento de peso y/o volumen asociado a la división celular y elongación celular. El desarrollo, son los cambios progresivos que reflejan estados sucesivos en el ciclo vital de un



individuo. Es la ocurrencia sistemática de una secuencia de eventos genéticamente programados.

También sostiene que el desarrollo de la planta se puede dividir en dos fases fenológicas:

**Fase vegetativa (V):** Se desarrollan y diferencian distintos tejidos hasta que aparecen las estructuras florales; este ciclo, acaba con la emisión de los estigmas.

**Fase reproductiva (R):** Se inicia con la polinización de las estructuras femeninas que se diferenciarán en espigas y granos.

Afirma además, que el crecimiento está referido a los cambios que se producen en incremento, pudiendo ser evaluados en el tiempo cuantitativamente, como el tamaño, peso, área, volumen; en cambio, el desarrollo en los cambios cualitativos registrados en el ciclo por su extremidad redondeada, se desarrolla y aparece la segunda; y después la tercera, desplazándose rápidamente y alcanzando el estado de 3-4 hojas (que fueron las que se desarrollaron y alargaron desde el embrión); marcando una pausa en el desarrollo de la parte aérea; pasando del régimen heterótrofo al autótrofo, siendo un período crítico para el cultivo.

Asimismo, señala que en las primeras hojas es esencial la temperatura del suelo, por su influencia en el ápice vegetativo y el ritmo de aparición de las hojas lineales entre 15 y 30 °C (justificándose para su determinación la suma de ambas temperaturas). El fotoperiodo no influye en el ritmo de aparición de hojas, pero sí en el número de hojas; interaccionando con la temperatura. Existen diferencias genotípicas en la cadena de aparición de hojas, siendo alta la





heredabilidad de éste carácter.

#### **2.4.2 Desarrollo del sistema foliar**

Ramírez (2005), afirma que las plántulas de maíz, son viables sobre la superficie, cuando tienen tres hojas. En esta etapa, la planta muestra un crecimiento vigoroso; el cual, se origina en un solo punto de crecimiento que es el meristemo apical; tanto vegetativas como reproductivas, se producen a partir de este meristemo.

Después de la aparición (con la emergencia de la planta) de las 4 o 6 hojas embrionarias, todas las hojas restantes se forman y despliegan en un tiempo variable, según las condiciones del medio ambiente.

Beingolea (1985), indica que esta amplitud va de cuatro a cinco semanas, y para que todas las hojas estén desplegadas y funcionales, debe transcurrir entre diez a doce semanas. Las hojas nuevas, se producen en un único punto de crecimiento, situado en el ápice del tallo; a medida que la planta crece, y hasta poco antes del surgimiento de la panoja aparecen las hojas nuevas, que se han formado dentro de la planta durante el crecimiento vegetativo; llegando así, desde las 5 hojas embrionarias, a 15 o más hojas por planta.

#### **2.4.3 Floración y fecundación**

Según Argote (2018), la floración inicia con la floración masculina cuando la planta alcanza su máxima altura de crecimiento, donde aparece la panoja; al mismo tiempo que comienza la producción de polen, donde puede fluctuar considerablemente, dependiendo del híbrido y de las condiciones ambientales. La producción de polen ocurre, generalmente, al final de la mañana y al comienzo del atardecer. Cuando los granos de polen durante su descenso, son atrapados por estos



nuevos estigmas húmedos emergidas de la mazorca, inicia la fecundación.

Un grano de polen atrapado, necesita más de 24 horas para crecer a través del estigma, alcanzar al óvulo para fertilizarlo y transformarlo en grano. Generalmente, necesitan de 2-3 días para que todos los pelos de una mazorca queden expuestos, y se polinicen. Los estigmas crecerán de 2,5 a 3,8 cm al día, y continuarán su elongación hasta ser fertilizados.

Fixen & García (2006), menciona la aparición de estigmas visibles; un estrés ambiental en este momento, causa una polinización pobre y un mal fijado de granos, especialmente el estrés hídrico, el cual tiende a desecar los estigmas y los granos de polen. El estrés en este estadio, produce generalmente espigas con la punta sin granos.

#### **2.4.4 Formación del grano**

Después de la fecundación, tiene lugar un período de letargo (aproximadamente dos semanas) antes del incremento lineal de la materia seca del grano; tiempo en el cual, la mazorca alcanza rápidamente su desarrollo definitivo, para luego producirse el desarrollo de los granos en tres etapas muy inmediatas:

- Estado lechoso, grano con tamaño y forma definitiva, de color amarillo pálido.
- Estado pastoso, permanente, el color amarillo pálido y se aplasta fácilmente; humedad 50 – 60 %, el contenido de materia seca de la planta es de 25 %.



Estado ceroso, aparente a la cera, pasando de un estado pastoso duro a vítreo; dondeya no se ralla con la uña; aumenta el porcentaje de materia seca de la planta; y las hojas inferiores se comienzan a secar (Urquizo, 1997).

El aborto de estas estructuras productivas, puede ocurrir desde la floración hasta los 20 días posteriores, cuando el cultivo está en estado de grano lechoso. A partir de entonces, el grano permanecerá viable y no corre riesgos de abortar. Al fin, si las condiciones posteriores no son adecuadas, se resentirá el peso de los granos.

Durante el llenado de granos, las hojas producen los azúcares que llegan a los granos, y se sintetiza el almidón a partir de la sacarosa que viene de las hojas.

Si se tiene espigas pequeñas, debido a un estrés en la floración, la capacidad de las hojas de producir sacarosa es mayor que las que requieren esos pocos granos; y de esta manera, la sacarosa excedente se acumula en el tallo. Por el contrario, en condiciones hídricas favorables en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, se logra diferenciar gran cantidad de granos por espiga.

Si durante el llenado, la disponibilidad hídrica es escasa, la síntesis de azúcar no será suficiente para llenar todos los granos. En estas circunstancias, el tallo actúa como otra fuente proveedora de energía. Por ende, tiene como consecuencia negativa, un debilitamiento del tallo; con los consiguientes problemas de vuelco y quebrado de tallo (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, 1999).

Una fuerte helada temprana antes del estadio madurez fisiológica, puede interrumpir la acumulación de materia seca, y adelantar



prematuramente la formación de la capa negra. Esto también, puede reducir el rendimiento, causando atrasos en las operaciones de cosecha; debido a que el maíz dañado por helada, tardará más en secarse (Fixen & García, 2006).

#### **2.4.5 Clima**

Ministerio de Agricultura (2012), señala que la variedad INIA-617 y otras variedades de maíz híbrido, se cultivan en zonas tropicales y subtropicales: donde las irrigaciones Majes y Valles de la Región Arequipa, reúnen óptimas condiciones ambientales para producir el cultivo. Casi todo el año, en la época de verano, las temperaturas fluctúan entre 20 a 30 °C; por lo tanto, son condiciones ideales para producir el cultivo de maíz amarillo duro.

De la Cruz (2013), menciona que el maíz requiere una temperatura de entre 24 a 35. °C, siendo una media de 32°C, la temperatura ideal para lograr una óptima producción. Requiere bastante cantidad de luz solar, bajando sus rendimientos en los climas húmedos. La temperatura debe estar entre los 15 a 27°C, para que se produzca la germinación en la semilla. Puede soportar una temperatura mínima de 8°C y máximas de 39°C, pero a partir de los 40°C pueden aparecer problemas serios, debido a mala absorción de nutrientes y una baja polinización. En el período de fructificación, la planta requiere temperaturas de 20 a 32°C. El clima ideal para el maíz, es un ambiente con días soleados, noches frescas, temperaturas y vientos moderados.

#### **2.4.6 Requerimiento de agua**

Ministerio de Agricultura (2012), afirma que el cultivo de maíz es exigente en agua; su necesidad depende del clima, y el período vegetativo del cultivo; para obtener el requerimiento total, se debe tener en cuenta, la



uniformidad de riego y su eficiente aplicación. La necesidad de agua de riego, varía durante el período vegetativo, con volúmenes de uso que van de 28 a 72 m<sup>3</sup>/ha/día; según el desarrollo del cultivo.

Con las características del suelo y clima de las irrigaciones de altura media, como la Irrigación Majes y otras, para lograr altos rendimientos de maíz forrajero, el volumen de agua a ser utilizado debe ser 7,746 m<sup>3</sup>/ha por campaña; distribuidos, según la etapa de desarrollo del cultivo. Las necesidades hídricas, van variando a lo largo del cultivo; y cuando las plantas comienzan a nacer, se requiere menos cantidad de agua, pero hay que mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo, es cuando más cantidad de agua se requiere (Bidwell, 1979)

Ministerio de Agricultura (2012), el rasgo distintivo del riego por goteo, es el que provee a la planta la cantidad exacta de agua que necesita; además, ofrece otros beneficios, entre ellos la reducción del consumo de agua y de mano de obra, y un mejor manejo de fertilización y del control de plagas y enfermedades. Sin embargo, una de las principales limitantes del riego localizado, está relacionada con su alto costo de inversión y manejo del sistema.

#### **2.4.7 Abonamiento y fertilización**

Los suelos de la costa, tienen bajo contenido de materia orgánica al incorporarla; mejoran las propiedades físicas del suelo, enriquecen la flora microbiana del suelo; contribuyen a disminuir el pH en suelos alcalinos y salinos; mejoran la retención de agua en el suelo y favorecen el desarrollo de las raíces.



El estiércol de corral, la gallinaza y los abonos verdes descompuestos, son valiosos por su contenido de materia orgánica; más que por su composición de minerales. En los suelos arenosos, se recomienda incorporar 20 toneladas por hectárea de estiércol descompuesto; sin embargo, en muchos casos no es factible disponer de este volumen, recomendándose incorporar la cantidad que se dispone cada año.

En las Irrigaciones de altura media (Majes y otras), para mejorar la disponibilidad de nutrientes, se debe incorporar estiércol al fondo del surco, en forma localizada a lo largo de la cinta de riego; como abono de fondo 10 ton/ha de estiércol (1.4 kg/metro lineal). Las plantas necesitan de nutrientes clasificados en elementos mayores y elementos menores; principalmente, de los elementos como Nitrógeno(N), Fosforo (P) y potasio (K).

### **El nitrógeno**

Es el elemento móvil en el suelo asimilable por la planta, y a la vez con mayor probabilidad de perderse por volatilización y percolación; da vigor a las plantas; mantiene verde el follaje; y favorece la fotosíntesis, crecimiento y acumulación de proteínas en el grano.

### **El fósforo**

Es el elemento poco móvil en el suelo; debe aplicarse cerca de las raíces. La planta de maíz, absorbe alrededor de la tercera parte de la cantidad absorbida de nitrógeno y potasio; da energía a la planta; favorece el desarrollo de las raíces; y la formación de las mazorcas.



## **El potasio**

Es el elemento poco móvil en el suelo; la planta de maíz, absorbe en cantidades altas similares al nitrógeno. El potasio da consistencia al tallo y a las hojas; hace que la planta sea resistente al tumbado, al ataque de enfermedades, heladas y sequías; y mejora la calidad de granos.

## **Los elementos menores**

Las plantas requieren en menor cantidad: Calcio, magnesio, azufre, manganeso, zinc, hierro, molibdeno y boro.

## **Fertilización en riego por goteo (fertirrigación)**

La fertirrigación es una buena alternativa en el riego por goteo, con lo cual es posible incrementar los rendimientos; debido a la incorporación de los nutrientes en cada riego en el cultivo de maíz, permitiendo aplicar nutrientes en forma focalizada a la zona radicular; incrementando la eficiencia del nutriente disponible en el suelo.

El Ministerio de Agricultura (2012), indica el riego por goteo superficial; alcanza una de las mayores eficiencias en la aplicación del agua (95 %), y permite la dosificación de los fertilizantes por medio del fertirriego, satisfaciendo los requerimientos nutricionales del cultivo; y optimizando el manejo de los nutrientes en cada una de las etapas fenológicas.

## **2.5 MANEJO DEL CULTIVO**

### **2.5.1 Suelo**

Choque (2008), menciona que el maíz crece en diferentes tipos de suelo; sin embargo, desarrolla mejor en suelo de textura franco, profundo, fértil y buen



drenado; que permita el desarrollo radicular y también la absorción de humedad y de los nutrientes; requieren suelos preferentemente neutros, pudiendo cultivarse en pH entre 5.5 a 8.0; tolera la salinidad medianamente. El maíz, debe cultivarse en terrenos bien preparados, con una labranza profunda de 30 - 40 cm, luego labores superficiales de desterronado dejando la cama de siembra bien desmenuzada, y limpia de restos del cultivo anterior.

### **2.5.2 Elección de semilla**

Manrique (1988), citado por Castillo (2018), indica que la semilla que se utiliza, debe tener 99 a 100% de pureza varietal, y presentar de 98 a 100 de germinación; debido, además, de estar libre de plagas y enfermedades, y estar garantizada por la tarjeta de certificación; sellada por el ministerio de agricultura.

### **2.5.3 Siembra**

Quispe (2017), manifiesta que: la época de siembra varía de acuerdo a las condiciones de la región y a la variedad en climas semiáridos; se siembra al inicio de la época de lluvias, y en ambos casos, se debe esperar a que la temperatura del suelo alcance los 10 °C. También, indica que la densidad de siembra debe ser de 40,000 plantas por hectárea para plantas altas, y hasta 120,000 plantas por hectárea para el maíz forrajero; a una distancia entre hileras de 0.75 a 1m, y 0.45 a 0.75m entre golpes.

Choque (2008), afirma que en la localidad de Vítor, Joya y Majes (Arequipa) se siembra en verano, la época más adecuada para este cultivo puede variar desde fines de otoño hasta principios de primavera, pero debe cuidarse mucho la sanidad del cultivo en cuanto al ataque de insectos.





#### **2.5.4 Labores culturales**

De mayor importancia, y con implicancias en el rendimiento del cultivo, se tiene el deshierbo; el riego en su debido momento; aporque y los controles fitosanitarios. Las malas hierbas, constituyen uno de las principales competidoras para captar parte de los nutrientes; luz y agua, hace que se obtengan planta débil; clorótica susceptible al ataque de plagas y enfermedades; por lo tanto, es aconsejable los campos de cultivo libres de maleza.

#### **2.5.5 Labores de cosecha**

A este respecto, Alviz (2015), señala que la oportunidad de la cosecha de un cultivo de maíz, dependerá del tipo de cultivo; ya sea para choclo, forraje o grano. La cosecha se puede realizar con maquinaria o manualmente.

#### **2.5.6 Cosecha de maíz forrajero**

El momento óptimo de cosecha de un cultivo de maíz a la producción de chala o forraje, se encuentra cuando el endospermo de los granos comienza a presentar grano lechoso; con una humedad aproximada de 60 % de la planta.

#### **2.5.7 Necesidad hídrica**

INIA (2007), menciona que el maíz es un cultivo exigente de agua, su necesidad depende del clima y el período vegetativo del cultivo. Para obtener el requerimiento total, se debe tener en cuenta, los parámetros de la salinidad del suelo, uniformidad de riego y su eficiente aplicación. La mayor demanda de agua por el cultivo, es durante la floración y llenado de grano, períodos en los cuales no debe faltar el agua con volúmenes de uso que van de 28 a 72 m<sup>3</sup>/ha/día. Antes de la siembra, se debe aplicar un riego para mantener

adecuada humedad, y lograr uniformidad y alto porcentaje de germinación de las semillas y de emergencia de las plántulas; posteriormente, ejecutar riegos diarios como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 1** Necesidades hídricas según etapas

Etapa	Período (Días)	Volumen Utilizado		Tiempo de Riego (Minutos)
		m3/ha/etapa	(m3/ha/Etapa)	
Inicial	15	420	28	45
Desarrollo	41	1968	48	76
Media etapa	64	4608	72	118
Última etapa	15	750	50	77

Fuente: Murga (2014)

## 2.6 PLAGAS Y ENFERMEDADES

### 2.6.1 Plagas

Las primeras plagas del maíz son el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el barrenador de tallo (*Diatrea sp.*), el gusano ejército (*Mocis latipis*) y ocasionalmente, los gusanos cortadores (*Agrotis sp.*) y (*Phyllophaga spp.*). Los mejores resultados para el combate de estas plagas, se consiguen integrando varias medidas de control; especialmente, las labores culturales, el control biológico y el uso racional de los insecticidas. El propósito de este combate, es las poblaciones de las plagas en niveles que no ocasionen pérdidas económicas al productor, las labores culturales que perjudican las condiciones de vida de las plagas son: destrucción de rastrojos o residuos de cosecha, preparación del suelo, rotación de cultivo (maíz-soya), fecha de siembra, combate de malezas eliminación de plantas atacadas por (*Diatrea sp.*) (Quispe, 2017).

## 2.6.2 Enfermedades

En cuanto a las enfermedades, pueden ser causadas por los hongos, bacterias, virus y nematodos; los que atacan la raíz, tallos, hojas y mazorca. Su incidencia varía con el medio ambiente, año estación, localidad y campo de cultivo. Su control, se puede hacer usando semillas heridas, genéticamente resistentes o tolerantes a las enfermedades; o bien, aplicando buenas prácticas de cultivo; así como control de maleza, aplicación de fungicidas y adecuado uso de fertilizantes y riegos (Alviz, 2015).

**Tabla 2** Enfermedades que afectan el cultivo de maíz

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Daños</b>
Podredumbre de la mazorca	<i>Diploidia Zeae</i>	Pudrición del tallo y mazorca color gris oscuro.
Helminthosporiosis	<i>Helminthosporium ummaidis</i>	Reseca miento blanco de las hojas y pudrición de la mazorca, manchas más o menos circulares entre las hojas
Carbón del maíz	<i>Ustilago zea.</i>	Formación de mazorca atrofiada de color negro
Roya del maíz	<i>Puccinia maidis</i>	Formación de pústulas amarillas en las hojas

Fuente: Alvarez, 2015.



## 2.6.3 Descripción y referencia de los cultivares en estudio

### 2.6.3.1 Santa helena SHS-5070

**Tabla 3** Características de Maíz Híbrida SHS-5070

<b>Características de Maíz Híbrida SHS-5070</b>	
Origen	Brasil
Doble propósito	Grano/forraje
Grano	Semiduro, color amarillo
Caña	Gruesa
Tipos de hojas	Semi erectas
Germinación	Rápida
Número de hojas /planta	18-16
Longitud de hojas	80 a 90cm
Color de hojas	Verde intenso
Altura de planta	3.1-3.2 m
Densidad de siembra	90,000pl/ha.
Floración Otoño/invierno	79Días
Floración Primavera/verano	63 Días
Ciclo invierno	140-150 días
Ciclo verano	125-140 días
Sanidad /Enfermedad	Buena/Tolerante
Potencial productivo/Grano	10-14 t/ha
Potencial Rendimiento forraje	100-110tn/ha
Relación grano/Tusa	90/10 %
Número de hileras	16/20

Fuente. Gonzáles, 2016.

### 2.6.3.2 Opaco mal paso PVM-580

**Tabla 4** Características de Maíz Híbrida PMV-580

<b>Características de Maíz Híbrida PMV-580</b>	
Origen	Valle de locumba Tacna-Perú
Doble propósito	Grano/forraje
Grano	Blanco amiláceo.
Germinación	Dentro de 8 días
Choclos por planta	2.5
Cantidad de semillas	25 a 30 Kg/ha
Densidad de siembra	88,000 plantas/ha
Floración Otoño/invierno	79 días
Floración Primavera/verano	63 días
Ciclo de Invierno	140-150 días
Ciclo de verano	120-140 días
Potencial Rendimiento Forraje	75 t/ha
Floración Primavera/verano	63 Días
Ciclo invierno	140-150 días
Ciclo verano	125-140 días
Distanciamiento entre cintas	1.5m
Distanciamiento entre hileras	0.2m
Distanciamiento entre plantas	0.15m
Número de hileras	2

Fuente. (Vilca, 2010).

### 2.6.3.3 Chuska INIA-617

Es una variedad creada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA; que pone a disposición de los productores de la región Arequipa. Esta variedad sintética de maíz forrajero, está conformada por nueve líneas con alto nivel de endogamia, que fueron recombinadas entre ellas; con buena adaptación, cuyo rendimiento potencial supera las 95tn/ha.

**Tabla 5** Características de Maíz Híbrida INIA-617

<b>Características de Maíz Híbrida INIA-617</b>	
Origen	Generada por INIA-Perú
Altura de planta	2.80m
Altura de la mazorca	1.20m
No. mazorcas/pt	1.3
Relación grano/tusa	83/17
Color de grano	Amarillo naranja
Tipo de grano	Semidentado
Ciclo vegetativo	Semiprecoz
Estabilidad de producción	Excelente
Rendimiento potencial	95 t/ha
Distanciamiento entre cintas	0.60m

Fuente. (Murga, 2014).

#### **2.6.4 Usos**

Choque (2008), manifiesta que principalmente, el maíz se usa en la nutrición y alimentación animal. Se pueden distinguir dos sistemas de utilización del maíz forrajero: el primero, la utilización de toda la planta como forraje (verde, ensilado o heno) ; y el segundo, constituye el aprovechamiento de la producción de grano de maíz; que supone al mismo tiempo, la producción de la chala (con los tallos y hojas secas), panca (residuo que queda después de la cosecha de mazorca) y coronta (residuos que queda después de ser desgranada la mazorca).

Estos sub productos, constituyen importantes insumos forrajeros para la alimentación de la ganadería; y como también, los rastrojos de maíz pueden ser utilizados al pastoreo como forraje verde para ganado vacuno u otra especie. El grano de maíz, es uno de los componentes básicos de las raciones para aves y cerdos, por su alto contenido de energía.



Mc Donald (2002), menciona la paja de maíz se utiliza para formar mayorparte de las raciones de las vacas de razas de carne, secas y gestantes. Los animales pueden entrar en los campos de maíz una vez cosechado el grano; o se puede picarse, ensilarse y administrarse; del mismo modo, que el ensilado de maíz por otros casos, consiste en formar pacas o ser amontonado en el campo después de secarse el, Por un lado, también señala que el maíz es preferido para la alimentación animal, por ser una fuente de energía digestible excelente.

## 2.7 CONSERVACIÓN DE FORRAJE

Ministerio de Agricultura (2012), señala que la conservación de forraje de maíz es mediante el ensilaje, que consiste en almacenar en silos grandes cantidades de forraje fresco y picado, para lograr producir un buen ensilaje; teniendo en cuenta, los aspectos como: cosecha en estado de grano pastoso, tamaño de picado entre 1.5 a 2.5 cm, etc.

Apisonando bien con tractor agrícola, para eliminar todo el aire del silo y concluido el proceso del ensilaje, se debe tapar el silo con una manta de plástico (polietileno), y encima una capa de tierra de 30 cm de espesor; para evitar el ingreso del aire. Al cumplir las recomendaciones mencionadas, lograremos una óptima fermentación y un ensilaje de buena calidad, quedando listo después de 21 días de su elaboración para el consumo del ganado.

### 2.7.1 Silos

El silo es el lugar donde se va a almacenar y provocar la fermentación láctica de los microorganismos de género *lactobacillus* de la biomasa; existiendo diversos tipos de silos, siendo los más utilizados de la zona, el silo parvo y el silo tipo trinchera.



### **2.7.2 Silo tipo parva**

Se utiliza por su bajo costo y facilidad de manejo, el cual consiste en elegir el terreno en una zona accesible para facilitar el traslado de material picado a ensilar y cercano al establo para suministrar el ensilaje al ganado. Las dimensiones recomendadas, son de 25 metros de largo, 5 metros de ancho y 1.80 de altura. Antes de almacenar el material, se extiende una manta de polietileno color negro en el terreno elegido, que sobrepase los lados; con la finalidad, de cubrir toda la biomasa almacenada, previo apisonado con tractor; y así evitar el ingreso de aire que pueda malograr la calidad de ensilaje.

### **2.7.3 Silo tipo trinchera**

Silo muy práctico, se puede construir sobre la superficie del terreno o excavando una zanja, cerca al establo que permita suministrar ensilaje al ganado. El material se coloca y distribuye uniformemente en todo el silo, y compactado en capas delgadas para expulsar el aire; debiendo ejecutarse esta operación lo más rápido posible. Concluido el llenado y compactado, tapar con una manta de plástico y una capa de tierra para evitar el ingreso de aire. Su construcción está ligada a la población de ganado a alimentar; las dimensiones recomendadas que son de 30 metros de largo, 4.5 metros de ancho y 2m a 2.5 metros de altura.





## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 FECHA DE EJECUCIÓN

La siembra de maíz, se llevó a cabo el 26 de noviembre del año 2018; y la cosechase efectuó el 27 de marzo del 2019.

#### 3.2 MEDIO EXPERIMENTAL

##### 3.2.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación, se llevó acabo en la Sección los Molles parcela 381, de la irrigación Majes, provincia de Caylloma, del departamento de Arequipa; cuya ubicación política y geográfica es la siguiente:

##### A. Ubicación política

- Región: Arequipa
- Departamento: Arequipa
- Provincia: Caylloma
- Lugar: Parcela 381, sección A, sector los molles, Irrigación Majes;  
Propiedad del Sr. Henry Aníbal Bautista Flores.

##### B. Ubicación geográfica

Distrito Majes-Pedregal, que se encuentra entre las coordenadas geográficas de UTM en las siguientes coordenadas:

**Tabla 6** Ubicación geográfica del experimento

<b>Altitud</b>	<b>1407 msnm</b>
<b>Este</b>	<b>X:798147</b>
<b>Norte</b>	<b>Y8188610</b>

### 3.2.2 Historial del campo experimental

El historial del terreno utilizado en el presente trabajo de investigación, se muestra a continuación:

**Tabla 7** Historial de campo experimental

2017	noviembre	Papa
2018	febrero	Maíz
2018	Marzo-junio	Haba
2018	Julio-octubre.	Quinoa

### 3.2.3 Análisis físico químico del suelo

El análisis físico y químico del suelo experimental, se realizó en el laboratorio de aguas y suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano Puno; cuyos resultados se muestran en la tabla 9.

**Tabla 8** Análisis físico y químico del suelo 2018.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Arena	%	78.5
Arcilla	%	10.0
Limo	%	11.5
Clase textura		Franco Arenoso
pH		7.5
CE	ms/cm	1.67
CO <sub>3</sub> -	%	-
Materia Orgánica	%	0.93
Nitrógeno total	%	0.17
Fosforo Disponible	Ppm	5.67
Potasio Disponible	ppm	50.0

Fuente. Laboratorio de suelo Aguas de la FCA-Universidad Nacional del Altiplano – PUNO (2018)



El análisis del suelo, nos da una clase textural de franco arenoso, Capacidad de retención de humedad bajo, Un pH neutro según la clasificación del USDA (1971), que está con rango de tolerancia del cultivo; tiene ligera salinidad CE, pobre presencia de materia orgánica y nitrógeno total, bajo disponible en fosforo y potasio.

### **3.2.4 Información meteorológica**

Los datos meteorológicos de precipitación, temperatura media mensual, humedad relativa media mensual y horas al sol mensual, fueron proporcionados por la estación MAP-Pampa de Majes, Provincia Caylloma, del Departamento Arequipa; correspondiente al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

- En la tabla 09, se reporta el informe meteorológico emitido por la institución de SENAMHI para los meses de noviembre del 2018 a marzo del 2019, en relación a la precipitación pluvial; observándose que la más alta precipitación fue en el mes de febrero con 11.2 mm. En contraste a ello, los meses de ausencia de precipitación fueron noviembre y diciembre del 2018, y el mes de marzo del 2019 con cero valores de precipitación. En síntesis, el presente trabajo de investigación se ha conducido con un acumulado de un total de 14.3 mm de precipitación en la zona experimental.

En cuanto a la temperatura media mensual durante este período, se observa que los más altos valores fueron entre los 20.4 a 20.7°C, en el mes de febrero y marzo del 2019 respectivamente. El valor más bajo de temperatura media, fue en el mes de enero del 2019 con 19.8 °C; en consecuencia, las oscilaciones de temperatura media mensual entre los meses de evaluación

del presente trabajo experimental, fueron de 0.9°C. La mayor humedad relativa media mensual durante el período de trabajo, fueron en los meses de febrero y marzo del 2019, con 78 y 72 % respectivamente; con respecto a horas sol mensuales, la mayor radiación solar fueron en los meses noviembre con 335.8 horas, y diciembre con 322.1 horas de sol.

**Tabla 9** Precipitación pluvial, temperatura media, humedad relativa media y horas al sol mensuales en la irrigación Majes-Arequipa

Meses	Parámetro			
	Precipitación media mensual (mm)	Temperatura media mensual (°C)	Humedad relativa mediamensual (%)	Horas del sol media mensuales
Noviembre	0.0	20.2	47	335.8
Diciembre	0.0	20.2	56	322.1
Enero	3.1	19.8	69	216.6
Febrero	11.2	20.4	78	150.5
Marzo	0.0	20.7	72	279.1

Fuente. SENAMHI (2019).

### 3.3 MATERIAL EXPERIMENTAL

#### 3.3.1 Material vegetal

Se utilizó semilla de tres variedades de maíz híbrido (*Zea mays L.*):

- Santa helena SHS-5070=V1
- Opaco mal paso PVM-580=V2
- Chuska INIA- 617=V3

#### 3.3.2 Material del campo

- Recipientes.
- Cinta métrica.
- Estacas.
- Cordeles.
- Rafia.



- Carteles de identificación.

### **3.3.3 Material de gabinete**

- Fichas de evaluación.
- Tijeras.
- Lapiceros.
- Escuadras.
- Cuadernos de apuntes.

### **3.3.4 Material de laboratorio**

- Balanza analítica.
- Pie de rey.
- Estufa.
- Espátula.
- Probetas.
- Reactivos.

### **3.3.5 Equipo de Campo**

- Equipo de riego por goteo.
- Tanque de fertilización.
- Mochila aspersora.
- Balanza.

## **3.4 EQUIPO DE GABINETE**

- Computadora.
- Impresora.
- Calculadora.
- Cámara fotográfica.

### **3.4.1 Insumos**

- Insecticidas.
- Herbicidas.



- Fertilizantes.
- Abonos foliares y otros.

### 3.5 MÉTODOS

#### 3.5.1 Diseño experimental

Para el presente trabajo de investigación, se utilizó el diseño experimental bloque completamente al azar (DBCA), con un arreglo factorial (3 x 2); es decir, con 3 variedades de maíz por 2 niveles de densidad, con 6 tratamientos y con 3 repeticiones que hacen un total de 18 unidades experimentales; los mismos, que fueron distribuidos en forma aleatoria. Partiendo de Velásquez (2006), el modelo estadístico para un diseño completo al azar con un arreglo factorial

#### **Factores en estudio**

- **Variedades de maíz híbrido forrajero**

- A) Semilla de Maíz amarillo duro híbrida SHS-5070.
- B) Semilla de Maíz opaco mal paso PVM-580.
- C) Semilla de Maíz Forrajero chuska INIA-617.

- **Densidad de siembra**

- A) Densidad (D1) = 90,000 plantas/ha.
- B) Densidad (D2) = 100,000 plantas/ha.

En la tabla 11, se presenta la codificación de los tratamientos experimentales y la densidad de siembra.

**Tabla 10** Codificación de tratamientos

<b>N° Descripción</b>	<b>Densidad PLT/HA</b>	<b>Código</b>
T1 MH1 SHS-5070	90 000	D1V1
T2 MH1 SHS-5070	10 000	D2V1
T3 MH2 PVM-580	90 000	D1V2
T4 MH2 PVM-580	100 000	D2V2
T5 MH3•INIA -617	90 000	D1V3
T6 MH3•INIA -617	100 000	D2V3

### 3.6 VARIABLES DE RESPUESTA

#### 3.6.1 Porcentaje de emergencia

Para determinar este valor, a los 20 días después de la siembra se realizó un conteo del total de plantas emergidas por tratamiento; donde se evaluó el porcentaje, teniendo en cuenta la población existente en base al número de semillas sembradas.

$$\%E = (\text{Nro. de semillas emergidas} * 100) / (\text{Nro. semillas sembradas})$$

#### 3.6.2 Altura de planta (m)

Se marcaron 12 plantas al azar por unidad experimental, para realizar las mediciones con una cinta métrica desde la base de la planta, hasta la hoja más alta; y posterior evaluación hasta el punto de inserción del tallo, con la inflorescencia masculina.

#### 3.6.3 Número de hojas (planta/hoja)

Las doce plantas marcadas para medir la altura de la planta, fueron utilizadas para ésta evaluación por unidad experimental; y se realizó el conteo de número de hojas, para ver el aumento de las mismas durante el desarrollo



de la planta.

#### **3.6.4 Diámetro de tallo (cm)**

De igual forma, se utilizó las plantas marcadas para la altura de la planta, donde se midió con un instrumento vernier digital, los diámetros de tallo en el tercio inferior; haciendo un total de tres evaluaciones durante el período vegetativo.

#### **3.6.5 Longitud de hoja (cm)**

Se evaluó diez plantas al azar por cada unidad experimental, y se midió la longitud de la hoja en el tercio medio de la planta; tomando como referencia la nervadura central.

#### **3.6.6 Ancho de Hoja (Cm)**

Las plantas sometidas para medir la longitud de la hoja, también se utilizaron para hacer esta medición por cada unidad experimental en el tercio medio; y se midió en la parte más ancha de la hoja.

#### **3.6.7 Área foliar (cm<sup>2</sup>)**

Las plantas sometidas para medir número de hojas, han sido utilizadas para determinar el área foliar; seleccionando una hoja del tercio medio. Para determinar este parámetro, se usó la siguiente fórmula:  $AF = L * A * 0.75$ .

A: Representa el ancho de hoja / L: Representa la longitud de hoja / 0.75: Es el factor de corrección.

#### **3.6.8 Longitud de entre nudos (cm)**

Se sometieron 10 plantas para evaluar y medir un entre nudo superior





y otro inferior, promediando estos dos datos se logró la longitud de entre nudos.

### **3.6.9 Rendimiento de forraje verde (t/ha)**

De las plantas cosechadas de 1 metro lineal o de 1 metro cuadrado por unidad experimental, se pesó la totalidad de forraje obtenido; y se calculó, para un área de 100m<sup>2</sup> y con este dato se llevó el rendimiento de forraje fresco o verde en Ton/ha.

### **3.6.10 Porcentaje de materia seca (% M.S.)**

De las plantas cosechadas, se tomaron al azar tres plantas completas por unidad experimental y se hizo una separación de tallo, hojas y mazorca en bolsas de polietileno; desde luego, fue etiquetado y sellados con cinta embalaje, para luego determinar el peso fresco, mediante la utilización de una balanza electrónica. Una vez determinado el peso fresco, se procedió al secado en estufa a 75°C por un tiempo de 48 horas. Esta labor se determinó en el laboratorio de la Universidad Nacional del Altiplano.

### **3.6.11 Rendimiento forrajero en materia seca (t/ha)**

Considerando el desarrollo a las condiciones meteorológicas a lo largo del período experimental de cada una de las variedades según el objetivo, se evaluó el comportamiento de los tres cultivares del maíz; obteniendo la precocidad y el rendimiento forrajero expresado en materia seca, para luego estimar los costos de producción por hectárea, teniendo en cuenta la época de cosecha y factores de humedad y otros.

$$\text{Rdto} = \text{FV} * \% \text{MS}$$



### **3.6.12 Ensilaje y valor nutritivo**

Se procedió a elaborar el ensilaje en contenedores tipo bolsa de polietileno; luego, se determinó el contenido de proteína bruta y fibra detergente neutra mediante el análisis en el laboratorio de Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

### **3.6.13 Análisis de rentabilidad(s/.)**

Este parámetro, se calculó en base al costo de producción expresado por hectárea; y se determinó la rentabilidad neta.

## **3.7 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

### **3.7.1 Preparación de terreno**

Este trabajo, se llevó en la segunda semana del mes de octubre, para la preparación de terreno se consideraron las siguientes actividades: la limpieza de terreno, el arado con disco para la incorporación de residuos del cultivo anterior y materia orgánica (estiércol). Luego, se realizó la pasada de poli disco, y nivelación de terreno con riel para realizar la siembra. Posteriormente, se procedió con la instalación de cintas riego por goteo.

### **3.7.2 Tratamiento de la Semilla**

Para cada tratamiento de semilla, se utilizó con producto químico clorantraniliprol, (Coragen SC); realizando una mezcla de 100grs /20kilos. Este tratamiento, se realizó un día antes de la siembra durante 12 horas del día.



### 3.7.3 Siembra

La siembra se realizó la primera semana de noviembre del año 2018, y se efectuó en forma manual con dos densidades de siembra D1 como 90,000 semillas/ha y D2 como 100,000 semillas/ha a doble hilera x surco y 1 semilla por golpe, a una profundidad no mayor de 2,5 cm; en un distanciamiento entre surcos de 100 cm. Cada unidad experimental fue separada por 200 cm de distancia.

### 3.7.4 Fertilización

El programa de fertilización, se realizó según el cuadro estabilizado del proyecto planteado, según su edad y su requerimiento nutricional que se requiere el cultivo; y ha sido formulado en relación a experiencia realizada por Gonzáles (2016), el cual detalla a continuación:

#### **Nivel de fertilización**

N=200 P=90 K=75 A=Urea, B= Fosfato mono amónico, C=Nitrato de potasio, D=Sulfato de magnesio, E=Ácido fosfórico, F= Nitrato de calcio

**Tabla 11** Nivel de fertilización

Semanas	A(Kg)	B(Kg)	C(Kg)	D(Kg)	E(Kg)	F(Kg)
Sem 01	10.0	15.0	5.0	0.0	2.0	0.0
Sem 02	15.0	15.0	5.0	5.0	2.0	2.0
Sem 03	20.0	15.0	5.0	5.0	2.0	4.0
Sem 04	20.0	10.0	10.0	10.0	3.0	4.0
Sem 05	25.0	10.0	10.0	10.0	3.0	6.0
Sem 06	30.0	10.0	15.0	10.0	3.0	6.0
Sem 07	30.0	5.0	15.0	10.0	3.0	8.0
Sem 08	30.0	5.0	20.0	10.0	3.0	8.0
Sem 09	30.0	5.0	20.0	10.0	3.0	6.0
Sem 10	30.0	5.0	15.0	10.0	3.0	6.0
Sem 11	25.0	5.0	15.0	5.0	3.0	4.0
Sem 12	20.0	0.0	10.0	5.0	3.0	4.0
Sem 13	15.0	0.0	10.0	5.0	3.0	2.0
Sem 14	10.0	0.0	5.0	5.0	3.0	2.0
Sem 15	10.0	0.0	5.0	0.0	3.0	0.0
Sem 16	5.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0
Sem 17	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0
<b>Total</b>	325.0	100.0	165	100	48	62.0
BOLSAS	6.5	4	6.6	4	0	2.48

Fuente. Gonzáles (2016)

### 3.7.5 Control de Malezas

Se realizó deshierbo con herbicida a base química de atrazina, para asperjar a las malezas a una solución de 1lt/200 litros de agua al campo experimental, a la edad de dos a tres hojas verdaderas; posteriormente se empleó por ser necesario con deshierbo manual.

### 3.7.6 Control fitosanitario

Para el control de plagas, se realizó fumigación vía foliar con aplicación de 500ml/200litros de clorferifos desde el momento de emergencia



hasta antes de floración cada 25 días, con fines de controlar las plagas que pueden causar daño en el desarrollo del cultivo maíz.

### 3.7.7 Riego

Se empleó el sistema de riego a goteo diariamente, de acuerdo al estado fenológico de la planta, según el cuadro que se detalla.

**Tabla 12** Tabla riego.

<b>Etapa de Cultivo</b>	<b>Período (Días)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>/día/ha)</b>	<b>Tiempo (Minutos)</b>
Emergencia a crecimiento inicial	14	25	45
Crecimiento inicial a crecimiento final	42	50	90
Floración a fructificación	63	60	110
Maduración a cosecha	16	55	100
Total	135	7110 m <sup>3</sup> /ha/campaña	

Fuente. Tomado de Ministerio de Agricultura (2012).

### 3.7.8 Cosecha

La cosecha, se realizó a los 120 días en forma manual o con maquinaria picadora. Al terminar su ciclo vegetativo de grano leche en este estado, es el momento oportuno de la cosecha para la elaboración de ensilaje de maíz; con una humedad de 62 -70 %.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO EN LOS CULTIVARES DE MAÍZ HÍBRIDO CON FINES FORRAJEROS

##### 4.1.1 Porcentaje de emergencia

En la tabla 13, se observa el análisis de varianza para porcentaje de emergencia, donde se visualiza que, en los bloques no existe diferencia estadística significativa indicando que existe similitud en porcentaje de germinación entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), tampoco existe diferencia estadística, lo cual da a conocer que hay homogeneidad en porcentaje de germinación por el efecto de las densidades de siembra.

Para el factor variedad (V), no hay diferencias estadísticas significativas, dando a entender que no existe diferencias en porcentaje de germinación por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, no existen diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre el porcentaje de germinación; además, el coeficiente de variación igual a 0.52 %, lo que indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2019).



**Tabla 13** Análisis de varianza para porcentaje de emergencia

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.01	Ft0.05	Sig
Bloques	2	0.33333333	0.16666667	0.63	7.56	4.10	n.s
Densidad(D)	1	0.15680000	0.15680000	0.59	10.04	4.96	n.s
Variedad(V)	2	0.37403333	0.18701667	0.71	7.56	4.10	n.s
D x V	2	1.11403333	0.55701667	2.11	7.56	4.10	n.s
Error	10	2.64280000	0.26428000				
Total	17	4.62100000					
correcto							
CV=0.52%	X=98.43						

Los resultados obtenidos son respaldados por Alviz (2015), quien obtuvo porcentajes de germinación de 96.94 % a 99.17 % en cultivares de maíz, bajo las condiciones climatológicas de Cusco. Santillán (2015), obtuvo entre 74.5 a 91 % de germinación en tres variedades de maíz.

Todos los tratamientos tuvieron similar porcentaje de emergencia, con un promedio del 98.43%; por lo tanto, las semillas presentaron un buen nivel de porcentaje en emergencia, ya que presentan más del 90 % de emergencia; este resultado se puede respaldar, por lo manifestado por Castillo (2018), quien cita a Manrique (1988), que indica que la temperatura óptima desde la siembra a germinación, va del rango de 24 a 26 °C; donde la semilla germina desde los 6 a 8 días. López (1991), da a conocer que la emergencia, es un proceso biológico y complejo, donde la variedad de la semilla y sus propiedades germinativas, además de los factores ambientales, se relacionan su naturaleza física, química y biológica; asimismo, que la profundidad de siembra es fundamental para el vigor de la nueva planta.

## 4.1.2 Primera evaluación a los 60 días de la siembra

### 4.1.2.1 Altura de planta

En la tabla 14, se observa el análisis de varianza para altura de planta a los 60 días de la siembra; en donde se observa que para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en altura de planta entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), no existe diferencia estadística, lo cual da a conocer que hay homogeneidad en altura de planta, por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), existen diferencias estadísticas altamente significativas, dando a entender que existen diferencias en altura de planta por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, no existen diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre altura de planta; además, el coeficiente de variación igual a 11.99% indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2019).

**Tabla 14** Análisis de varianza para altura de planta a los 60 días de la siembra.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	675.817778	337.908889	2.93	4.10	7.56	n.s.
Densidad(D)	1	543.400556	543.400556	4.71	4.96	10.04	n.s.
Variedad(V)	2	3115.871111	1557.935556	13.50	4.10	7.56	**
D x V	2	116.191111	58.095556	0.50	4.10	7.56	n.s.
Error	10	1154.288889	115.428889				
Total	17	5605.569444					
CV=11.99%		X=89.61					

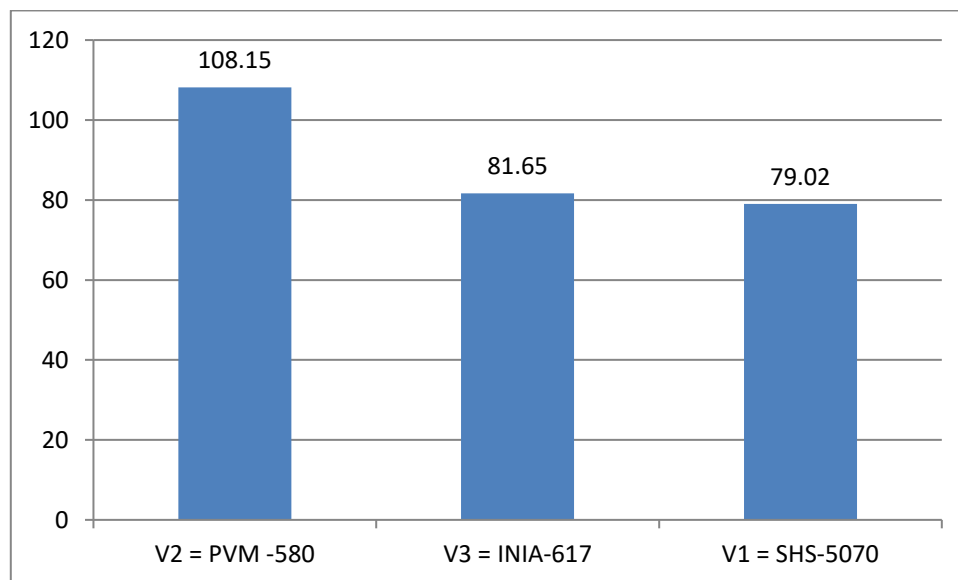
En la tabla 15, se observa la prueba de Tukey para factor variedad sobre altura de planta a los 60 días de siembra, en donde se visualiza que la variedad



PVM-580 obtuvo mayor altura de planta con 108.15 cm; el cual fue estadísticamente superior a las demás variedades de maíz; seguido la variedad INIA-617 y variedad SHS-5070, con alturas de planta de 81.65 y 79.02 cm respectivamente.

**Tabla 15** Prueba de Tukey para factor variedad sobre altura de planta a los 60 días de siembra.

Ordende Mérito	Variedades	Promedio de Altura de Planta(cm)	$P \leq 0.05$
1	V2 =PVM-580	108.15	a
2	V3 =INIA-617	81.65	b
3	V1 =SHS-5070	79.02	b



**Figura 1** Altura de planta en variedades de maíz a los 60 días de la siembra.

Los resultados obtenidos son respaldados por Castillo (2018), quien obtuvo diferencias estadísticas significativas entre accesiones de maíz, logrando alturas que van desde 45.38 a 60.00 cm; éstas diferencias en altura



de planta son influencias por la variedad de maíz, las cuales poseen características genéticas diferentes. Además, López (1991), manifiesta que el crecimiento y desarrollo del embrión depende de la multiplicación celular en los puntos de crecimiento apical y radicular; estando éste proceso influenciado por la temperatura y humedad del suelo.

Los resultados también son respaldados por Alviz (2015), quien obtuvo diferencias estadísticas en altura de planta, con medidas que van desde 38.10 a 55.17 cm en cultivares de maíz bajo las condiciones climatológicas de Cusco. De igual manera, Santillán (2015), sostiene que obtuvo una altura de planta que fluctúa entre 60 a 80 cm en las tres variedades de maíz.

#### **4.1.2.2 Número de hojas**

En la tabla 16, se observa el análisis de varianza para número de hojas los 60 días de la siembra, en donde se observa que, para los bloques no existe diferencia estadística significativa; indicando que existe similitud en número de hojas entre bloques. Para el factor Densidad de siembra (D), existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual da a conocer que hay diferencias en número de hojas por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), no existen diferencias estadísticas significativas, dando a entender que no existe diferencias en número de hojas por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, tampoco existen diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre número de hojas; además, el coeficiente de variación igual a 5.11% indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2019).

**Tabla 16** Análisis de varianza para número de hojas a los 60 días de la siembra

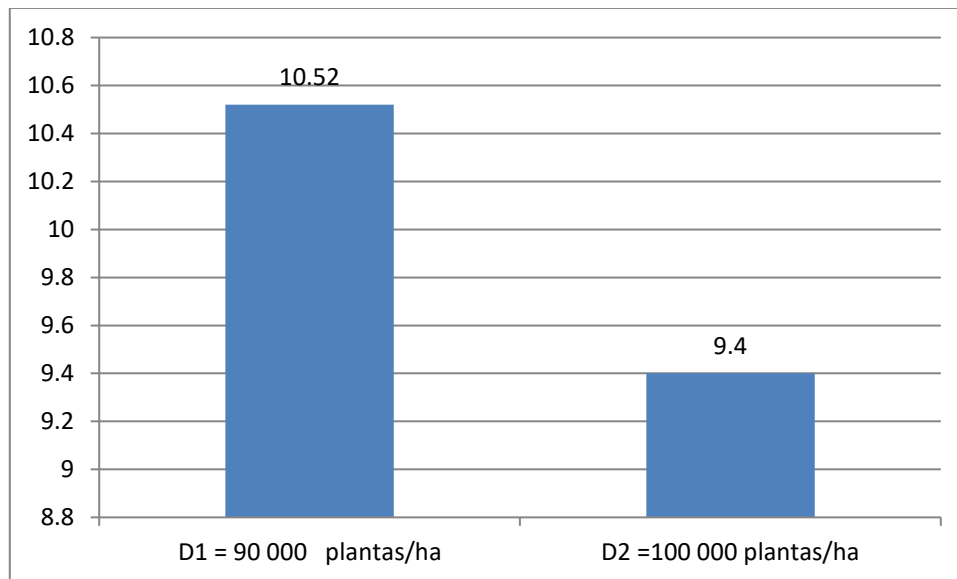
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	0.84777778	0.42388889	1.64	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	5.66722222	5.66722222	21.86	4.96	10.04	**
Variedad (V)	2	0.52111111	0.26055556	1.01	4.10	7.56	n.s.
D x V	2	0.55444444	0.27722222	1.07	4.10	7.56	n.s.
Error	10	2.59222222	0.25922222				
Total	17	10.18277778					

CV=11.99%                      X=9.96

En la tabla 17, se observa la prueba de Tukey para factor densidad sobre número de hojas a los 60 días de siembra, en donde se visualiza que la densidad de siembra D1 obtuvo mayor número de hojas con 10.52 hojas/planta, el cual fue estadísticamente superior a la densidad de siembra D2 con 9.40 hojas.

**Tabla 17** Prueba de Tukey para factor densidad sobre número de hojas a los 60 días de siembra.

Ordende Mérito	Densidad de Siembra	Promedio de Número de Hojas(Und.)	P≤0.05
1	D1 = 90 000 plantas/ha	10.52	A
2	D2 =100 000 plantas/ha	9.40	b



**Figura 2.** Número de hojas por efecto de la densidad de siembra a los 60 días de la siembra.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Santillán (2015), quien obtuvo número de hojas entre 9 a 10 hojas en tres variedades de maíz. Estas diferencias, se deben al efecto de la densidad de siembra, variedad del cultivo, tipo de suelo y factores climatológicos. De igual manera, Rimache (2008) citado por Salinas (2015), divulga que después de la emergencia del maíz, hace su aparición una nueva hoja cada tres días, siempre en cuando las condiciones son idóneas; luego, de 15 a 20 días, la planta llega a presentar 5 o 6 hojas; y en 4 o 5 semanas, se debe tener todas sus hojas formadas.

#### 4.1.2.3 Diámetro de tallo

En la tabla 18, se observa el análisis de varianza para diámetro de tallo a los 60 días de la siembra, en donde se observa que para los bloques, no existe diferencia estadística significativa; indicando, que existe similitud en diámetro de tallo entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), no existe diferencia estadística significativa; lo cual, da a conocer que no hay

diferencias en diámetro de tallo por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), existe diferencias estadísticas significativas, dando a entender que existe diferencias en diámetro de tallo por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, tampoco existen diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre diámetro de tallo; además, el coeficiente de variación igual a 11.68 % indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2019).

**Tabla 18** Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 60 días de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	18.50007778	9.25003889	1.89	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	1.79867222	1.79867222	0.37	4.96	10.04	n.s
Variedad (V)	2	50.12694444	25.06347222	5.11	4.10	7.56	**
D x V	2	0.07087778	0.03543889	0.01	4.10	7.56	n.s.
Error	10	49.0075222	4.9007522				
Total	17	119.5040944					
Cv = 11.68%		X=18.94					

En la tabla 19, se observa la prueba de Tukey para factor variedad sobre diámetro de tallo a los 60 días de siembra, en donde se visualiza que la V2, obtuvo un mayor diámetro de tallo con 21.30 mm; seguido la V1 con 17.99 mm y la V3 con 17.56 mm, respectivamente.

**Tabla 19** Prueba de Tukey para factor variedad sobre diámetro de tallo a los 60 días de siembra

Ordende	Variedades	Promedio de Diámetro de Tallo (mm)	P≤0.05
1	V2 =PVM-580	21.30	A
2	V1 =SHS-5070	17.99	a b
3	V3 =INIA-617	17.56	B

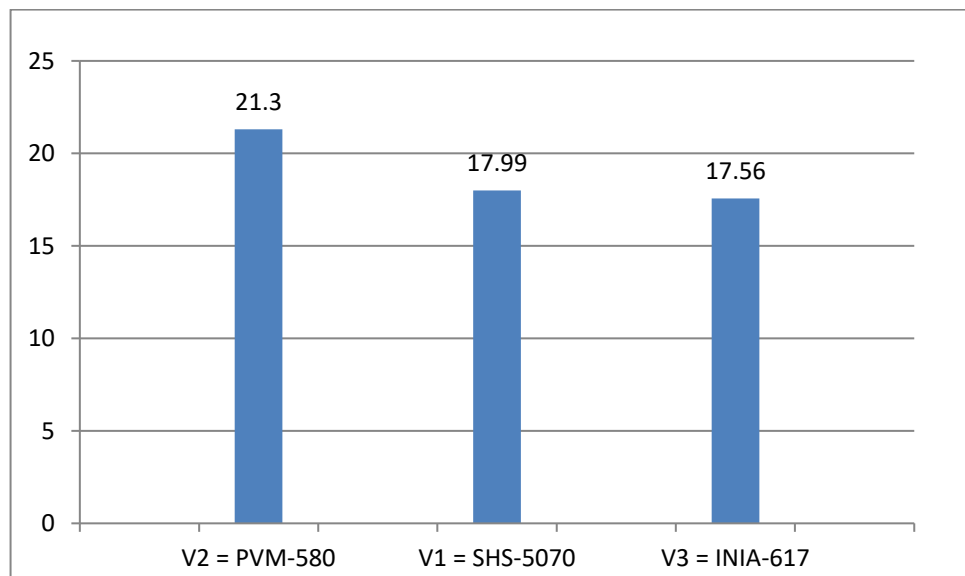


Figura 3. Diámetro de tallo en variedades de maíz a los 60 días de la siembra

Los resultados obtenidos, son respaldados por Alviz (2015), quien obtuvo diferencias estadísticas en diámetro de tallo, con medidas que van desde 21.2 a 27.4 mm en cultivares de maíz, bajo las condiciones climatológicas de Cusco. Cabe resaltar, que estos resultados nos indican que, desde el inicio de crecimiento del cultivo, tienen un grado de adaptabilidad diferente entre las variedades en estudio, notándose que el comportamiento diámetro de tallo no es igual; debido a los factores genéticos, nutricionales o climáticos.

#### 4.1.2.4 Longitud de la hoja

En la tabla 20, se observa el análisis de varianza para longitud de la hoja a los 60 días de la siembra, en donde se observa que para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en longitud de la hoja entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), no existe diferencia estadística significativa, lo cual da a conocer que no hay diferencias en longitud de hoja, por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), existen diferencias estadísticas altamente significativas, dando a entender que existen diferencias en longitud de hojas por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, tampoco existen diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre longitud de hoja; además, el coeficiente de variación igual a 8.66%, indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2019).

**Tabla 20** Análisis de varianza para longitud de hoja a los 60 días de la siembra.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft 0.05</b>	<b>Ft 0.01</b>	<b>Sig.</b>
Bloques	2	90.0336111	45.0168056	1.08	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	71.8001389	71.8001389	1.72	4.96	10.04	n.s.
Variedad (V)	2	801.9869444	400.9934722	9.62	4.10	7.56	**
D x V	2	57.4236111	28.7118056	0.69	4.10	7.56	n.s.
Error	10	416.668056	41.666806				
Total correcto	17	1437.912361					
CV=8.66%		X=74.65					

En la tabla 21, se observa la prueba de Tukey para factor variedad, sobre longitud de la hoja a los 60 días de siembra; en donde se visualiza que la variedad V2, obtuvo mayor longitud de hoja con 83.92 cm; el cual, fue estadísticamente superior a las variedades de maíz, seguido de las variedades

de V1 y de la V3, con longitudes de hoja de 71.59 y 68.45 cm respectivamente.

**Tabla 21** Prueba de Tukey para factor variedad sobre diámetro de tallo a los 60 días de siembra.

Ordende Mérito	Variedades	Longitud de Hoja (cm)	P≤0.05
1	V2 = PVM-580	83.92	a
2	V1 = SHS-5070	71.59	b
3	V3 = INIA-617	68.45	b

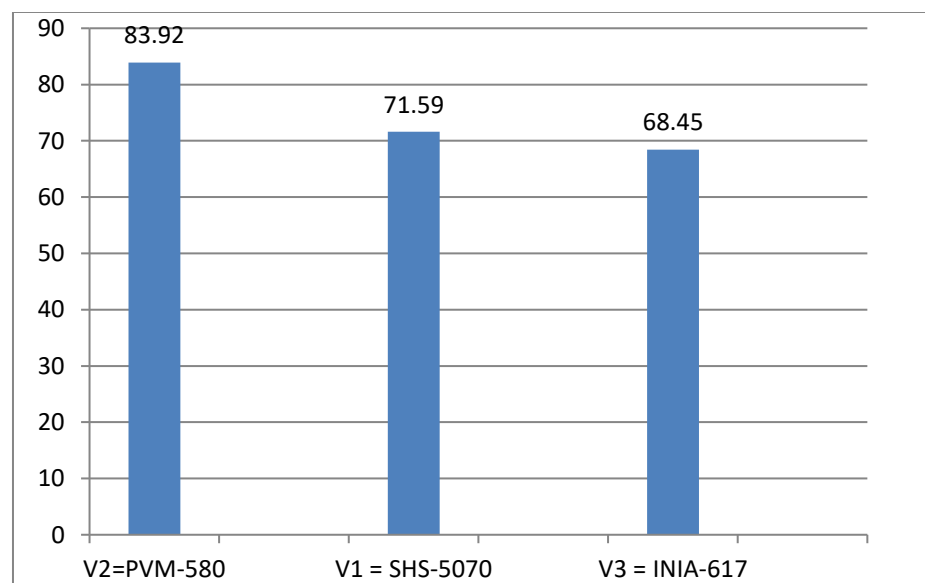


Figura 4. Longitud de hoja en variedades de maíz a los 60 días de la siembra.

#### 4.1.2.5 Ancho de la hoja

En la tabla 22, se observa el análisis de varianza para ancho de la hoja a los 60 días de la siembra, en donde se visualiza que para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en ancho de la hoja entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), no existe



diferencia estadística significativa, lo cual da a conocer que hay diferencias en ancho de hoja por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), no existen diferencias estadísticas significativas, dando a entender que no existen diferencias en ancho de hoja por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, tampoco existen diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre ancho de hoja; además, el coeficiente de variación igual a 8.72 %, indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

**Tabla 22.** Análisis de varianza para ancho de hoja a los 60 días de la siembra

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft 0.05</b>	<b>Ft 0.01</b>	<b>Sig.</b>
Bloques	2	1.57937778	0.78968889	2.06	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	0.49335556	0.49335556	1.28	4.96	10.04	n.s.
Variedad (V)	2	2.00814444	1.00407222	2.61	4.10	7.56	n.s.
D x V	2	0.60181111	0.30090556	0.78	4.10	7.56	n.s.
Error	10	3.84115556	0.38411556				
Total		8.52384444					
Correcto	17						
CV=8.72%		X=7.10					

En el ancho de hojas por planta en las variedades de maíz en estudio, sus dimensiones fueron indiferentes, en vista de que el análisis de varianza, estadísticamente determina como no significativo entre todos los parámetros evaluados; es decir, el ancho de hoja en promedio fue 7.10 cm/hoja.

#### 4.1.2.6 Área foliar

En la tabla 23, se observa el análisis de varianza para longitud de la hoja a los 60 días de la siembra, en donde se observa que para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en área foliar de la hoja entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), no existe diferencia estadística significativa, lo cual da a conocer que hay diferencias en área foliar de hoja por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), también no existen diferencias estadísticas significativas, dando a entender que no existen diferencias en área foliar de hojas por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, tampoco existen diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre área foliar de hoja; además, el coeficiente de variación igual a 13.62 %, indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

**Tabla 23.** Análisis de varianza para área foliar de hoja a los 60 días de la siembra

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	12333.39981	6166.69991	2.27	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	3862.03309	3862.03309	1.42	4.96	10.04	n.s.
Variedad (V)	2	18771.88841	9385.94421	3.45	4.10	7.56	n.s.
D x V	2	4007.25621	2003.62811	0.74	4.10	7.56	n.s.
Error	10	27176.25132	2717.62513				
Total	17	66150.82884					
CV=13.24%		X=393.84					

Al evaluar el área foliar en las variedades de maíz, a los 60 días de su



establecimiento, no muestran diferencias estadísticas significativas; es decir, el área foliar en promedio fue 393.84 cm<sup>2</sup>/hoja.

### **4.1.3 Segunda evaluación a los 90 días de la siembra**

#### **4.1.3.1 Altura de planta**

En la tabla 24, se observa el análisis de varianza para altura de planta los 90 días de la siembra, en donde se observa que para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en altura de planta entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), si existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual da a conocer que hay heterogeneidad en altura de planta por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), si existen diferencias estadísticas altamente significativas, dando a entender que existen diferencias en altura de planta por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, si existen diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma dependiente sobre altura de planta; además, el coeficiente de variación igual a 4.09 %, indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

**Tabla 24.** Análisis de varianza para altura de planta a los 90 días de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	576.20333	288.10167	2.91	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	2264.64500	2264.64500	22.84	4.96	10.04	**
Variedad (V)	2	10890.96333	5445.48167	54.91	4.10	7.56	**
D x V	2	986.89000	493.44500	4.98	4.10	7.56	*
Error	10	991.66333	99.16633				
Total	17	15710.36500					
CV=4.09%		X=243.48					

En la tabla 25, se observa la prueba de significancia estadística de Tukey para el factor densidad de siembra sobre altura de planta a los 90 días de siembra, en donde se visualiza que la densidad de D1, obtuvo mayor altura de planta con 254.70cm; el cual fue estadísticamente superior a la densidad de siembra D2, que solamente alcanzó 232.27 cm, denotando un mejor crecimiento de plantas, al estar establecido en una menor densidad poblacional.

**Tabla 25.** Prueba de Tukey para factor densidad de siembra sobre altura de planta a los 90 días de siembra.

Orden de Mérito	Densidad de Siembra	Promedio de Altura (cm/plantas)	P≤0.05
1	D1 = 90 000 plantas/ha	254.70	a
2	D2 =100 000 plantas/ha	232.27	b

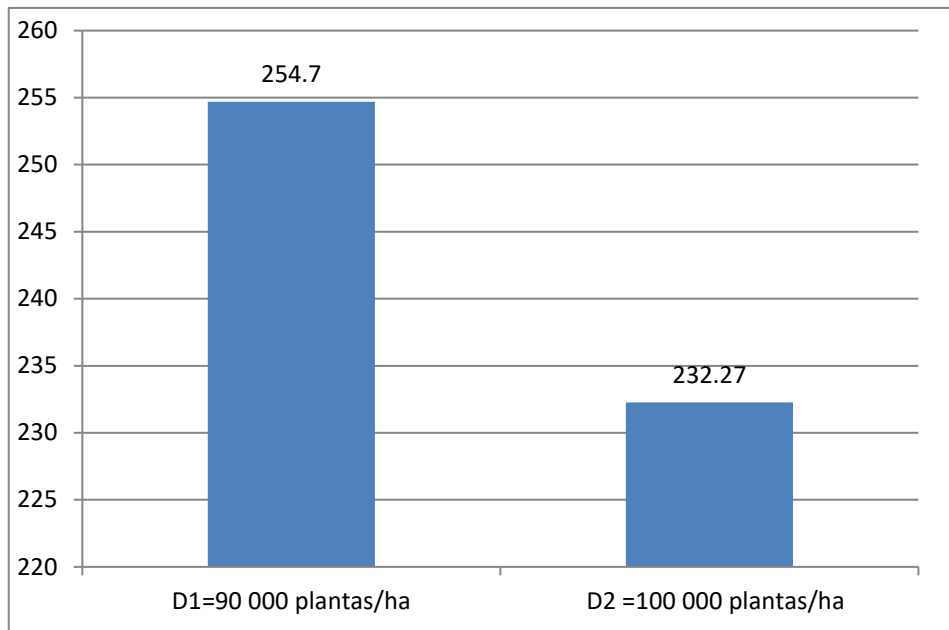
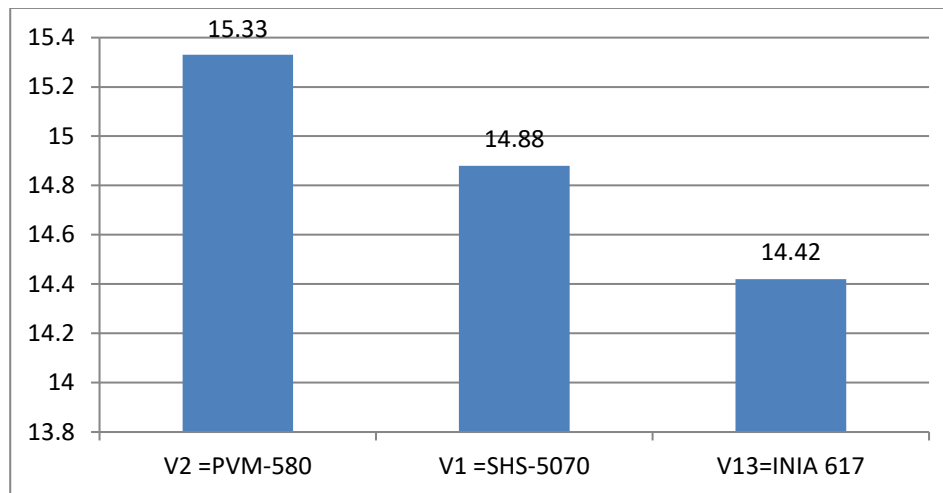


Figura 5. Altura de planta por efecto de la densidad de siembra los 90 días de la Siembra.

En la tabla 26, se observa la prueba de Tukey para factor variedad sobre altura de planta a los 90 días de siembra; en donde, V2 obtuvo mayor altura de planta con 276.82 cm, el cual fue estadísticamente superior a las demás variedades de maíz; luego en orden de importancia, le siguen las variedades V3 y V1, con alturas de planta de 235.43cm y 218.20 cm respectivamente.

**Tabla 26.** Prueba de Tukey para factor variedad sobre altura de planta a los 90 días de siembra.

Orden de Mérito	Variedades	Promedio de Altura de Planta (cm)	P≤0.05
1	V2 = PVM-580	276.82	a
2	V3 = INIA-617	235.43	b
3	V1 = SHS-5070	218.20	c



**Figura 6.** Altura de planta en variedades de maíz a los 90 días de la siembra.

Los resultados demuestran, que las variedades de maíz tuvieron diferentes respuestas en altura de planta, por las características genéticas de cada variedad; además, de la influencia de los factores ambientales (temperatura, humedad), factores genéticos y nutricionales, y lugar de origen.

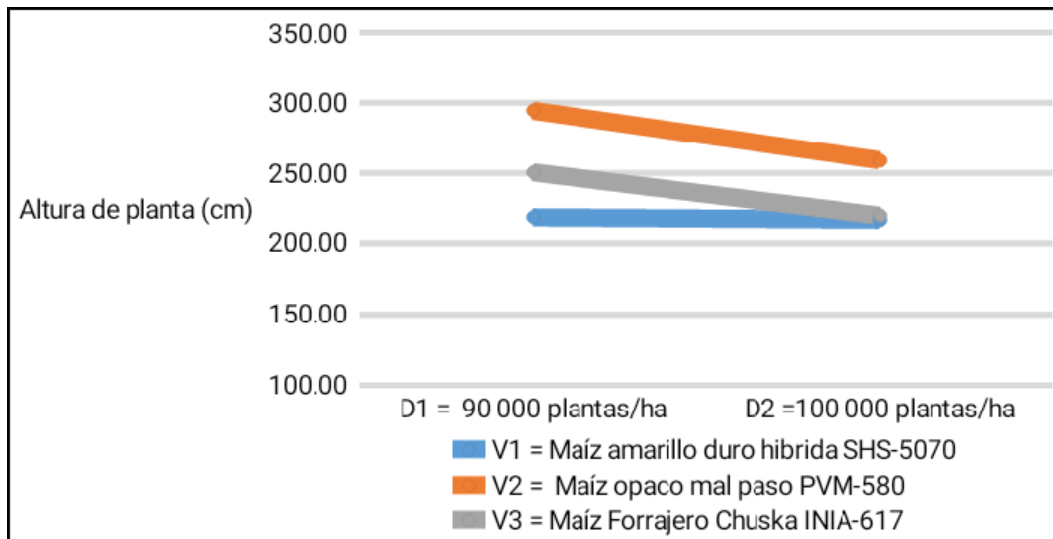
En la tabla 27, se observa la interacción D x V, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación:

**Tabla 27.** Interacción densidad (D) x variedad (V) para altura de planta (90 días)

Clave	D1	D2	PROM.
(D) dentro de variedad (V1)	219.03	217.37	218.20
(D) dentro de variedad (V2)	294.4	259.23	276.82
(D) dentro de variedad (V3)	250.67	220.2	235.44
Prom.	254.70	232.27	

En la figura 7, se observa claramente que la densidad de siembra (D) en relación a las variedades de maíz (V), tienen un comportamiento diferente en altura de planta a los 90 días de evaluación; es decir, tienen diferentes

alturas de planta, destacando la densidad de siembra D1, en relación a la densidad de siembra D2; mientras que las variedades de maíz disminuyeron en relación a la densidad D1, siendo la variedad V2, con mayor altura de planta a los 90 días de evaluación.



**Figura 7.** Interacción del factor Densidad dentro de Variedad sobre altura de planta a los 90 días de evaluación

**Tabla 28.** Análisis de varianza de efectos simples para la interacción (D) x (V), para altura de planta a los 90 días de evaluación

F.V.	G.F.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
(D) dentro de V1	1	4.166667	4.166667	0.04	4.96	10.04	n.s.
(D) dentro de V2	1	1855.041667	1855.041667	18.71	4.96	10.04	**
(D) dentro de V3	1	1392.326667	1392.326667	14.04	4.96	10.04	n.s.
(V) dentro de D1	2	8593.406667	4296.703333	43.33	4.10	7.56	**
(V) dentro de D2	2	3284.446667	1642.223333	16.56	4.10	7.56	**

Observando la tabla 28, la interpretación de la prueba de efectos simples interacción densidad de siembra (D), por variedades de maíz (V), para altura de planta a los 90 días de evaluación; sería de la siguiente forma:



- a. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V1). No se encontró diferencia estadística significativa, entre las densidades de siembra D1 y D2, bajo la V1, debido a que la  $F_c < F_t 0.05$ ; es decir, que existen diferencias en altura de planta, con respecto a la V1; esto indica, que la V1 en altura de planta, tiene un comportamiento similar respecto a las variedades de V2 y V3.
- b. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V2). Si tuvo diferencia estadística altamente significativa, entre las densidades de siembra D1 y D2, bajo la variedad de maíz V2, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ ; es decir, que existen diferencias en altura de planta con respecto a la V2; esto indica, que la V2, tiene un comportamiento diferente respecto a las variedades de maíz V1 y V3.
- c. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V3). Si hubo diferencia estadística significativa, entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la V3, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ ; es decir, que existen diferencias en altura de planta con respecto a la V3; esto indica, que la V3 en altura de planta, tiene un comportamiento diferente respecto a las variedades de maíz V1 y V2.
- d. Variedad de maíz (V) dentro de la densidad de siembra (D1). hubo diferencia estadística altamente significativa entre las variedades de maíz V1, V2 y V3, bajo la densidad de siembra D1, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ ; es decir, que existen diferencias en altura de planta con respecto a la D1; esto indica, que la D1 en altura de planta, tiene un comportamiento diferente respecto a la D2.





- e. Variedad de maíz (V) dentro de la densidad de siembra (D2). Si hubo diferencia estadística altamente significativa entre las variedades de maíz V1, V2 y V3, bajo la D2, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ ; es decir, que existen diferencias en altura de planta con respecto a la D2; esto indica, que la D2 en altura de planta, tiene un comportamiento diferente respecto a la D1.

En la tabla 29, se observa la prueba de Tukey para la interacción D x V, en donde la D1 con la V2, tuvo mayor altura de planta con 294.40 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás tratamientos; seguido la D2, con la V2 con 259.23 cm; D1 con la V3, resalta 250.67 cm; en último lugar, se ubica la D2 con la V1, con menor altura de planta con 217.37 cm.

**Tabla 29.** Tabla. Prueba de Tukey para interacción (D) x (V) sobre altura de planta a 90 días de evaluación.

Orden de Mérito	Densidad	Variedad	Longitud de Hoja (cm/hoja)	SIG $\leq 0.05$
1	D1	V2	294.40	a
2	D2	V2	259.23	b
3	D1	V3	250.67	b
4	D2	V3	220.20	c
5	D1	V1	219.03	c
6	D2	V1	217.37	c

#### 4.1.3.2 Número de hojas

En la tabla 30, se observa el análisis de varianza para número de hojas los 90 días de la siembra, en donde se observa que para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en número de hojas entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), no existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual da a conocer que no hay diferencias en número de hojas, por efecto de las densidades de siembra; para



el factor variedad (V), si existen diferencias estadísticas significativas, dando a entender que existen diferencias en número de hojas por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, tampoco existen diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre número de hojas; además, el coeficiente de variación igual a 3.52 %, indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

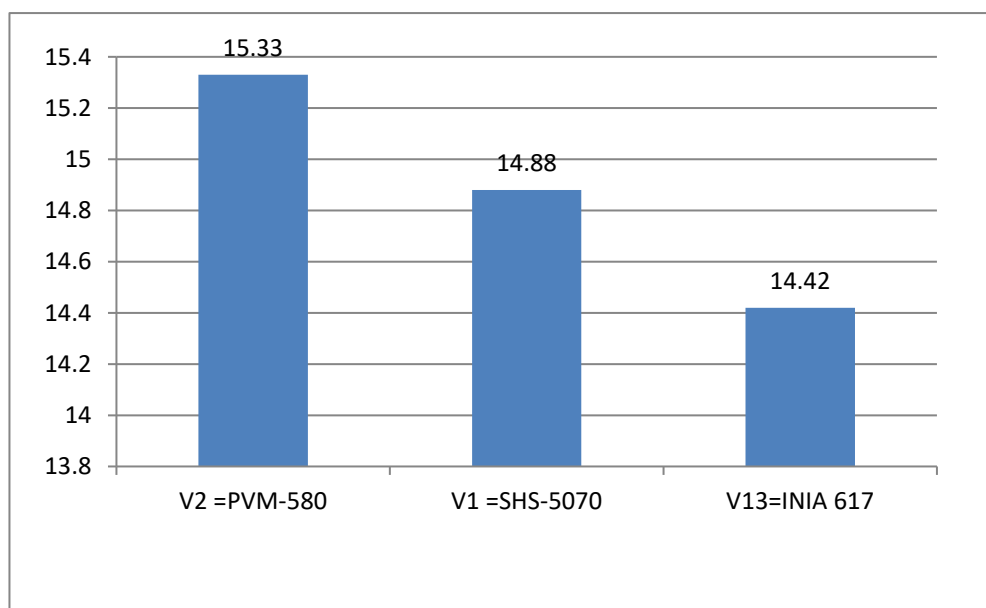
**Tabla 30.** Análisis de varianza para número de hojas a los 90 días de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	1.85444444	0.92722222	3.38	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	0.02000000	0.02000000	0.07	4.96	10.04	n.s.
Variedad (V)	2	2.52111111	1.26055556	4.59	4.10	7.56	*
D x V	2	0.19000000	0.09500000	0.35	4.10	7.56	n.s.
Error	10	2.74555556	0.27455556				
Total correcto	17	7.33111111					
CV=3.52%		X=14.88					

En el número de hojas, denota diferencias solamente sobre las variedades, tal es así, que en la tabla 31, se observa la prueba de Tukey para factor variedad sobre número de hojas a los 90 días de siembra, en donde se visualiza que la V2 obtuvo mayor número de hojas con 15.33 hojas, seguido de las variedades como V1 y V3 con 14.88 y 14.42 hojas respectivamente.

**Tabla 31.** Prueba de Tukey para factor variedad sobre número de hojas a los 90 días de siembra.

Orden de Merito	Variedades	promedio de Número de Hoja (N)	P≤0.05
1	V2=PVM-580	15.33	a
2	V1=SHS-5070	14.88	a b
3	V3=INIA-617	14.42	b



**Figura 8.** Altura de planta en variedades de maíz a los 90 días de la siembra.

#### 4.1.3.3 Diámetro de tallo

En la tabla 32, se observa el análisis de varianza para diámetro de tallo a los 90 días de la siembra, en donde se observa que, para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en diámetro de tallo entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), no existe diferencia estadística significativa, lo cual da a conocer que no hay diferencias en diámetro de tallo por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), no existe diferencias estadísticas significativas, dando

a entender que no existe diferencias en diámetro de tallo por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, tampoco existe diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre diámetro de tallo; además el coeficiente de variación igual a 10.97 % indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

**Tabla 32.** Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 90 días de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	6.92954444	3.46477222	0.53	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	9.97555556	9.97555556	1.53	4.96	10.04	n.s.
Variedad (V)	2	11.98034444	5.99017222	0.92	4.10	7.56	n.s.
D x V	2	12.49354444	6.24677222	0.96	4.10	7.56	n.s.
Error	10	65.0716556	6.5071656				
Total correcto	17	106.4506444					
CV=10.97%		X=23.2					

Al evaluar el diámetro de tallo en las variedades de maíz, hasta los 90 días de establecimiento no mostraron diferencias estadísticas significativas, es decir, el diámetro de tallo en promedio fue 23.25 mm/tallo

#### 4.1.3.4 Longitud de la hoja

En la tabla 33, se observa el análisis de varianza para longitud de la hoja a los 90 días de la siembra, en donde se observa que, para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en longitud de la hoja entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), no existe diferencia estadística significativa, lo cual da a conocer que no hay diferencias en longitud de hoja por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), no precisa diferencias estadísticas, dando a entender que no existe diferencias en longitud de hojas por efecto de las variedades; en

la interacción de D x V, tampoco existe diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre longitud de hoja; además el coeficiente de variación igual a 28.90 % indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

**Tabla 33.** Análisis de varianza para longitud de hoja a los 90 días de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	1380.672933	690.336467	0.71	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	969.173689	969.173689	1.00	4.96	10.04	n.s.
Variedad (V)	2	1835.612933	917.806467	0.95	4.10	7.56	n.s.
D x V	2	2838.025378	1419.012689	1.47	4.10	7.56	n.s.
Error	10	9670.10467	967.01047				
Total	17	16693.58960					
CV=28.90%	X=107.59						

En la longitud de hoja, no muestra diferencias estadísticas significativas entre variedades, en promedio fue 107.60 cm/hoja, esto es a los 90 días de establecimiento de la planta en el campo experimental.

#### 4.1.3.5 Ancho de la hoja

En la tabla 34, se observa el análisis de varianza para ancho de la hoja a los 90 días de la siembra, en donde se observa que, para los bloques, no muestra diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en ancho de la hoja entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), no existe diferencia estadística significativa, lo cual da a conocer que no hay diferencias en ancho de hoja por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), no existe diferencias estadísticas significativas, dando a entender que no existe diferencias en ancho de hoja por efecto de las

variedades; en la interacción de D x V, de igual forma no existe diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre ancho de hoja; además el coeficiente de variación igual a 14.94 % indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

**Tabla 34.** Análisis de varianza para ancho de hoja a los 90 días de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	739.8220111	369.9110056	0.97	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	393.8688889	393.8688889	1.03	4.96	10.04	n.s.
Variedad (V)	2	913.3358111	456.6679056	1.20	4.10	7.56	n.s.
D x V	2	779.1080111	389.5540056	1.02	4.10	7.56	n.s.
Error	10	3820.912256	382.091226				
Total	17	6647.046978					
Correcto							
CV=14.94%	X=13.77						

En lo que respecta al ancho de hoja, no denota diferencias estadísticas significativas entre variedades, en promedio fue 13.77 cm/hoja, esto es, a los 90 días de establecimiento de la planta.

#### 4.1.3.6 Área foliar

En la tabla 35, se observa el análisis de varianza para longitud de la hoja a los 90 días de la siembra, en donde se observa que, para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en área foliar de la hoja entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), no existe diferencia estadística significativa, lo cual da a conocer que hay diferencias en área foliar de hoja por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), no existe diferencias estadísticas significativas, dando a entender que no existe diferencias en área foliar de hojas por efecto



de las variedades; en la interacción de D x V, tampoco existe diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre área foliar de hoja; además el coeficiente de variación igual a 13.62 % indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

**Tabla 35.** Análisis de varianza para área foliar de hoja a los 90 días de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	95012.36768	47506.18384	1.42	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	18020.87842	18020.87842	0.54	4.96	10.04	n.s.
Variedad (V)	2	22234.08368	11117.04184	0.33	4.10	7.56	n.s.
D x V	2	33034.46981	16517.23491	0.49	4.10	7.56	n.s.
Error	10	334949.2465	33494.9247				
Total	17	503251.0461					

CV=13.62% X=650.16

En relación al área foliar de la hoja de maíz, no se encontraron diferencias estadísticas significativas, en promedio fue 650.16 cm<sup>2</sup>/hoja, esto es, a los 90 días de establecimiento del cultivo en el campo.

#### 4.1.3.7 Longitud de entre nudos

En la tabla 36, se observa el análisis de varianza para longitud de entrenudos a los 90 días de la siembra, en donde se observa que, para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en longitud de entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), no existe diferencia estadística significativa, lo cual da a conocer que hay diferencias en longitud de entre nudos por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), si existe diferencias estadísticas altamente significativas, dando a entender que existe diferencias en longitud de entre nudos por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, tampoco

existe diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre longitud de entre nudos; además el coeficiente de variación igual a 8.45 % indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

**Tabla 36.** Análisis de varianza para longitud de entre nudos a los 90 días de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	9.71934444	4.85967222	1.66	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	0.08542222	0.08542222	0.03	4.96	10.04	n.s.
Variedad (V)	2	85.56457778	42.78228889	14.61	4.10	7.56	**
D x V	2	1.50257778	0.75128889	0.26	4.10	7.56	n.s.
Error	10	29.2919889	2.9291989				
Total	17	126.1639111					

CV=8.45%

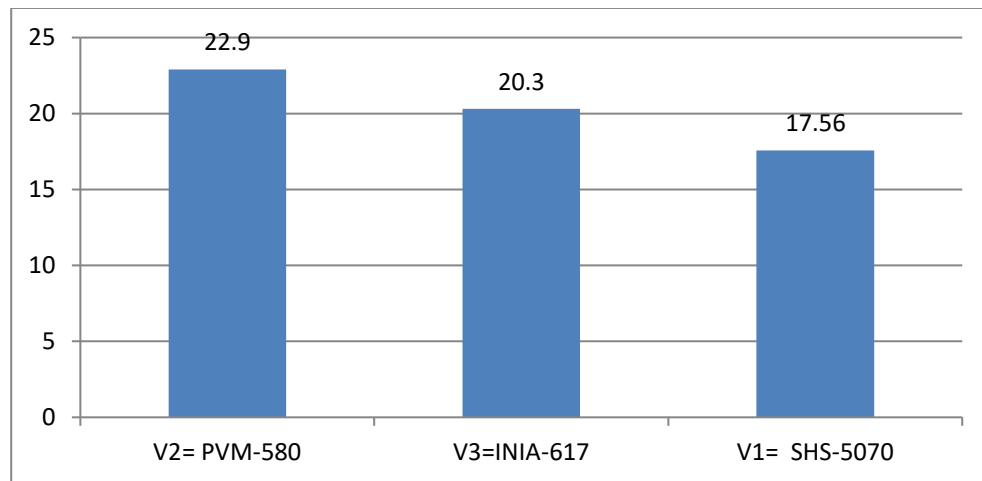
X=20.35

En la tabla 37, se observa la prueba de Tukey para factor variedad sobre longitud de entre nudos a los 90 días de siembra, en donde se V2 obtuvo mayor longitud con 22.90 cm, seguido de las variedades V3 con 20.30 cm y V1 con 17.56 cm.

**Tabla 37.** Prueba de Tukey para factor variedad sobre longitud de entre nudos a los 90 días de siembra.

Orden Merito	Variedades	Promedio de Longitud de Entre Nudos	P ≤ 0.05
1	V2=PVM-580	22.90	a
2	V3=INIA-617	20.30	b
3	V1= SHS-5070	17.56	c





**Figura 9.** Longitud de entre nudos en variedades de maíz a los 90 días de la siembra.

#### 4.1.4 Tercera evaluación a los 120 días de la siembra

##### 4.1.4.1 Altura de planta

En la tabla 37, se observa el análisis de varianza para altura de planta los 120 días de la siembra, en donde se observa que, para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en altura de planta entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), no existe diferencia estadística significativa, lo cual da a conocer que hay homogeneidad en altura de planta por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), tampoco existe diferencias estadísticas significativas, dando a entender que no existe diferencias en altura de planta por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, no existe diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma dependiente sobre altura de planta; además el coeficiente de variación igual a 17.13 % indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

**Tabla 38.** Análisis de varianza para altura de planta a los 120 días de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	6146.734444	3073.367222	1.21	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	5896.980000	5896.980000	2.32	4.96	10.04	n.s.
Variedad (V)	2	5618.697778	2809.348889	1.11	4.10	7.56	n.s.
D x V	2	5564.253333	2782.126667	1.10	4.10	7.56	n.s.
Error	10	25383.76556	2538.37656				
Total	17	48610.43111					

CV=17.13%    X=294.18%

En la tercera evaluación, es decir, a los 120 días de establecimiento, en lo que respecta a la altura de planta del maíz en sus tres variedades en estudio, no se encontraron diferencias estadísticas significativas, en promedio la altura de planta fue 294.18 cm/planta; Sin embargo, entre los 90 y 60 días de evaluación hubo diferencias de altura de planta. Al analizar los resultados, de presente trabajo, se puede indicar que son ligeramente superiores a lo investigado por Espíritu (2018), quien al probar la adaptabilidad de seis cultivares híbridos de maíz tuvo diferencias estadísticas significativas lográndose obtener 230 cm de mayor altura de planta, siendo la menor altura de planta 181 cm. Asimismo, Alviz (2015), obtuvo diferencias estadísticas en altura de planta, con medidas que va desde 210 a 270 cm en cultivares de maíz bajo las condiciones climatológicas de Cusco; estos resultados nos indican que un cultivo tiene un grado de adaptabilidad diferente entre las variedades en estudio, debido a los factores genéticos, nutricionales o climáticos.

Vásquez (2019), obtuvo también diferencias estadísticas entre variedades y densidades de siembra; la mayor altura de planta con la variedad EXP-05 con 209.36 cm, seguido de la variedad PM-213 con 207.08 cm;

mientras que el efecto de densidades de siembra, la densidad 111 111 plantas/ha obtuvo 210.42 cm y la densidad 88 889 plantas/ha tuvo 196.79 cm, por ello, estas diferencias se pueden atribuir a que un cultivo tienen un grado de adaptabilidad diferente entre las variedades, cultivares o líneas en estudio, debido a los factores genéticos, nutricionales o climáticos.

#### 4.1.4.2 Número de hojas

En la tabla 39, se observa el análisis de varianza para número de hojas los 120 días de la siembra, en donde se observa que, para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en número de hojas entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual da a conocer que hay diferencias en número de hojas por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), existe diferencias estadísticas altamente significativas, dando a entender que existe diferencias en número de hojas por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, no existe diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre número de hojas; además el coeficiente de variación igual a 1.55 % indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

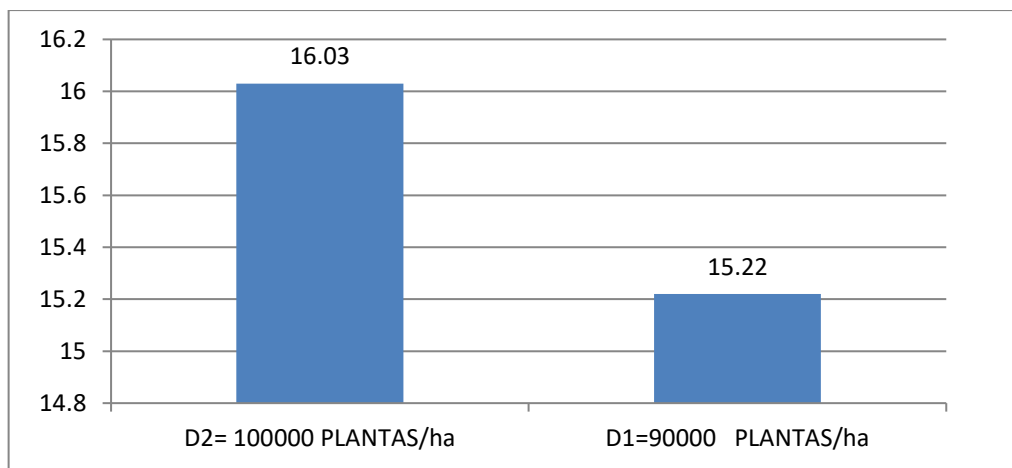
**Tabla 39.** Análisis de varianza para número de hojas a los 120 días de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	0.05444444	0.02722222	0.46	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	2.96055556	2.96055556	50.56	4.96	10.04	**
Variedad (V)	2	6.57444444	3.28722222	56.14	4.10	7.56	**
D x V	2	0.10111111	0.05055556	0.86	4.10	7.56	n.s.
Error	10	0.58555556	0.05855556				
Total correcto	17	10.27611111					
CV=1.55%		X=15.63					

En la tabla 40, se observa la prueba de Tukey para factor variedad sobre número de hojas a los 120 días de siembra, en donde se visualiza que la densidad de D2 obtuvo mayor número de hojas con 16.03 unidades, el cual fue estadísticamente superior a la densidad de siembra de D1 con 15.22 hojas por planta.

**Tabla 40.** Prueba de Tukey para factor variedad sobre número de hojas a los 120 días de siembra.

Orden de Merito	Densidad de Siembra	Promedio de Numero de Hojas (N°)	P≤0.05
1	D2	16.03	a
2	D1	15.22	b

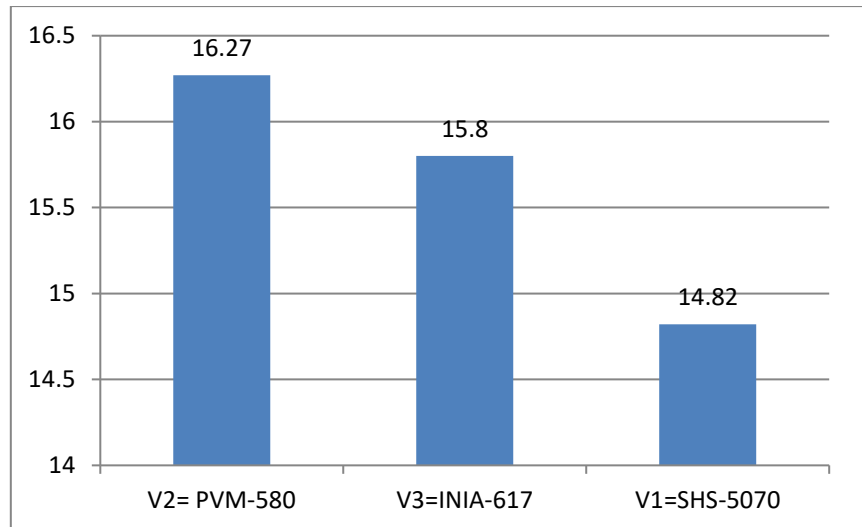


**Figura 10.** Número de hojas por efecto de la densidad de siembra los 90 días de la siembra.

En la tabla 41, se observa la prueba de Tukey para factor variedad sobre número de hojas a los 120 días de siembra, en donde se visualiza que la V2 obtuvo mayor número de hojas con 16.27, demostrando mejor follaje entre las variedades de maíz; seguido de las variedades como V3 y V1 con 15.80 y 14.82 hojas respectivamente.

**Tabla 41.** Prueba de Tukey para factor variedad sobre número de hojas a los 120 días de siembra.

Orden de Merito	Variedades	Promedio de Numero de Hojas (cm)	P≤0.05
1	V2	16.27	a
2	V3	15.80	b
3	V1	14.82	c



**Figura 11.** Número de hojas en variedades de maíz a los 120 días de la siembra.

Los resultados obtenidos son ligeramente similares a los reportado por Alviz (2015), quien obtuvo diferencias estadísticas en número de hojas a los 122 días, pero con menor número de hojas de 9.91 a 13.12 hojas en cultivares de maíz bajo las condiciones climatológicas de Cusco; estos resultados nos indican que un cultivar tiene un grado de adaptabilidad diferente entre las variedades en estudio, debido a los factores genéticos, nutricionales o climáticos.

#### 4.1.4.3 Diámetro de tallo

En la tabla 42, se observa el análisis de varianza para diámetro de tallo a los 120 días de la siembra, en donde se observa que, para los bloques, no



existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en diámetro de tallo entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), si existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual da a conocer que hay diferencias en diámetro de tallo por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), no existe diferencias estadísticas significativas, dando a entender que no existe diferencias en diámetro de tallo por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, tampoco existe diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma independiente sobre diámetro de tallo; además el coeficiente de variación igual a 1.36 % indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

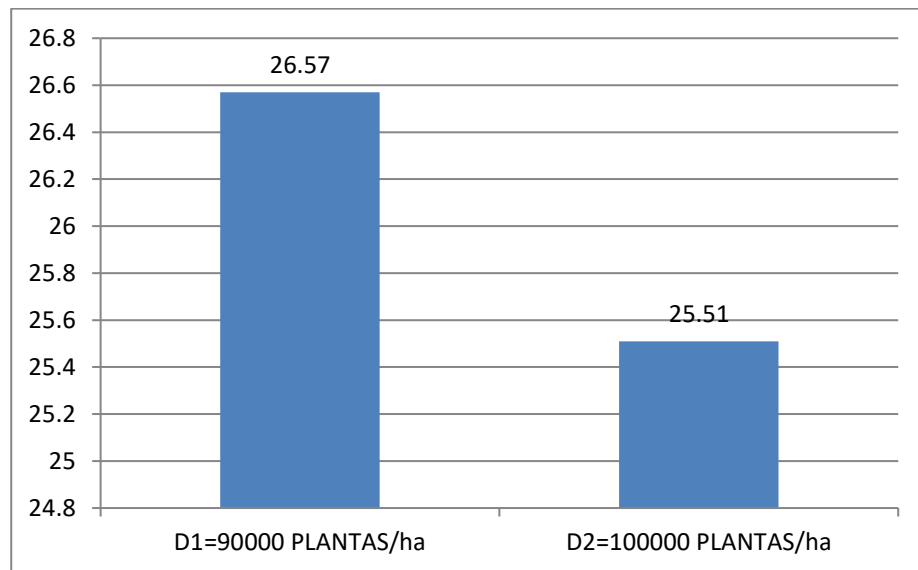
**Tabla 42.** Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 120 días de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	0.35023333	0.17511667	1.39	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	5.05620000	5.05620000	40.22	4.96	10.04	**
Variedad (V)	2	0.34290000	0.17145000	1.36	4.10	7.56	n.s.
D x V	2	0.96583333	0.48291667	3.84	4.10	7.56	n.s.
Error	10	1.25703333	0.12570333				
Total correcto	17	7.97220000					
CV=1.36%		X=26.04					

En la tabla 43, se observa la prueba de Tukey para el factor densidad sobre el diámetro de tallo a los 120 días de siembra, en donde se visualiza que la densidad D1 obtuvo mayor diámetro de tallo con 26.57 mm/tallo, el cual fue estadísticamente superior a la densidad de siembra D2 con 25.51 mm/tallo. En consecuencia, se puede atribuir que una menor densidad de plantas influye indirectamente sobre el diámetro de tallo.

**Tabla 43.** Prueba de Tukey para factor variedad sobre diámetro de tallo a los 120 días de siembra.

Orden de Merito	Densidad de Siembra	Promedio de Diámetro de Tallo (mm)	P≤0.05
1	D1	26.57	a
2	D2	25.51	b



**Figura 12** Diámetro de tallo por efecto de la densidad de siembra los 120 días de la siembra.

Los resultados obtenidos son casi similares a lo reportado por Vásquez (2019), al evaluar el diámetro de tallo, hallando diferencias estadísticas entre densidades de siembra, en donde la densidad 88 889 plantas/ha obtuvo 26.67 mm y la densidad 111 111 plantas/ha tuvo 24.73 mm; estas diferencias se puede atribuir a las características genéticas de las variedades y cultivares de maíz, los cuales influyeron en diámetro de tallo, además de la forma de conducción del cultivo.

#### 4.1.4.4 Longitud de la hoja

En la tabla 43, se observa el análisis de varianza para longitud de la

hoja a los 120 días de la siembra, en donde se observa que, para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en longitud de la hoja entre bloques; para el factor Densidad de siembra D, si existe diferencia estadística significativa, lo cual da a conocer que hay diferencias en longitud de hoja por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad V, no existe diferencias estadísticas altamente significativas, dando a entender que no existe diferencias en longitud de hojas por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, si existe diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma dependiente sobre longitud de hoja; además el coeficiente de variación igual a 1.39 % indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

**Tabla 43.** Análisis de varianza para longitud de hoja a los 120 días de la siembra

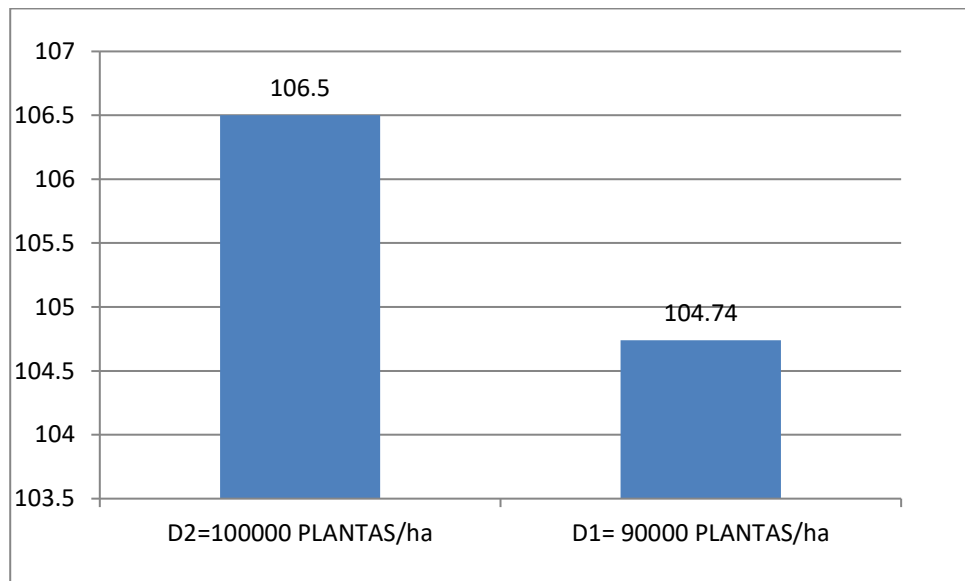
F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft 0.01	SIG.
					<b>0.05</b>		
Bloques	2	3.087777	1.543888	0.71	4.10	7.56	n.s
Densidad (D)	1	13.86888	13.86888	6.41	4.96	10.04	*
Variedad (V)	2	1.8977778	0.948888	0.44	4.10	7.56	n.s.
D*V		308.6711	154.3355	71.37	4.10	7.56	**
Error	10	21.62555	2.16255				
Total	17	349.1511					
C.V.=1.39%		X=105.62					

En la tabla 44, se observa la prueba de Tukey para factor variedad sobre longitud de hoja a los 120 días de siembra, en donde se visualiza que la densidad D2 obtuvo mayor longitud de hoja con 106.50 cm, el cual fue estadísticamente superior a la densidad de siembra D1 con 104.74 cm.



**Tabla 44.** Prueba de Tukey para factor densidad de siembra sobre longitud de hoja a los 120 días de siembra.

Orden de Mérito	Densidad de Siembra	Promedio de Longitud de Hoja (cm)	P≤0.05
1	D2	106.50	a
2	D1	104.74	b



**Figura 13.** Longitud de hoja por efecto de la densidad de siembra los 120 días de la siembra.

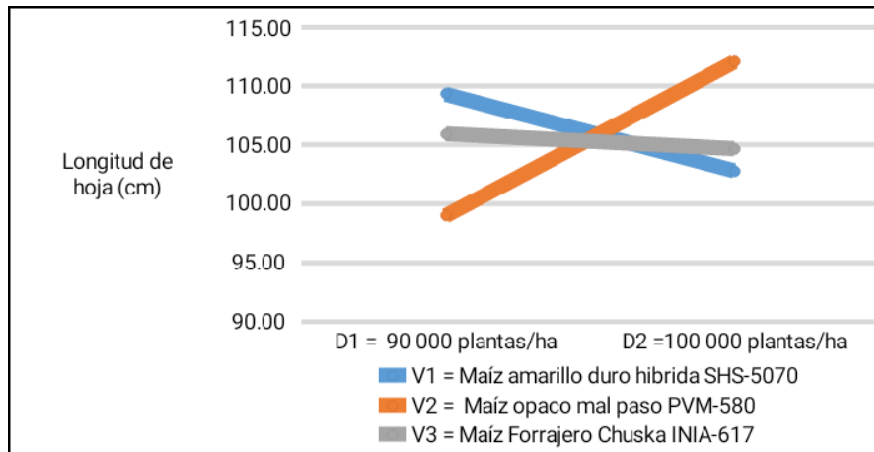
En la tabla 45, se observa la interacción D x V, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación

**Tabla 45.** Interacción densidad (D) x variedad (V) para longitud de hoja

Clave	D1	D2	Prom.
(D) dentro de variedad (V1)	109.30	102.80	106.05
(D) dentro de variedad (V2)	98.97	112.03	105.50
(D) dentro de variedad (V3)	105.93	104.67	105.30
Prom.	104.73	106.50	

En la figura 14, se observa claramente que la densidad de siembra (D)

en relación a las variedades de maíz (V) tienen un comportamiento diferente en la longitud de hoja a los 120 días de evaluación, es decir, tienen diferentes longitudes de hoja, destacando la densidad de siembra D2 en relación a la densidad de siembra D1, mientras que en las variedades de maíz la V2 tiene mayor destaque en longitud de hoja a los 120 días de evaluación.



**Figura 14.** Interacción del factor Densidad dentro de Variedad sobre longitud de hoja

**Tabla 46.** Análisis de varianza de efectos simples para la interacción (D) x (V), para longitud de hoja.

F.V.	G.F.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
(D) dentro de V1	1	64.026667	64.026667	29.61	4.96	10.04	**
(D) dentro de V2	1	256.106667	256.106667	118.43	4.96	10.04	**
(D) dentro de V3	1	2.406667	2.406667	1.11	4.96	10.04	n.s.
(V) dentro de D1	2	167.562222	83.781111	38.74	4.10	7.56	**
(V) dentro de D2	2	143.006667	71.503333	33.06	4.10	7.56	**

Observando la tabla 47, la interpretación de la prueba de efectos simples interacción densidad de siembra (D) por variedades de maíz (V), para longitud hojas a los 120 días de evaluación, sería de la siguiente forma:

- a. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz V1. Se encontró diferencia



- estadística altamente significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la variedad de maíz V1, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en longitud de hoja con respecto a la variedad de maíz V1, esto indica que la variedad de maíz V1 en longitud de hoja tiene un comportamiento diferente respecto a las variedades V2 y V3.
- b. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V2). Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la variedad de maíz V2, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en longitud de hoja con respecto a la variedad de maíz V2, esto indica que la variedad de maíz V2 en longitud de hoja tiene un comportamiento diferente respecto a las V1 y V3.
- c. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V3). No se encontró diferencia estadística significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la variedad de maíz V3, debido a que la  $F_c < F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que no existe diferencias en longitud de hoja con respecto a la variedad de maíz V3, esto indica que la variedad de maíz V3 en longitud de hoja tiene un comportamiento similar respecto a las variedades V1 y V2.
- d. Variedad de maíz (V) dentro de la densidad de siembra (D1). Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las variedades de maíz V1, V2 y V3 bajo la densidad de siembra D1, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en longitud de hoja con respecto a la densidad de siembra D1, esto indica que la densidad de siembra D1 en longitud de hoja tiene un comportamiento diferente respecto a la densidad de siembra D2.



- e. Variedad de maíz (V) dentro de la densidad de siembra (D2). Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las variedades de maíz V1, V2 y V3 bajo la densidad de siembra D2, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en longitud de hoja con respecto a la densidad de siembra D2, esto indica que la densidad de siembra D2 en longitud de hoja tiene un comportamiento diferente respecto a la densidad de siembra D1.

En la tabla 47, se observa la prueba de Tukey para la interacción D x V, en donde la densidad D2 con la variedad de maíz V2 tuvo mayor longitud de hoja con 112.03 cm, seguido de la densidad de siembra D1 con la variedad de maíz V1 con 109.33cm, los cuales estadísticamente son similares; la densidad de siembra D1 con la V3 tuvo 105.93 cm; en último lugar se ubica D1 con la V2 con menor longitud de hoja de 98.97 cm.

**Tabla 47.** Tabla. Prueba de Tukey para interacción (D) x (V) sobre longitud de hoja

Orden de Merito	Densidad	Variedad	Longitud de Hoja (cm/hoja)	SIG $\leq 0.05$
1	D2	V2	112.03	a
2	D1	V1	109.33	a b
3	D1	V3	105.93	b c
4	D2	V3	104.67	c
5	D2	V1	102.80	c d
6	D1	V2	98.97	d

#### 4.1.4.5 Ancho de la hoja

En la tabla 48, se observa el análisis de varianza para ancho de la hoja a

los 120 días de la siembra, en donde se observa que, para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en ancho de la hoja entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual da a conocer que hay diferencias en ancho de hoja por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), también existe diferencias estadísticas significativas, dando a entender que existe diferencias en ancho de hoja por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, si existe diferencias estadísticas altamente significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma dependiente sobre ancho de hoja; además el coeficiente de variación igual a 2.16 % indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

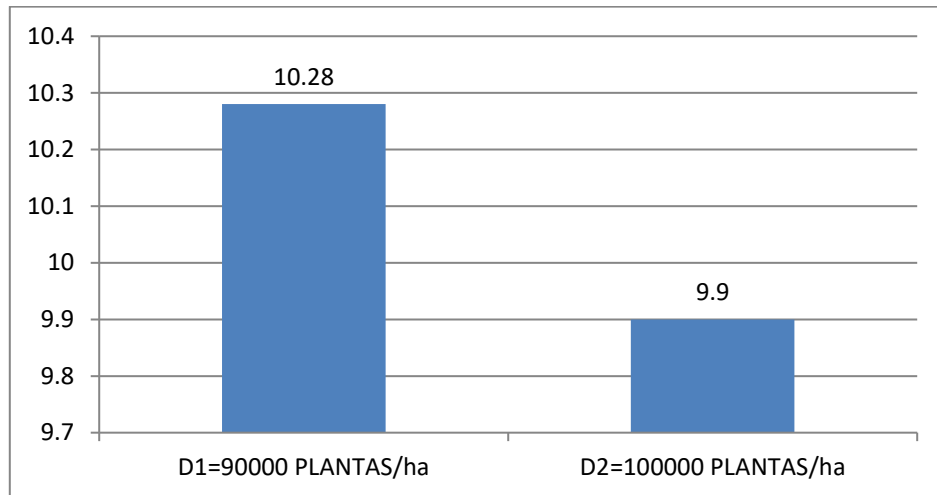
**Tabla 48.** Análisis de varianza para ancho de hoja a los 90 días de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	0.05607778	0.02803889	0.59	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	0.64980000	0.64980000	13.63	4.96	10.04	**
Variedad (V)	2	6.08607778	3.04303889	63.85	4.10	7.56	**
D x V	2	1.44163333	0.72081667	15.12	4.10	7.56	**
Error	10	0.47658889	0.04765889				
Total	17	8.71017778					
CV=2.16%		X=10.09					

En la tabla 49, se observa la prueba de Tukey para factor densidad sobre ancho de hoja a los 120 días de siembra, en donde se visualiza que la D1 obtuvo mayor ancho de hoja con 10.28 cm, el cual fue estadísticamente superior al D2 con 9.90 cm.

**Tabla 49.** Prueba de Tukey para factor densidad de siembra sobre ancho de hoja a los 120 días de siembra.

Orden de Mérito	Densidad de Siembra	Promedio de Ancho de Hoja (cm)	P≤0.05
1	D1	10.28	a
2	D2	9.90	b

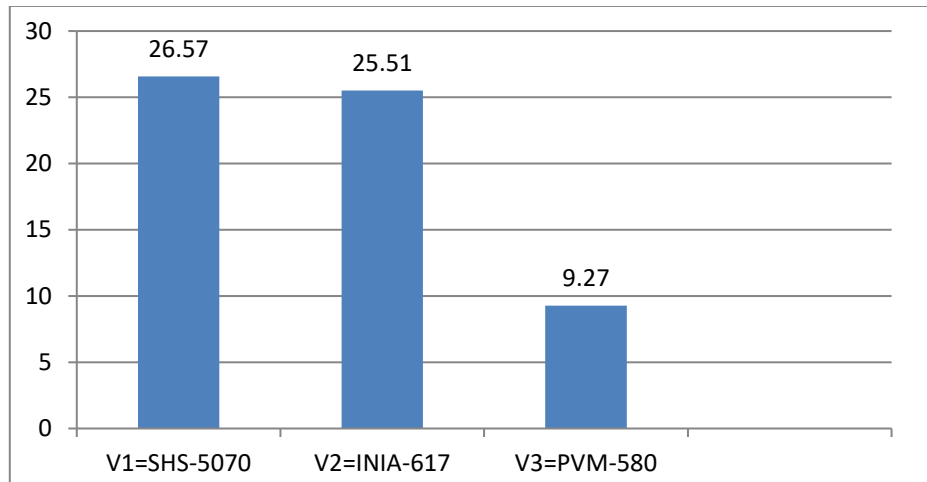


**Figura 15.** Ancho de hoja por efecto de la densidad de siembra los 120 días de la siembra.

En la tabla 50, se observa la prueba de Tukey para factor variedad sobre el ancho de hoja a los 120 días de siembra, en donde se visualiza que la V1 obtuvo mayor ancho de hoja con 10.51 cm, seguido de la V3 con 10.48 cm, los cuales estadísticamente son similares y superiores a la V3 con 9.27 cm.

**Tabla 50.** Prueba de Tukey para factor variedad sobre ancho de hoja a los 120 de siembra.

ORDEN DE MÉRITO	VARIETADES	PROMEDIO DE ANCHO DE HOJA (cm)	P≤0.05
1	V1	26.57	a
2	V2	25.51	a
3	V3	9.27	b



**Figura 16.** Ancho de hojas en variedades de maíz a los 120 días de la siembra.

Los resultados obtenidos son similares a los reportado por Alviz (2015), quien obtuvo diferencias estadísticas en ancho de hoja a los 122 días, con 8.40 a 9.89 cm en cultivares de maíz bajo las condiciones climatológicas de Cusco; estos resultados nos indican que un cultivo tiene un grado de adaptabilidad diferente entre las variedades en estudio, debido a los factores genéticos, nutricionales o climáticos.

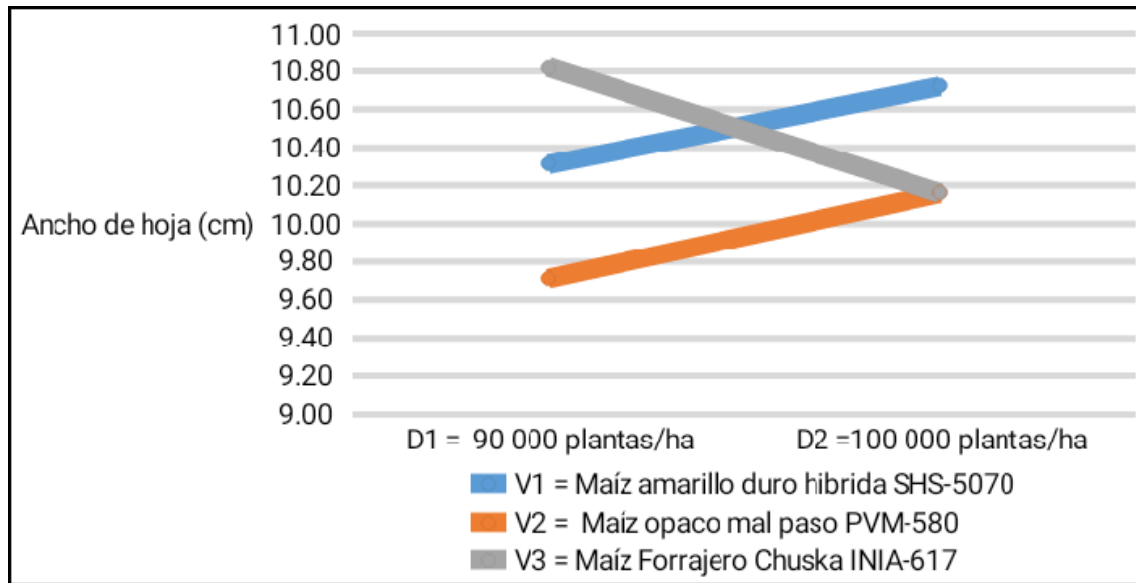
En la tabla 51, se observa la interacción D x V, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación

**Tabla 51.** Interacción densidad (D) x variedad (V) para ancho de hoja (120 días)

Clave	D1	D2	PROM.
(D) dentro de variedad (V1)	10.31	10.72	10.52
(D) dentro de variedad (V2)	9.71	10.16	9.94
(D) dentro de variedad (V3)	10.82	10.16	10.49
Prom.	10.28	10.35	

En la figura 17, se observa claramente que la densidad de siembra (D) en relación a las variedades de maíz (V) tienen un comportamiento diferente

en la ancho de hoja a los 120 días de evaluación, es decir, tienen diferentes longitudes de hoja, destacando la densidad de siembra D2 en relación a la densidad de siembra D1, mientras que la variedades de maíz V1 tiene mayor destaque en ancho de hoja a los 120 días de evaluación.



**Figura 17.** Interacción del factor Densidad dentro de Variedad sobre ancho de hoja.

**Tabla 52.** Análisis de varianza de efectos simples para la interacción (D) x (V), para ancho de hoja.

F.V.	G.F.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig
(D) dentro de V1	1	0.252150	0.252150	5.29	4.96	10.04	*
(D) dentro de V2	1	1.179267	1.179267	24.74	4.96	10.04	**
(D) dentro de V3	1	0.660017	0.660017	13.85	4.96	10.04	**
(V) dentro de D1	2	1.851622	0.925811	19.43	4.10	7.56	**
(V) dentro de D2	2	5.676089	2.838044	59.55	4.10	7.56	**

Observando la tabla 52, la interpretación de la prueba de efectos simples interacción densidad de siembra (D) por variedades de maíz (V), para ancho de hojas a los 120 días de evaluación, sería de la siguiente forma:





- a. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V1). Se encontró diferencia estadística significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la variedad de maíz V1, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$ , es decir que existe diferencias en ancho de hoja con respecto a la variedad de maíz V1, esto indica que la variedad de maíz V1 en ancho de hoja tiene un comportamiento diferente respecto a las variedades de maíz V2 y V3.
- b. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V2). Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la variedad de maíz V2, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en ancho de hoja con respecto a la variedad de maíz V2, esto indica que la variedad de maíz V2 en ancho de hoja tiene un comportamiento diferente respecto a las variedades de maíz V1 y V3.
- c. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V3). Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la variedad de maíz V3, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en ancho de hoja con respecto a la variedad de maíz V3, esto indica que la variedad de maíz V3 en ancho de hoja tiene un comportamiento diferente respecto a las variedades de maíz V1 y V2.
- d. Variedad de maíz (V) dentro de la densidad de siembra (D1). Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las variedades de maíz V1, V2 y V3 bajo la densidad de siembra D1, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en ancho de hoja con respecto a la densidad de siembra D1, esto indica que la densidad de siembra D1 en ancho de hoja tiene un comportamiento diferente respecto a la densidad de siembra D2.

- e. Variedad de maíz (V) dentro de la densidad de siembra (D2). Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las variedades de maíz V1, V2 y V3 bajo la densidad de siembra D2, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en ancho de hoja con respecto a la densidad de siembra D2, esto indica que la densidad de siembra D2 en ancho de hoja tiene un comportamiento diferente respecto a la densidad de siembra D1.

En la tabla 61, se observa la prueba de Tukey para la interacción D x V, en donde la densidad D1 con la variedad de maíz V3 tuvo mayor ancho de hoja con 10.82 cm, seguido de la densidad de siembra D2 con la variedad de maíz V1 con 10.72 cm, la densidad de siembra D1 con la variedad V1 tuvo 10.31 cm, los cuales estadísticamente son similares; en último lugar se ubica la densidad de siembra D2 con la variedad de maíz V2 con menor ancho de hoja de 8.82 cm.

**Tabla 53.** Tabla. Prueba de Tukey para interacción (D) x (V) sobre ancho de hoja

Orden de Merito	Densidad	Variedad	Ancho de Hoja (cm)	SIG $\leq 0.05$		
1	D1	V3	10.82	a		
2	D2	V1	10.72	a	b	
3	D1	V1	10.31	a	b	c
4	D2	V3	10.16	b		c
5	D1	V2	9.71	c		
6	D2	V2	8.82	d		

#### 4.1.4.6 Área foliar

En la tabla 54, se observa el análisis de varianza para longitud de la hoja a los 120 días de la siembra, en donde se observa que, para los bloques, no



existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en área foliar de la hoja entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), existe diferencia estadística significativa, lo cual da a conocer que hay diferencias en área foliar de hoja por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), existe diferencias estadísticas significativas, dando a entender que existe diferencias en área foliar de hojas por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, existe diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma dependiente sobre área foliar de hoja; además el coeficiente de variación igual a 1.69% indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

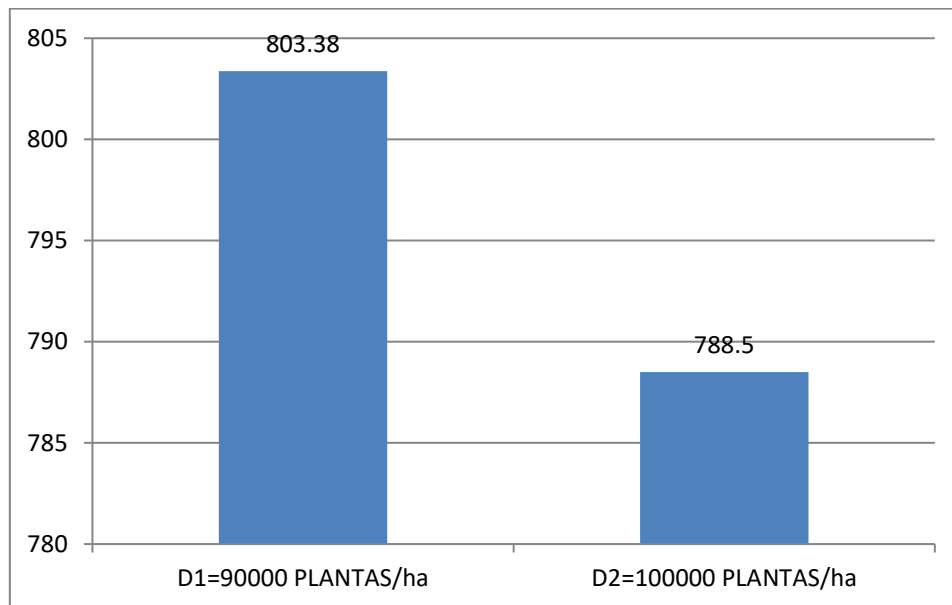
**Tabla 54.** Análisis de varianza para área foliar de hoja a los 120 días de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	484.21583	242.10792	1.32	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	1777.86845	1777.86845	9.70	4.96	10.04	*
Variedad (V)	2	41169.23110	20584.61555	112.26	4.10	7.56	**
D x V	2	5141.62303	2570.81152	14.02	4.10	7.56	**
Error	10	1833.61243	183.36124				
Total	17	50406.55085					
C.V=1.69%		X=798.44					

En la tabla 62, se observa la prueba de Tukey para factor densidad sobre área foliar a los 120 días de siembra, en donde se visualiza que la D1 obtuvo mayor área foliar con 803.38 cm<sup>2</sup>, el cual fue estadísticamente superior a la D2 con 788.50 cm.

**Tabla 55.** Prueba de Tukey para factor densidad de siembra sobre área foliar a los 120 días de siembra.

Orden de Merito	Densidad de Siembra	Promedio de Área Foliar(cm2)	P≤0.05
1	D1	803.38	a
2	D2	788.50	b

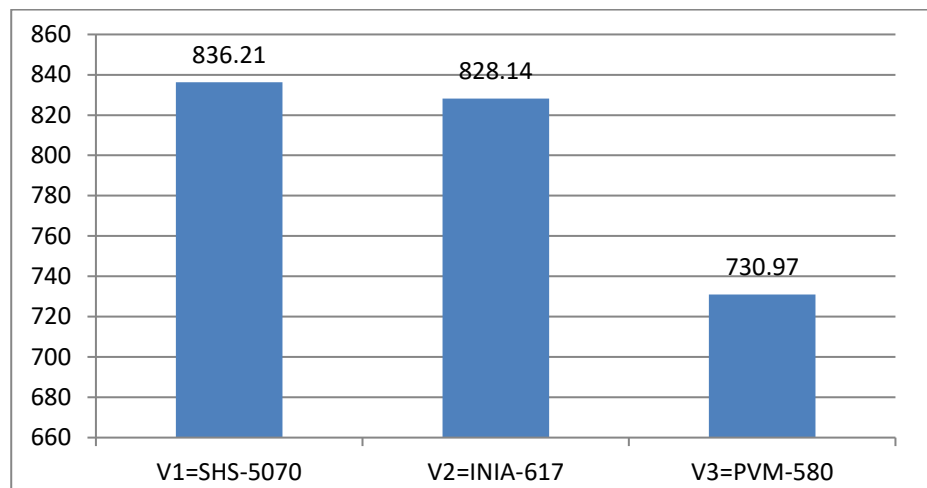


**Figura 18.** Área foliar por efecto de la densidad de siembra los 120 días de la siembra.

En la tabla 56, se observa la prueba de Tukey para factor variedad sobre área foliar a los 120 días de siembra, en donde se visualiza que la V1 obtuvo mayor área foliar con 836.21 cm<sup>2</sup>, seguido de la V3 con 828.14 cm<sup>2</sup>, los cuales estadísticamente son similares y superiores a la V2 con 730.97 cm<sup>2</sup>.

**Tabla 56.** Prueba de Tukey para factor variedad sobre área foliar a los 120 días de siembra

ORDEN DE MERITO	VARIETADES	PROMEDIO DE AREA FOLIAR (cm2)	P≤0.05
1	V1	836.21	a
2	V2	828.14	a
3	V3	730.97	b



**Figura 19.** Área foliar en variedades de maíz a los 120 días de la siembra.

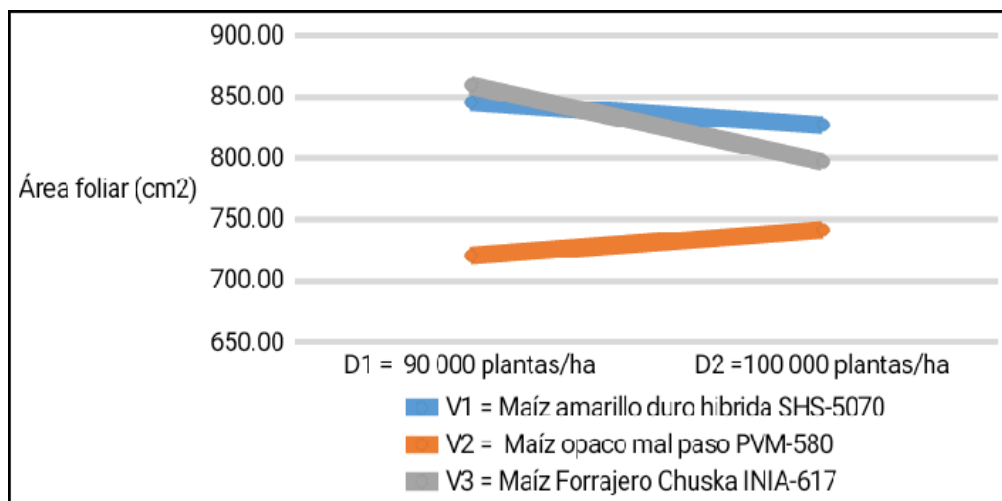
Los resultados obtenidos son similares a los reportado por Alviz (2015), quien obtuvo diferencias estadísticas en área foliar a los 122 días, con 527.20 a 626.75 cm<sup>2</sup> cm en cultivares de maíz bajo las condiciones climatológicas de Cusco. Franco (2012), obtuvo diferencias estadísticas significativas en área foliar entre cultivares de maíz, obteniendo el mayor área foliar con el cultivar Opaco MP-EL x KWS - Single 14 X LL con 788.86 cm<sup>2</sup>, seguido del cultivar KWS- Single 16 x OMP C-16 con 774.96 cm<sup>2</sup> bajo las condiciones climáticas de Tacna, por ello, claramente los resultados nos indican que un cultivo tienen un grado de adaptabilidad diferente entre las variedades, cultivares o líneas en estudio, debido a los factores genéticos, nutricionales o climáticos.

En la tabla 57, se observa la interacción D x V, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación

**Tabla 57.** Interacción densidad (D) x variedad (V) para área foliar (120 días)

Clave	D1	D2	PROM.
(D) Dentro de Variedad (V1)	845.61	826.82	836.22
(D) Dentro de Variedad (V2)	720.48	741.45	730.97
(D) Dentro de Variedad (V3)	859.05	797.24	828.15
Prom.	808.38	788.50	

En la figura 20, se observa claramente que la densidad de siembra (D) en relación a las variedades de maíz (V) tienen un comportamiento diferente en área foliar de hoja a los 120 días de evaluación, es decir, tienen diferentes áreas foliares, destacando la densidad de siembra D1 en relación a la densidad de siembra D2, mientras en V2, y V3 tuvieron menor área foliar, donde la variedad V1 sobresale con mayor área foliar de hoja en relación a las demás variedades en estudio fenal.



**Figura 20.** Interacción del factor Densidad dentro de Variedad sobre área folia

**Tabla 58.** Análisis de varianza de efectos simples para la interacción (D) x (V), para área foliar.

F.V.	G.F.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
(D) dentro de V1	1	529.78406	529.78406	2.89	4.96	10.04	n.s.
(D) dentro de V2	1	659.61135	659.61135	3.60	4.96	10.04	n.s.



(D) dentro de V3	1	5730.0960	5730.09606	31.25	4.96	10.04	**
(V) dentro de D1	2	35037	17519	95.54	4.10	7.56	**
(V) dentro de D2	2	11274	5636.9150	30.74	4.10	7.56	**

---

Observando la tabla 58, la interpretación de la prueba de efectos simples interacción densidad de siembra (D) por variedades de maíz (V), para área foliar a los 120 días de evaluación, sería de la siguiente forma:

- a. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V1), No se encontró diferencia estadística significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la variedad de maíz V1, debido a que la  $F_c < F_t 0.05$ , es decir que no existe diferencias en área foliar de hoja con respecto a la variedad de maíz V1, esto indica que la variedad de maíz V1 en área foliar de hoja tiene un comportamiento similar respecto a las variedades de maíz V2 y V3.
- b. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V2), Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la variedad de maíz V2, debido a que la  $F_c < F_t 0.05$  y  $F_c < F_t 0.01$ , es decir que no existe diferencias en área foliar de hoja con respecto a la variedad de maíz V2, esto indica que la variedad de maíz V2 en área foliar de hoja tiene un comportamiento similar respecto a las variedades de maíz V1 y V3.
- c. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V3), Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la variedad de maíz V3, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en área foliar de hoja con respecto a la variedad de maíz V3, esto indica que la variedad de maíz V3 en área foliar tiene un comportamiento diferente respecto a las variedades de maíz V1 y V2.



- d. Variedad de maíz (V) dentro de la densidad de siembra (D1), Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las variedades de maíz V1, V2 y V3 bajo la densidad de siembra D1, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en área foliar de hoja con respecto a la densidad de siembra D1, esto indica que la densidad de siembra D1 en área foliar de hoja tiene un comportamiento diferente respecto a la densidad de siembra D2.
- e. Variedad de maíz (V) dentro de la densidad de siembra (D2), Se encontró diferencia significativa entre las variedades de maíz V1, V2 y V3 bajo la densidad de siembra D2, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en área foliar de hoja con respecto a la densidad de siembra D2, esto indica que la densidad de siembra D2 en área foliar de hoja tiene un comportamiento diferente respecto a la densidad de siembra D1.

En la tabla 59, se observa la prueba de Tukey para la interacción D x V, en donde la densidad D1 con la variedad de maíz V3 tuvo mayor área foliar con  $859.05 \text{ cm}^2$ , seguido de la densidad de siembra D1 con la variedad de maíz V1 con  $845.61 \text{ cm}^2$ , la densidad de siembra D2 con la variedad V1 tuvo  $826.82 \text{ cm}^2$ , los cuales estadísticamente son similares; en último lugar se ubica la densidad de siembra D1 con la variedad de maíz V2 con menor área foliar de hoja de  $720.48 \text{ cm}^2$ .



**Tabla 59.** Tabla. Prueba de Tukey para interacción (D) x (V) sobre área foliar.

Orden de Merito	Densidad	Variedad	Área Foliar (cm <sup>2</sup> /hoja)	SIG ≤ 0.05	
1	D1	V3	859.05	a	
2	D1	V1	845.61	a	
3	D2	V1	826.82	a	b
4	D2	V3	797.24		b
5	D2	V2	741.45		c
6	D1	V2	720.48		c

#### 4.1.4.7 Longitud de entre nudos

En la tabla 60, se observa el análisis de varianza para longitud de entrenudos a los 120 días de la siembra, en donde se observa que, para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en longitud de entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual da a conocer que hay diferencias en longitud de entre nudos por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), existe diferencias estadísticas altamente significativas, dando a entender que existe diferencias en longitud de entre nudos por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, existe diferencias estadísticas altamente significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma dependiente sobre longitud de entre nudos; además el coeficiente de variación igual a 2.56 % indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).

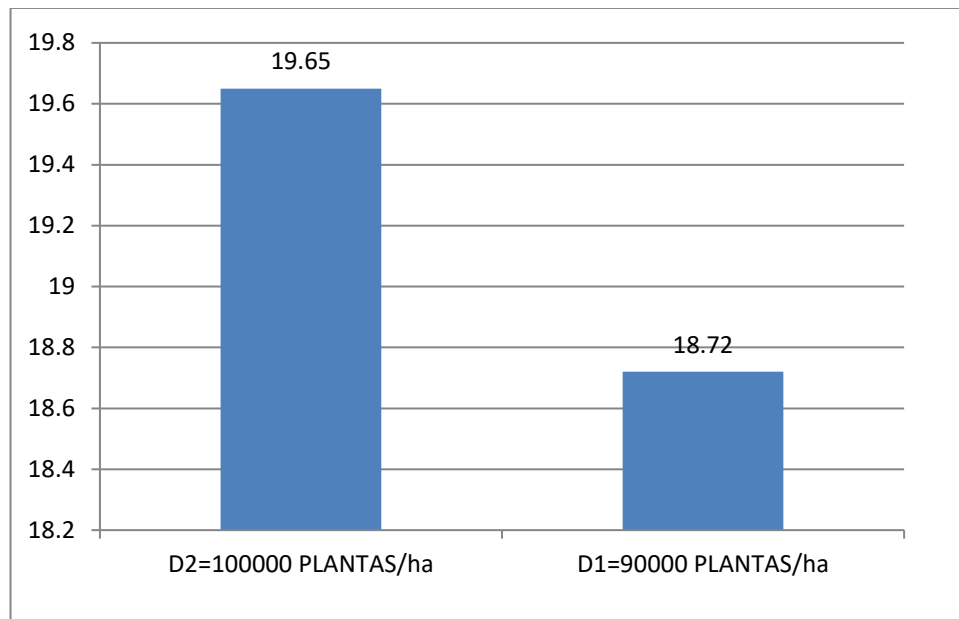
**Tabla 60.** Análisis de varianza para longitud de entre nudos a los 120 días de la siembra.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig
Bloques	2	0.03071111	0.01535556	0.06	4.10	7.56	n.s
Densidad	1	3.87347222	3.87347222	16.11	4.96	10.04	**
Variedad	2	19.09201111	2.67590556	39.70	4.10	7.56	**
D*V	2	5.35181111	2.67590556	11.13	4.10	7.56	**
Error	10	2.40475556	0.24047556				
Total	17	30.75276111					
C.V. =2.56%		X=19.19					

En la tabla 61, se observa la prueba de Tukey para factor densidad sobre longitud de entre nudos a los 120 días de siembra, en donde se visualiza que la D2 obtuvo mayor longitud de entre nudos con 19.65 cm, el cual fue estadísticamente superior de la D1 con 18.72 cm.

**Tabla 61.** Prueba de Tukey para factor densidad de siembra sobre longitud de entre nudos a los 120 días de siembra.

Orden de Merito	Densidad de Siembra	Promedio de Diámetro de Tallo (cm)	P≤0.05
1	D2	19.65	a
2	D1	18.72	b

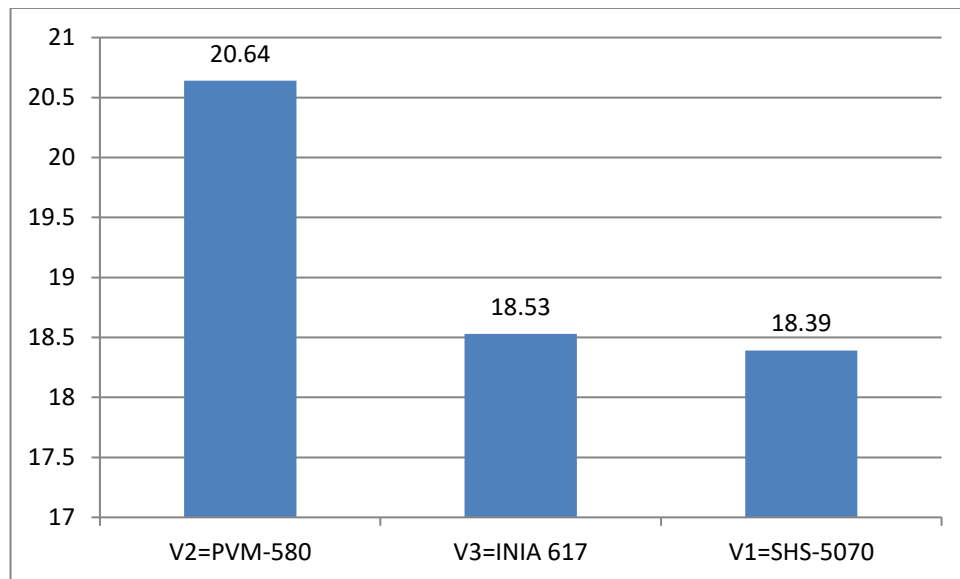


**Figura 21.** Longitud de entre nudos por efecto de la densidad de siembra los 120 días de la siembra.

En la tabla 62, se observa la prueba de Tukey para factor variedad sobre longitud de entre nudos a los 120 días de siembra, en donde se visualiza que la V2 obtuvo mayor longitud con 20.64 cm, el cual estadísticamente superior a las demás variedades, seguido de las V3 y V1 con 18.53 y 18.39 cm respectivamente.

**Tabla 62.** Prueba de Tukey para factor variedad sobre longitud de entre nudos a los 120 días de siembra.

Orden de Merito	Variedades	Promedio de Longitud de Entrenudos (cm)	P≤0.05
1	V2	20.64	a
2	V3	18.53	b
3	V1	18.39	b



**Figura 22.** Longitud de entre nudos en variedades de maíz a los 120 días de la siembra.

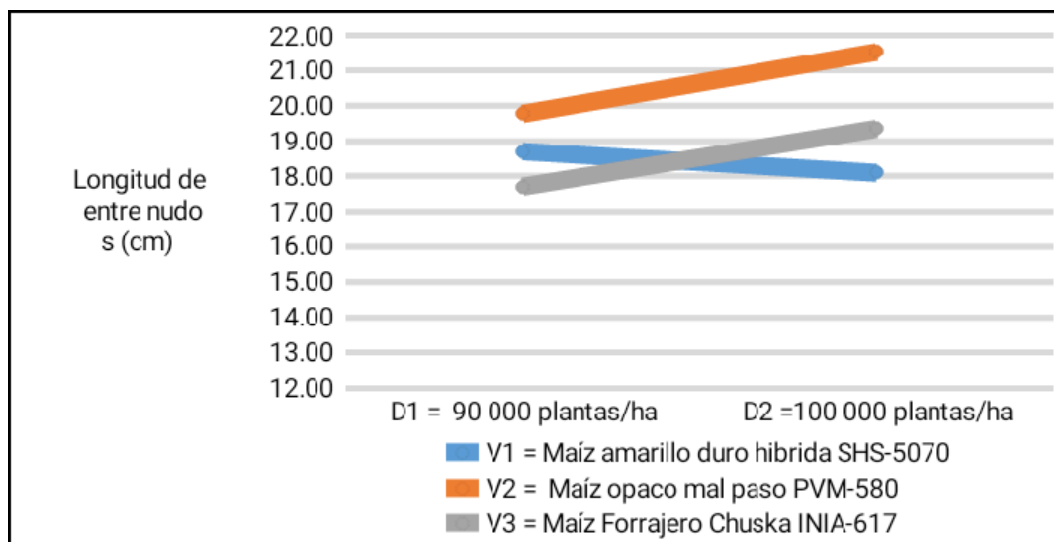
Los resultados obtenidos son diferentes a lo reportado por Alviz (2015), quien no obtuvo diferencias estadísticas en ancho de hojas a los 122 días, con 18.50 a 26.67 cm en cultivares de maíz bajo las condiciones climatológicas de Cusco; estos resultados nos indican que un cultivo tiene un grado de adaptabilidad diferente entre las variedades en estudio, debido a los factores genéticos, nutricionales o climáticos.

En la tabla 63, se observa la interacción D x V, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación

**Tabla 63.** Interacción densidad (D) x variedad (V) para longitud de entre nudos (120 días)

Clave	D1	D2	PROM.
(D) Dentro(V1)	18.7	18.09	18.40
(D) Dentro(V2)	19.77	21.52	20.65
(D) Dentro(V3)	17.7	19.35	18.53
Prom.	18.72	19.65	

En la figura 23, se observa claramente que la densidad de siembra (D) en relación a las variedades de maíz (V) tienen un comportamiento diferente en área foliar de hoja a los 120 días de evaluación, es decir, tienen diferentes longitudes de entre nudos, destacando la D2 en relación a la D1, mientras que V2 y V3 tuvieron mayor longitud de entre nudos, donde destaca la variedad V2 tuvo mayor longitud de entre nudos en relación a las demás variedades a los 120 días de evaluación.



**Figura 23.** Interacción del factor Densidad dentro de Variedad sobre longitud de entre nudos.

**Tabla 64.** Análisis de varianza de efectos simples para la interacción (D) x (V), para longitud de entre nudos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
(D) dentro de V1	1	0.564267	0.564267	2.35	4.96	10.04	n.s.
(D) dentro de V2	1	4.593750	4.593750	19.10	4.96	10.04	**
(D) dentro de V3	1	4.067267	4.067267	16.91	4.96	10.04	**
(V) dentro de D1	2	6.388467	3.194233	13.28	4.10	7.56	**
(V) dentro de D2	2	18.055356	9.027678	37.54	4.10	7.56	**

Observando la tabla 64, la interpretación de la prueba de efectos simples



interacción densidad de siembra (D) por variedades de maíz (V), para longitud de entre nudos a los 120 días de evaluación, sería de la siguiente forma:

- a. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V1), No se encontró diferencia estadística significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la variedad de maíz V1, debido a que la  $F_c < F_t 0.05$ , es decir que no existe diferencias en longitud de entre nudos con respecto a la variedad de maíz V1, esto indica que la variedad de maíz V1 en longitud de entre nudos tiene un comportamiento similar respecto a las variedades de maíz V2 y V3.
- b. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V2), Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la variedad de maíz V2, debido a que la  $F_c < F_t 0.05$ , es decir que existe diferencias en longitud de entre nudos de hoja con respecto a la variedad de maíz V2, esto indica que la variedad de maíz V2 en longitud de entre nudos tiene un comportamiento diferente respecto a las variedades de maíz V1 y V3.
- c. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V3), Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la variedad de maíz V3, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en longitud de entre nudos de hoja con respecto a la variedad de maíz V3, esto indica que la variedad de maíz V3 en longitud de entre nudos tiene un comportamiento diferente respecto a las variedades de maíz V1 y V2.
- d. Variedad de maíz (V) dentro de la densidad de siembra (D1), Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las variedades de maíz V1,



V2 y V3 bajo la densidad de siembra D1, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en longitud de entre nudos con respecto a la densidad de siembra D1, esto indica que la densidad de siembra D1 en longitud de entre nudos tiene un comportamiento diferente respecto a la densidad de siembra D2.

- e. Variedad de maíz (V) dentro de la densidad de siembra (D2), Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las variedades de maíz V1, V2 y V3 bajo la densidad de siembra D2, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en longitud de entre nudos de hoja con respecto a la densidad de siembra D2, esto indica que la densidad de siembra D2 en longitud de entre nudos tiene un comportamiento diferente respecto a la densidad de siembra D1.

En la tabla 65, se observa la prueba de Tukey para la interacción D x V, en donde la densidad D2 con la V2 tuvo mayor longitud de entre nudos con 21.52 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de la D1 con la V2 con 19.77 cm, la D2 con la V3 tuvo 19.35 cm, la D1 con la V1 con 18.70 cm, los cuales estadísticamente son similares; en último lugar se ubica la D1 con la V3 con menor longitud de entre nudos de 17.70 cm.

**Tabla 65.** Tabla. Prueba de Tukey para interacción (D) x (V) sobre longitud de entre nudos.

Orden de Merito	Densidad	Variedad	Longitud de Entrenudos (cm)	SIG $\leq 0.05$
1	D2	V2	21.52	a
2	D1	V2	19.77	b
3	D2	V3	19.35	b c
4	D1	V1	18.70	b c d
5	D2	V1	18.09	c d
6	D1	V3	17.70	d

#### 4.1.5 Rendimiento de forraje verde.

En la tabla 66, se observa el análisis de varianza para rendimiento de forraje verde, en donde se observa que, para los bloques, no existe diferencia estadística significativa, indicando que existe similitud en rendimiento de forraje verde entre bloques; para el factor Densidad de siembra (D), existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual da a conocer que hay diferencias en rendimiento de forraje verde por efecto de las densidades de siembra; para el factor variedad (V), existe diferencias estadísticas altamente significativas, dando a entender que existe diferencias en rendimiento de forraje verde por efecto de las variedades; en la interacción de D x V, existe diferencias estadísticas significativas, entendiéndose que los factores actúan de forma dependiente sobre rendimiento de forraje verde; además el coeficiente de variación igual a 0.92 % indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 2003).



**Tabla 66.** Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde

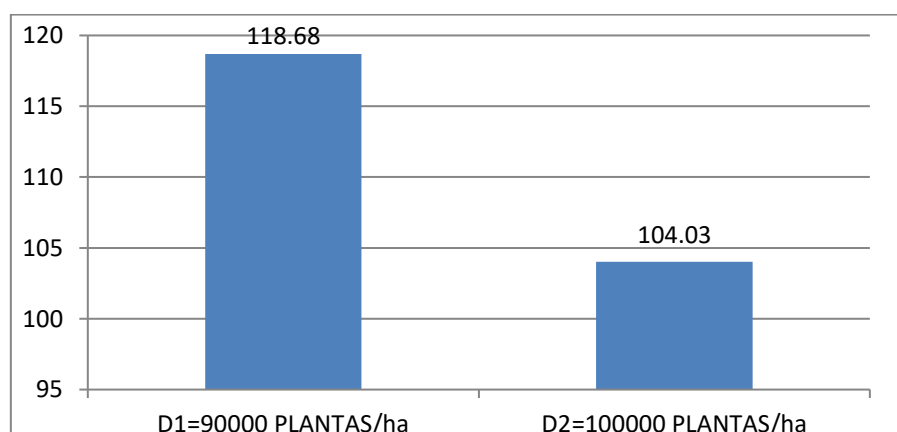
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	1.6773444	0.8386722	0.80	4.10	7.56	n.s.
Densidad (D)	1	966.0942722	966.0942722	919.24	4.96	10.04	**
Variedad (V)	2	763.5034111	381.7517056	363.24	4.10	7.56	**
D x V	2	206.8696778	103.4348389	98.42	4.10	7.56	**
Error	10	10.509722	1.050972				
TOTAL	17	1948.654428					

CV=0.92%      X=111.36

En la tabla 67, se observa la prueba Tukey para factor densidad de siembra sobre rendimiento de forraje verde, donde se visualiza que la D1 obtuvo mayor rendimiento de forraje verde con 118.68 tn/ha, el cual fue estadísticamente superior a la D2 con 104.03 tn/ha.

**Tabla 67.** Prueba de Tukey para factor densidad de siembra sobre rendimiento de forraje verde.

Orden de Merito	Densidad de Siembra	Promedio Rendimiento de Forraje Verde (t/ha)	P≤0.05
1	D1	118.68	a
2	D2	104.03	b



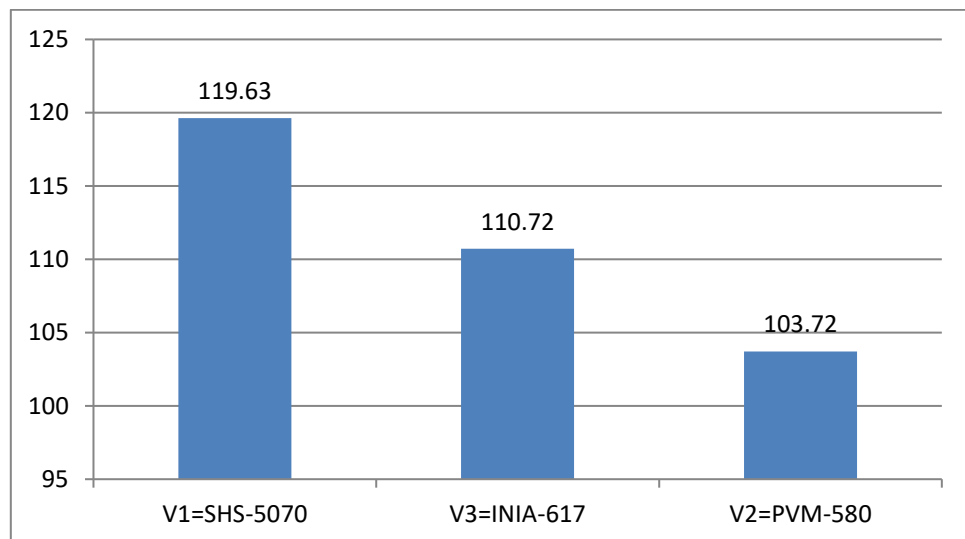
**Figura 24.** Rendimiento de forraje verde por efecto de la densidad de siembra.

En la tabla 68, se observa la prueba de Tukey para factor variedad sobre rendimiento de forraje verde, en donde se visualiza que la variedad V1 obtuvo

mayor rendimiento de forraje verde con 119.63 t/ha como promedio, el cual estadísticamente fue superior a las V3 y V2 con 110.72 y 103.72 t/ha en promedio respectivamente.

**Tabla 68.** Prueba de Tukey para factor variedad sobre rendimiento de forraje verde.

Orden de Merito	Variedades	Promedio de Rendimiento de Forraje Verde (t/ha)	P≤0.05
1	V1	119.63	a
2	V3	110.72	b
3	V2	103.72	c



**Figura 25.** Rendimiento de forraje verde en variedades de maíz.

Los resultados obtenidos son ligeramente similares a lo reportado por Alviz (2015), quien obtuvo diferencias estadísticas a los 122 días de evaluación con rendimientos menores que va desde 76.83 a 109.19 t/ha en cultivares de maíz bajo las condiciones climatológicas de Cusco; estos resultados nos indican que un cultivo tiene un grado de adaptabilidad diferente entre las variedades en estudio, debido a los factores genéticos, de

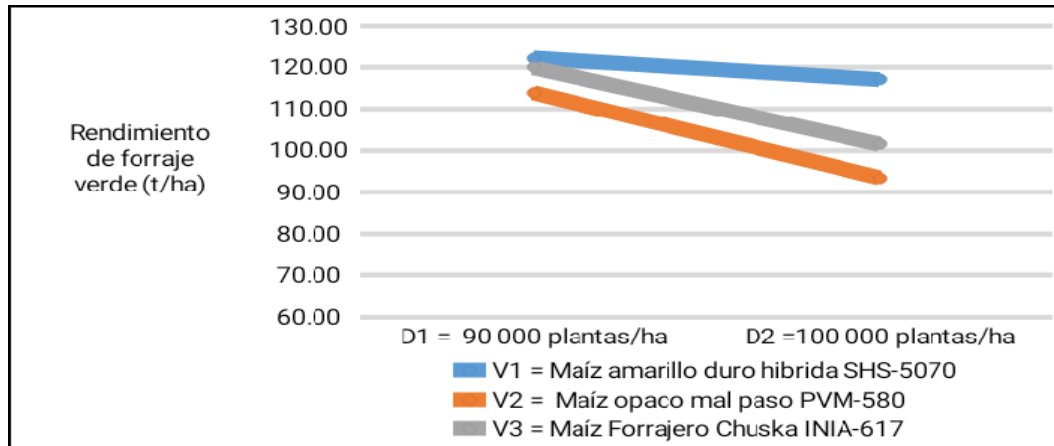
fertilidad del suelo y de los aspectos ambientales.

En la tabla 69, se observa la interacción D x V, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación:

**Tabla 69.** Interacción densidad (D) x variedad (V) para rendimiento de forraje verde.

Clave	D1	D2	PROM.
(D) Dentro (V1)	122.2	117.06	119.63
(D) Dentro (V2)	113.93	93.5	103.72
(D) Dentro (V3)	119.91	101.53	110.72
Prom.	118.68	104.03	

En la figura 26, se observa claramente que la densidad de siembra (D) en relación a las variedades de maíz (V) tienen un comportamiento diferente en rendimiento de forraje verde de hoja a los 120 días de evaluación, es decir, tienen diferentes rendimiento de forraje verde, destacando la densidad de siembra D1 en relación a la densidad de siembra D2, mientras que en las variedades de maíz, la variedad V1 y V3 tuvieron mayor longitud de entre nudos, donde destaca la variedad V1 tuvo mayor rendimiento de forraje verde en relación a las demás variedades de maíz.



**Figura 26.** Interacción del factor Densidad dentro de Variedad sobre rendimiento de forraje verde.

**Tabla70.** Análisis de varianza de efectos simples para la interacción (D) x (V), para rendimiento de forraje verde.

F.V.	G.F.	S.C.	C.M.	FC	FT 0.05	Ft 0.01	SIG.
(D) Dentro de V1	1	39.578017	39.578017	37.66	4.96	10.04	**
(D) Dentro de V2	1	626.281667	626.281667	595.91	4.96	10.04	**
(D) Dentro De V3	1	507.104267	507.104267	482.51	4.96	10.04	**
(V) Dentro de D1	2	109.327022	54.663511	52.01	4.10	7.56	**
(V) Dentro de D2	2	861.046067	430.523033	409.64	4.10	7.56	**

Observando la tabla 70, la interpretación de la prueba de efectos simples interacción densidad de siembra (D) por variedades de maíz (V), para rendimiento de forraje verde, sería de la siguiente forma:

- a. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V1), Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la variedad de maíz V1, debido a que la  $F_c < F_t 0.05$  y  $F_c < F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en rendimiento de forraje verde con respecto a la variedad de maíz V1, esto indica que la variedad de maíz V1 en rendimiento de forraje verde tiene un comportamiento diferente respecto a las



variedades de maíz V2 y V3.

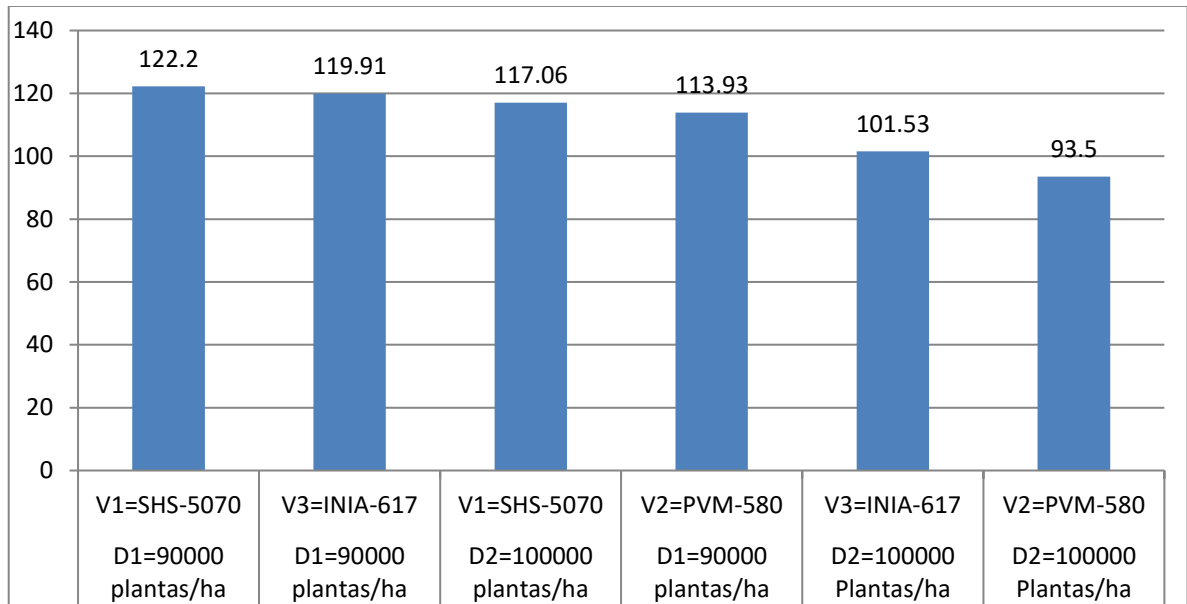
- b. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V2), Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la V2, debido a que la  $F_c < F_t 0.05$  y  $F_c < F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en rendimiento de forraje verde con respecto a la V2, esto indica que la V2 en rendimiento de forraje verde tiene un comportamiento diferente respecto a las V1 y V3.
- c. Densidad de siembra (D) dentro de variedad de maíz (V3), Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las densidades de siembra D1 y D2 bajo la V3, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en rendimiento de forraje verde con respecto a la V3, esto indica que la V3 en rendimiento de forraje verde tiene un comportamiento diferente respecto a las V1 y V2.
- d. Variedad de maíz (V) dentro de la densidad de siembra (D1), Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre las V1, V2 y V3 bajo la D1, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en rendimiento de forraje verde con respecto a la D1, esto indica que la D1 en rendimiento de forraje verde tiene un comportamiento diferente respecto a la D2.
- e. Variedad de maíz (V) dentro de la densidad de siembra (D2), Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre V1, V2 y V3 bajo la D2, debido a que la  $F_c > F_t 0.05$  y  $F_t 0.01$ , es decir que existe diferencias en rendimiento de forraje verde con respecto a la D2, esto indica que la D2 en rendimiento verde tiene un comportamiento diferente respecto a la D1. En la



tabla 71, se observa la prueba de Tukey para la interacción del factor densidad de siembra x variedad sobre rendimiento de forraje verde, en donde se visualiza que el tratamiento conformado por la D1 y V1 obtuvo mayor rendimiento de forraje verde con 122.20 t /ha como promedio, seguido el tratamiento D1 y V3 obtuvo un rendimiento de forraje verde con 119.91 t /ha como promedio los cuales estadísticamente son similares, seguido del tratamiento conformado por la D2 y V1 con un rendimiento de forraje verde con 117.06 t /ha como promedio, todos superiores al tratamiento conformado por la D2 y V2 con 93.50 t /ha en promedio con menor rendimiento de forraje verde.

**Tabla 71.** Prueba de Tukey para la interacción del factor densidad de siembra x variedad sobre rendimiento de forraje verde.

<b>Orden Merito</b>	<b>Densidad de Siembra</b>	<b>Variedades</b>	<b>Promedio de Rendimiento de Forraje Verde (t/ha)</b>	<b>P≤0.05</b>
1	D1=90000 plantas/ha	V1=SHS-5070	122.20	a
2	D1=90000 plantas/ha	V3=INIA-617	119.91	a b
3	D2=100000 plantas/ha	V1=SHS-5070	117.06	b
4	D1=90000 plantas/ha	V2=PVM-580	113.93	c
5	D2=100000 Plantas/ha	V3=INIA-617	101.53	d
6	D2=100000 Plantas/ha	V2=PVM-580	93.50	c

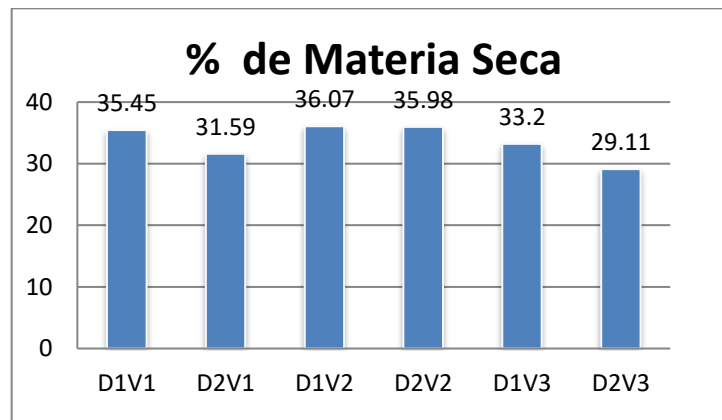


**Figura 27.** Rendimiento de forraje verde en variedades de maíz.

Fuente. Elaboración propia.

Santillán (2015), obtuvo resultados diferentes al presente trabajo, reportando rendimientos de forraje verde de 51.27 t /ha y 47.08 t /ha en los tratamientos conformados de la variedad marginal con arreglo de siembra de 13 cm entre plantas y 1 m entre surcos y la variedad chuska INIA-617-617 con arreglo de siembra de 13 cm entre plantas y 1m entre surcos respectivamente. En cambio, Vásquez (2019), obtuvo resultados ligeramente similares al presente trabajo, en donde con la densidad de plantas de 111 111 plantas/ha tuvo mayores rendimientos sobre las variedades de maíz, donde la variedad EXP-05 obtuvo 110.90 t/ha, la variedad PM-213 con 109.15 t/ha, y la variedad INIA-617 con 101.83 t/ha; mientras que la densidad de siembra de 88 889 plantas/ha tuvo menores rendimientos con 97.44 t /ha en la variedad EXP-05, 93.94 t/ha en la variedad PM-213 y INIA-617 con 90.06 t/ha; estas diferencias obviamente se deben a las características genéticas de los cultivares en estudio, además de la zona de estudio y las características medio ambientales.

#### 4.1.6 Porcentaje de materia seca (%M.S.)

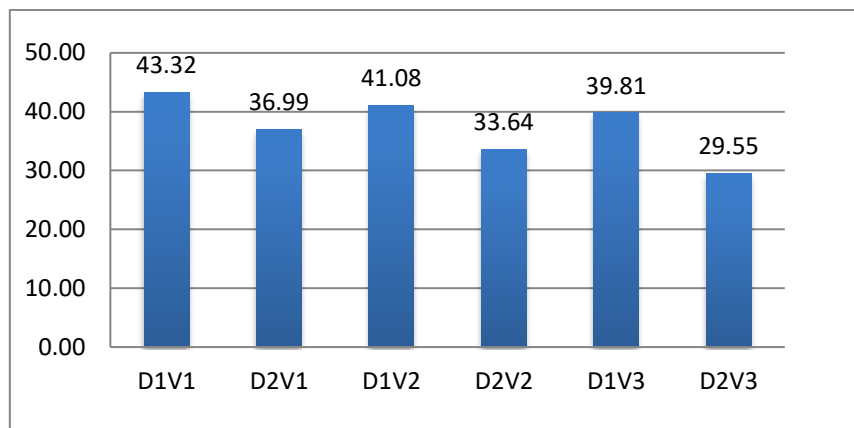


**Figura 28.** Porcentaje de materia seca en toneladas por hectárea

Zaragoza (2019), Detalla sus resultados de 12 unidades experimentales en rendimiento de porcentaje de materia seca registrado en Valles altos de México en Cuautitlán fue 40.4%, donde afirma que está dentro del límite recomendable para el proceso de ensilaje en una fase avanzada de madurez lo que influyó en una mayor acumulación de materia seca. Este resultado al compararlo nos avala con confiabilidad en cuanto al rendimiento de materia seca como muestra en la figura 28 de los seis tratamientos donde la D1V1 con 35.45 % de M.S., D2V1 con 31.59 % de M.S., D1V2 con 36.07 % de M.S. D2V2 con 35.98 %M.S., D1V3 con 33.2 % M.S. y D2V3 con 29.11 % de M.S., con menor rendimiento.



#### 4.1.7 Rendimiento de forrajero en materia seca (t/ha)



**Figura 29.** Rendimientos de materia seca de los tratamientos.

En la figura 29 se muestra los rendimientos de materia seca donde se observa con mayor rendimiento la D1V1 con 43.32 t/ha. Y como también con menor rendimiento el tratamiento de D2V3 con 29.55 t/ha.

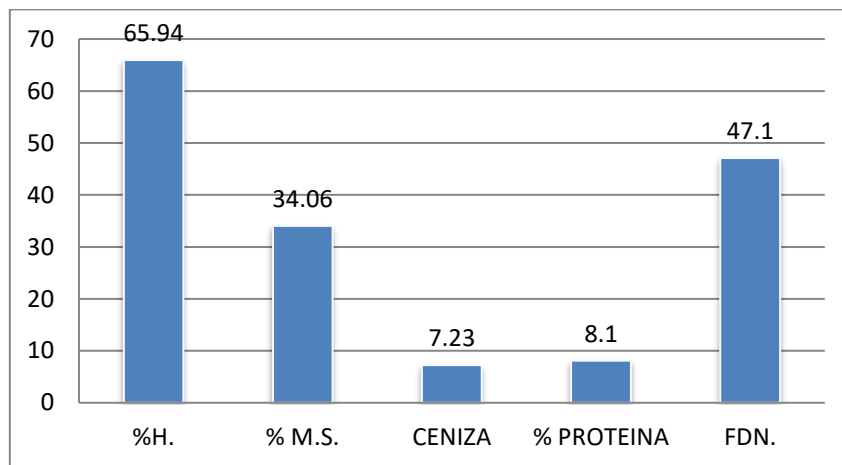
Collazos, Neri y Huamán, (2018). también nos avala Encontrando tendencias similares con nuestro trabajo realizado, ellos mencionan sobre rendimiento de materia seca en estado ampolla y lechoso, el tratamiento PMX-5 presentó los valores más altos de rendimiento de materia seca con 72,675 t/ha.

#### 4.1.8 Ensilaje y Valor nutritivo.

Mena, F. (2010) obtuvo resultados ligeramente similares al presente trabajo, reportando en su trabajo de evaluación de cuatro híbridos de maíz forrajero de 39G12, Andor, Delitop y Tango con promedio en proteína bruta de 7.66 % respectivamente en fibra detergente neutra (FND) un promedio de 48.35 % en la evaluación de composición nutricional de ensilado.

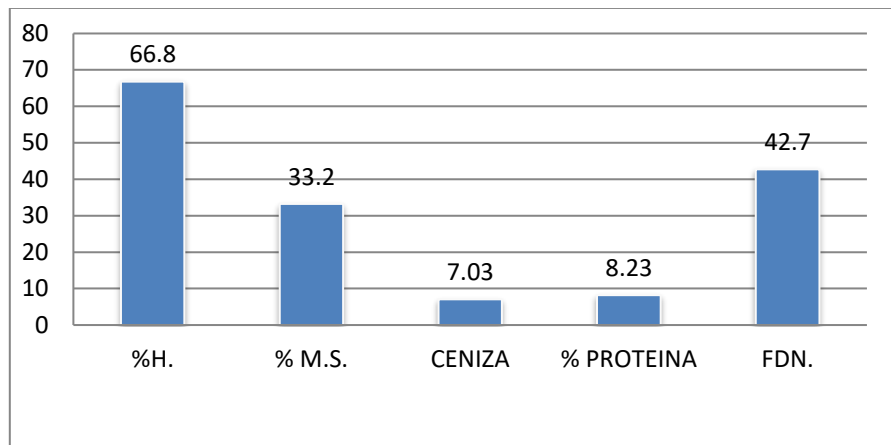
Estos resultados evidencian que tanto la variedad y densidad poblacional de siembra al procesar forraje verde como ensilaje, tienen efecto

comparativo en el valor nutricional de cada tratamiento, Según las figuras de numero 30 a 35, muestran sus valores obtenidas, donde resalta con mayor porcentaje de fibra detergente neutra es el tratamiento D2V2 con 49.74 % a diferencia con menor porcentaje fue el tratamiento D1V3 con 42.3 %. En cuanto a porcentaje de proteína cruda fue el tratamiento D2V1 con mayor porcentaje de 8.23 % y con menor porcentaje fue el tratamiento D2V3 con 7.13 %.



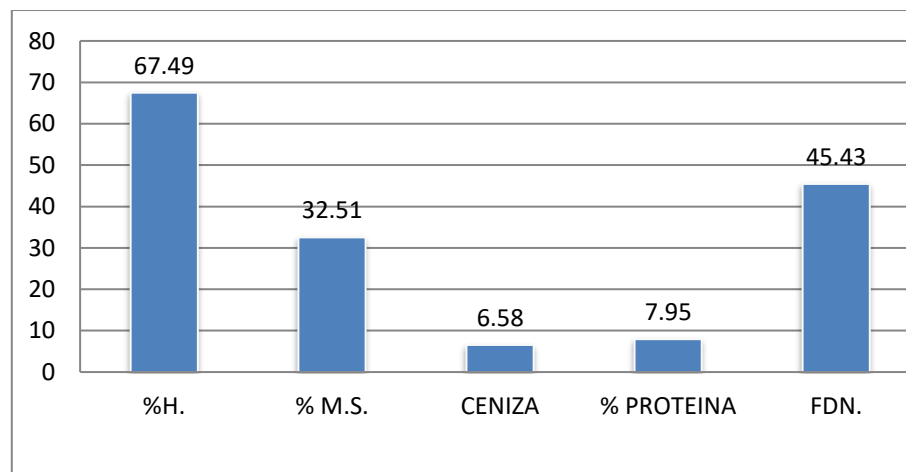
**Figura 30** Análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje de D1V1.

En la figura 30 se observa el análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje del tratamiento D1V1 con un porcentaje de humedad de 65.94 %, materia seca 34.06 %, ceniza 7.23 %, porcentaje de proteína cruda de 8.1 % y su fibra detergente neutra (FDN) con 47.1 %.



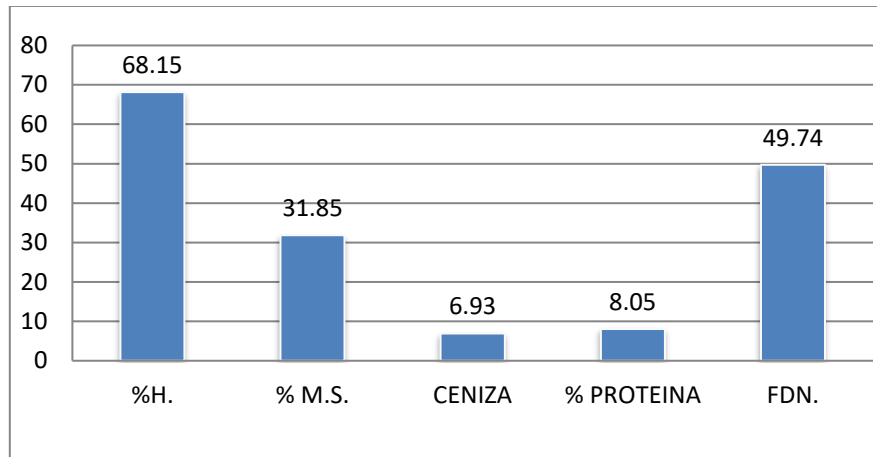
**Figura 31** análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje de D2V1.

En la figura 31 se observa el análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje del tratamiento D2V1 con un porcentaje de humedad de 66.8 %, materia seca 33.2 %, ceniza 7.03 %, con un porcentaje de proteína cruda de 8.23 % y su fibra detergente neutra (FDN) con 42.7 %.



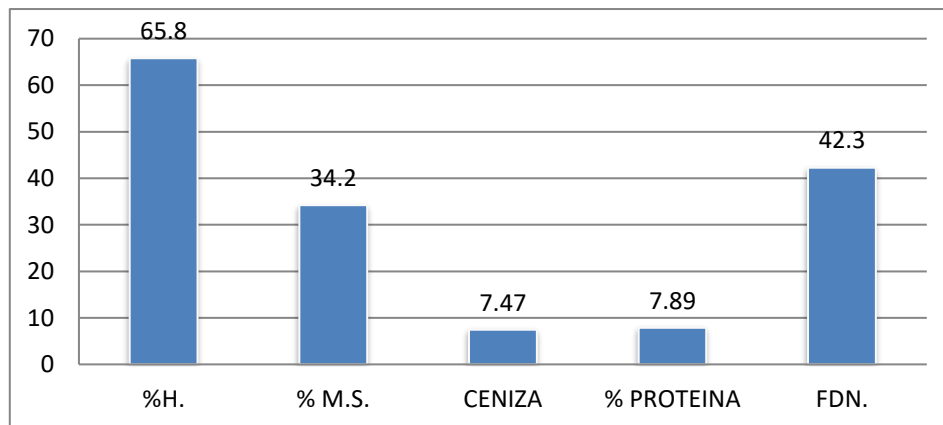
**Figura 32** análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje de D1V2.

En la figura 32 se observa el análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje del tratamiento D1V2 con un porcentaje de humedad de 67.49 %, materia seca 32.51 %, ceniza 6.58 %, con un porcentaje de proteína cruda de 7.95 % y su fibra detergente neutra (FDN) con 45.43 %.



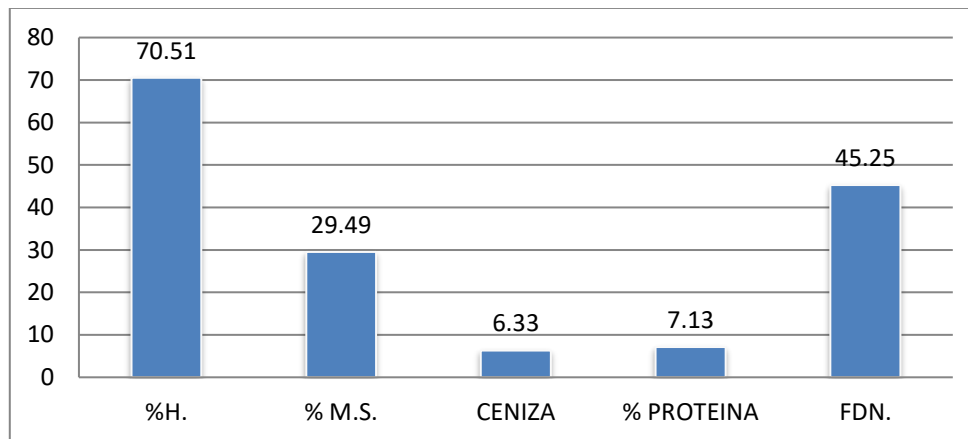
**Figura 33** análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje de D2V2.

En la figura 33 se observa el análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje del tratamiento D2V2 con un porcentaje de humedad de 68.15 %, materia seca 31.85 %, ceniza 6.93 %, con un porcentaje de proteína cruda de 8.05% y su fibra detergente neutra (FDN) con 49.74 %.



**Figura 34** análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje de D1V3.

En la figura 34 se observa según el análisis en laboratorio de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje del tratamiento D1V3 con un porcentaje de humedad de 65.8 %, materia seca 34.2 %, ceniza 7.47, con un porcentaje de proteína cruda de 7.89 % y su fibra detergente neutra (FDN) con 42.3 %



**Figura 35** análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje de D2V3.

En la figura 41 se observa el análisis de proteína cruda y fibra detergente neutra de ensilaje del tratamiento D2V3 con un porcentaje de humedad de 70.51 %, materia seca 29.49 %, ceniza 6.33 %, con un porcentaje de proteína cruda de 7.13 % y su fibra detergente neutra (FDN) con 45.25 %.

#### **4.2 COSTO DE PRODUCCIÓN Y EL ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE CULTIVO DE MAÍZ HÍBRIDO CON FINES FORRAJEROS**

En los anexos 7, 8, 9, 10, 11 y 12, se observa que todos los tratamientos en estudio presentaron similar costo total S/. 6932.10 soles, debido a que presentaron la misma inversión en utilización de insumos durante la conducción del cultivo. Pero, se tuvo variaciones en el rendimiento de biomasa verde, lo cual generó diferentes utilidades netas. El precio de venta del forraje verde fue de S/. 0.13 soles por cada tratamiento.

Referente a las ganancias netas, el tratamiento T1 (D1 = 90 000 plantas/ha más V1 = Maíz amarillo duro híbrida SHS-5070 tuvo una ganancia de S/. 8 953.90 soles, con una rentabilidad del 129.17 % y una relación B/C de 2.3, lo cual indica que por cada sol invertido se gana S/. 1.29 soles; seguido del tratamiento T5 (D1 = 90 000 plantas/ha de V3 = Maíz Forrajero Chuska INIA-617 con una ganancia de S/.



8 656.90 soles, con una rentabilidad del 124.87% y una relación B/C de 2.25, lo cual indica que por cada sol invertido se gana S/. 1.25 soles; mientras que el tratamiento T2 (D2 = 100 000 plantas/ha más V1 = Maíz amarillo duro híbrida SHS-5070 tuvo una ganancia de S/. 8285.70 soles, con una rentabilidad del 119.17 % y una relación B/C de 2.20, lo cual indica que por cada sol invertido se gana S/. 1.20 soles. El tratamiento con menor ganancia es T4 (D2 = 100 000 plantas/ha más V2 = Maíz opaco mal paso PVM-580 tuvo una ganancia de S/. 5 222.90 soles, con una rentabilidad del 75.34 % y una relación B/C de 1.75, lo cual indica que por cada sol invertido se gana S/. 0.75 soles.



## V. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. En los rendimientos de biomasa verde, la densidad D1 tuvo mayor rendimiento con 118.68 t/ha respecto a la D2 que tuvo 104.03 t/ha; en variedad, el mayor rendimiento fue mostrado por la V1 con 119.63 t/ha y menor rendimiento obtuvo la V2 con 103 t/ha y respecto a las interacciones, el mayor rendimiento fue para el tratamiento D1V1 con 122.2 t/ha y menor para el tratamiento D2V2 con 93.50 t/ha.
2. En cuanto a los costos de producción, los seis tratamientos en estudio presentaron similar costo total S/. 6932.10 debido a que se utilizó la misma inversión. El rendimiento de biomasa verde generó diferentes utilidades netas con precio de venta de S/. 0.13; en rentabilidad y relación B/C, la D1V1 tuvo mayor ganancia de S/. 8 953.90, con una rentabilidad del 129.17% y una relación B/C de 2.3, lo cual indica que, por cada sol invertido se gana S/. 1.29 y la D2V2 tuvo la menor ganancia de S/. 522.9, con una rentabilidad del 75.34% y una relación B/C de 1.8, lo cual indica, que por cada sol invertido se gana S/. 0.75 soles.



## VI. RECOMENDACIONES

Para las condiciones en que se realizó el presente trabajo de investigación, se recomienda:

1. Por tener resultados obtenidos mayores, en base a su rendimiento forrajero, se recomienda cultivar utilizando tecnologías de riego por goteo, la variedad Maíz amarillo duro híbrida SHS-5070 a una densidad de siembra de 90 000 plantas/ha por su gran respuesta en su desarrollo. Así mismo seguir realizando trabajos de investigación empleando en otras épocas del año. Para ampliar la información sobre el comportamiento de la variedad evaluada.
2. Se recomienda utilizar la similla de maíz forrajero SHS-5070 por tener mayor rendimiento en forraje verde por lo que genera mayor ganancia económica, mayor rentabilidad y mayor costo beneficio.





## VII. REFERENCIAS

- Alviz, L. (2015). *Adaptabilidad de cuatro cultivares de maíz (Zea mays L.) Con fines forrajeros en condiciones del centro de producción y capacitación granja la perla "La Perla" humbivilcas-Cusco*. UNSA-Arequipa-Perú.  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/381/M-21589.pdf>.
- Argote, M. (2018). *Análisis espacio-temporal del vigor y área foliar de maíz forrajero (Zea mays L.) cv. INIA 617- Chuska con tres dosis de nitrógeno mediante imágenes infrarrojas aerotransportadas*. UNSA-Perú.
- Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa [APPRESID], (1999). *Publicación Técnica de Cultivos*. Revisado el 10 de mayo de 2021.
- Beingolea, L. (1979). *Producción de semilla mejorada del maíz por el PCIMAPROSEM. Simposio Nacional del Maíz. Universidad Nacional del Altiplano*.
- Bidwell, R. (1979). *Fisiología Vegetal*. México: AGT Editor, S.A  
<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/fisiologiavegetalbidwell.pdf>.
- Castillo, J. (2018). *Comportamiento agronómico de once accesiones de maíz amiláceo altiplánico (Zea mays L.) bajo condiciones del Distrito de Tiabaya, Arequipa*. UNSA-Perú. 2018.
- Charalla, H. (2019). *Caracterización agronómica y rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (Zea Mays L.) en San Pedro- Santa Ana-La Convención Cusco*. UNSAAC-Perú. 2019.  
[http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/3825/253T20190134\\_TC.pdf](http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/3825/253T20190134_TC.pdf).
- Choque, J. (2005) *Producción y Manejo de especies forrajeras*, Texto Universitario UNA, Puno-Perú. 2005.



- Collazos, R., Neri, J. C., Huamán, E., & Juárez, L. (2018). *Cultivo de maíz forrajero (Zea Mays L.) en el distrito de Molinopampa-Chachapoyas-Amazonas*. Revista Investigación en Agroproducción. <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/400/519>.
- De la Cruz, J. (2013). *Fraccionamiento denitrógeno en dos densidades de siembrade maíz amarillo duro (Zea mays L.)*. En la localidad la Molina. Universidad Nacional Agraria La Molina-Perú. 2013. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1961/F01-C794-T.pdf>.
- FAO. (2009). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación*, Roma - Italia. <http://www.fao.org/3/i0680s/i0680s.pdf>.
- Fixen, P., & García, F. (2006). *Decisiones efectivas en el manejo de nutrientes... mirando más allá de la próxima cosecha. Informaciones Agronómicas del Cono Sur*. Gerencia Regional de Arequipa.
- Gerencia Regional de Agricultura Arequipa, (2017). *Estadísticas Gerencia Regional de Agricultura Arequipa*. <http://www.agroarequipa.gob.pe/index.php/agricol/a> (Gerencia Regional de Agricultura Arequipa).
- Gonzáles, H. (2016). *Clorantraniliprole (Coragen SC) en el control del Gusano picador de plantas tiernas en cultivo de maíz forrajero (Zea mays L.)*. Irrigación- Majes-Arequipa. UNSA-Perú. 2016. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7231>
- INIA, (2007). *Manual para caracterización in situ de cultivos nativos. Conceptos y Procedimientos. Proyecto Conservación In Situ de Cultivos Nativos y sus Parientes*, Lima-Perú. 2007.



- INPOFOS, (2006). *Como se desarrolla una planta. Cono sur potash and phosphate Institute. Universidad de ciencias y tecnología del estado de Iowa, 5*. Lima: BancoAgrario del Perú. 2006.
- López, L. (1991) *Cultivos Herbáceos. Cereales (Vol. 1)*. Madrid-España: Ediciones Mundi Prensa. 1991.
- M.Fortis, Leos, Preciado y A. García, (2009). *Aplicación de abonos orgánicos en la producción de Maíz forrajero con riego por goteo*. Artículo científico (DICEA), Universidad Autónoma Chapingo-México.
- Macuri, (2016). “*Estudio de la diversidad fenotípica del maíz (Zea mays L.) En la sierra baja y media del Perú*”: tesis universitaria UNALM-LIMA-PERU.
- Manrique, A. (1988). *El maíz en el Perú. Fondo de promoción de la cultura agraria*.Mc Donald, P (2002). *Nutrición animal. 7ma edición*, pg-463.,
- Mena, F. (2010). *Evaluación de 4 híbridos de maíz forrajero (Zea mays L.) En la comuna de Futrono*. Universidad Austral de Chile- Valdivia.
- MINAG•OEEE. (2012). *Ministerio de agricultura y la oficina de estudios Económicos y Estadísticos, Cooperación de superficie nacional de campañas Agrícolas en el Perú*.
- Ministerio de Ambiente, (2019). *Senamhi*.
- Murga, R. (2014). *Manual Técnico de la producción de maíz INIA 617-Chuska con riego porgoteo*. Arequipa.
- Quispe, R. (2017). *Evaluación del potencial productivo de diez cultivares de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en condiciones de Santa Ana, la Convención Cusco*. Moquegua-Perú: Universidad José Carlos Mariátegui.



- R. León, A. Torres, E. Héctor, O. Fosado y F. Veliz, (2018). *Comportamiento productivo de maíz híbrido AGRI-104 en diferentes sistemas, Densidades de siembra y riego localizado*. Revista científica ESPAMCIENCIA para el agro de la UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI-ECUADOR.
- Ramírez, R. (2005). *Fertilización en el cultivo de maíz*. Lima Perú. Recuperado el 14 de septiembre del 2016. Disponible en:  
<http://www.corpmisti.com.pe>.
- Rimache, M. (2008) *Cultivo de maíz*. 1° Ed. Empresa editora Macro E.I.R.L. LIMA, Perú. 2008. 10•11, 32,34•35 pg.
- Roicer, Neira, Huamán y Del pilar, (2018). *Cultivo de maíz forrajero (Zea mays L.) en el distrito de Molinopampa-Chachapayas-Amazonas*. Artículo científico UNTRM-A.
- Salinas, R. (2015). *Mejoramiento poblacional de un compuesto de maíz morado (Zea Mays L.) CANAAN a 2735 m.s.n.m Ayacucho*. Ayacucho-Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal.
- Santillán, B. (2015). *Efecto dearreglos de siembra y variedades de maíz (Zea Mays L.) en el rendimiento forrajero, en la estación experimental de Huambo provincia Rodríguez de Mendoza*. Amazonas-Perú: Universidad Nacional Toribio.
- Urquiza, P. (1997). *Producción de once híbridos de maíz amarillo duro en zonas áridas*. Arequipa-Perú.
- Vásquez, J. (2019) *Adaptación de tres variedades de maíz amarillo (Zea mays L.) para forraje en condiciones de la localidad de la Molina*. Lima-Perú:  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4231/vasquez-oroya-jhair.pdf>.



Velásquez, R. (2006). *Experimentación agrícola*. Copias mimeografiadas. Universidad nacional del Altiplano, Puno -Perú.

Vilca, Y. (2010). *Determinación del rendimiento de forraje en cinco híbridos de maíz (Zea mays L.) en la irrigación 8 de diciembre- Ex Copare Tacna*. Tacna-Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Zaragoza, Tadeo y Espinosa, (2019). *Rendimiento y calidad de forraje de híbridos de maíz en valles Altos de México*. Artículo científico de la Universidad Autónoma de México.



## ANEXOS

### Anexo N° 1 Promedio de datos evaluados correspondientes a la primera evaluación a los 60 días.

D	V	REP	AP	NH	DT	LH	AH	AF
1	1	1	82.50	10.70	16.26	66.75	7.29	365.81
1	1	2	74.60	11.00	17.63	87.30	8.57	433.58
1	1	3	95.50	11.20	20.85	73.30	7.62	421.24
1	2	1	103.70	10.00	19.65	82.20	6.63	413.16
1	2	2	106.80	10.40	22.23	88.60	7.39	491.21
1	2	3	140.20	11.00	23.22	86.90	7.62	496.59
1	3	1	70.90	10.00	15.15	60.30	5.98	268.29
1	3	2	80.70	10.30	16.34	67.10	6.51	326.46
1	3	3	101.00	10.10	22.06	77.40	7.82	460.09
2	1	1	83.30	9.40	20.40	71.30	7.39	398.71
2	1	2	64.00	8.40	14.63	59.90	6.80	309.63
2	1	3	74.20	10.30	18.16	71.00	7.79	415.38
2	2	1	105.70	9.80	21.78	83.10	6.75	418.58
2	2	2	94.00	9.60	20.61	83.10	6.58	412.22
2	2	3	98.50	9.00	20.29	79.60	6.30	377.42
2	3	1	73.40	9.10	15.67	65.70	6.08	300.04
2	3	2	84.40	9.00	18.46	67.80	7.87	402.86
2	3	3	79.50	10.00	17.70	72.40	6.89	377.93

D = Densidad de siembra.

V= Variedades de maíz (SHS•5070,

PVM•580 Yinia 617).REP= Repeticiones.

AP= Altura De Planta(Cm), NH=Número de hojas (Und), DT= Diámetro de tallo (mm),LH= Longitudde la hoja (cm) , AH= Ancho de la hoja (cm) , AF=Área Foliar (Cm2).



**Anexo N° 2 Promedio de datos evaluados correspondientes a la segunda evaluación a los 90 días.**

DEN	VAR	REP	AP	NH	DT	LH	AH	AF	LN
1	1	1	220.20	15.30	23.72	94.70	9.12	648.02	16.25
1	1	2	213.70	14.60	23.08	94.90	9.54	679.19	17.01
1	1	3	223.20	14.80	24.24	98.60	10.78	797.83	18.60
1	2	1	280.70	14.70	20.38	105.00	7.48	593.24	22.50
1	2	2	299.50	16.00	21.26	104.50	7.91	619.58	23.30
1	2	3	303.00	15.80	21.32	106.60	8.02	641.35	24.20
1	3	1	240.00	14.00	23.30	100.40	9.93	748.00	18.70
1	3	2	257.70	13.80	22.84	97.20	9.56	694.86	22.58
1	3	3	254.30	15.20	22.45	100.40	9.50	714.12	19.75
2	1	1	205.20	14.30	22.63	102.60	10.06	771.36	16.40
2	1	2	213.20	14.60	21.18	231.58	92.90	8.66	18.40
2	1	3	233.70	15.70	24.64	104.40	10.37	810.65	18.70
2	2	1	259.90	14.50	22.80	110.20	8.39	693.63	23.65
2	2	2	250.20	15.70	24.05	97.30	7.26	589.96	21.75
2	2	3	267.60	15.30	23.74	105.00	8.29	653.40	22.00
2	3	1	208.90	14.00	22.82	92.30	9.75	674.14	18.75
2	3	2	237.70	14.80	32.14	94.30	9.85	698.75	24.00
2	3	3	214.00	14.70	21.99	96.70	9.17	666.10	18.00

D = Densidad de siembra, V= Variedades de maíz (SHS-5070, PVM-580 ,INIA-617), REP= Repeticiones, AP= Altura De Planta (Cm), NH=Número de hojas (Und), DT= Diámetro de tallo(mm), LH= Longitudde la hoja (cm) , AH= Ancho de la hoja (cm) , AF=Área Foliar (Cm2), LN=longitudde entre nudos



**Anexo N° 3 Promedio de datos evaluados correspondientes a la tercera evaluación a los 120 días.**

DEN	VAR	REP	AP	NH	DT	LH	AH	AF	LN	RF
1	1	1	256.60	14.40	26.94	109.80	10.26	845.27	18.10	123.05
1	1	2	253.70	14.40	26.92	108.30	10.35	841.31	19.20	121.42
1	1	3	253.10	14.30	27.27	109.90	10.31	850.25	18.80	122.13
1	2	1	289.80	15.40	26.42	97.10	10.02	729.03	19.60	114.23
1	2	2	290.80	16.20	26.52	100.30	9.69	729.65	19.50	113.13
1	2	3	292.30	16.30	26.56	99.50	9.42	702.77	20.20	114.44
1	3	1	278.00	15.50	25.42	105.60	10.62	839.81	17.71	120.57
1	3	2	286.70	15.30	26.54	105.50	11.25	888.61	17.75	120.01
1	3	3	283.70	15.20	26.57	106.70	10.59	848.72	17.65	119.16
2	1	1	247.20	15.30	25.06	101.40	10.87	827.33	18.36	115.85
2	1	2	251.80	15.30	25.41	104.30	10.54	825.08	18.20	117.34
2	1	3	465.60	15.20	25.83	102.70	10.74	828.04	17.70	118.00
2	2	1	330.80	16.70	25.20	113.20	8.88	753.68	22.15	92.15
2	2	2	350.60	16.60	25.63	113.70	8.74	745.85	21.30	94.45
2	2	3	355.10	16.40	25.39	109.20	8.85	724.83	21.10	93.90
2	3	1	268.30	16.10	26.04	104.40	10.20	799.28	19.15	100.59
2	3	2	270.20	16.40	25.75	105.10	10.11	796.25	18.90	100.94
2	3	3	270.90	16.30	25.31	104.50	10.16	796.19	20.00	103.05

D = Densidad de siembra.

V= Variedades de maíz (SHS-5070, PVM-

580, INIA- 617). REP= Repeticiones.

AP= Altura De Planta (Cm), NH=Número de hojas (Und), DT= Diámetro de tallo (mm),LH= Longitud de la hoja (cm) , AH= Ancho de la hoja (cm) , AF=Área Foliar (Cm2). LN=longitud de entre nudos, RF= rendimiento de forraje verde.





**Anexo N° 4 Costo de producción del tratamiento de variedad SHS-5070 con la densidad 90000 plantas/ha.**

<b>Variedad</b>	<b>: SHS-5070</b>			
<b>Densidad</b>	<b>:90000 plantas/ha</b>			
<b>Rendimiento de forraje verde t/ha</b>	<b>:122.2</b>			

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
<b>Preparación de terreno</b>				<b>720</b>
Disco,polidisco,rigido,surcado	Hora	6	70	420
Estiércol	tonelada	2	150	300
<b>Siembra</b>				<b>371</b>
Similla	kg	35	10	350
Tratamiento de similla	Gr	175	0.12	21
<b>Fertilización</b>				<b>1781.1</b>
Urea (bolsa)	(Bolsa) 50 kg	6.3	65	409.5
Fosfato mono amónica	(Bolsa) 50Kg	3.6	108	388.8
Nitrato de potasio	(Bolsa) 25Kg	3.2	98	313.6
Nitrato de calcio	(Bolsa) 50Kg	1.2	101	121.2
Sulfato de magnesio	(Bolsa) 25Kg	3.6	30	108.0
Ácido fosfórico	(Bidón) 25Lt	2	220	440.0
<b>Riego</b>				<b>675</b>
Tarifa de agua	Año	0.5	150	75
Rollos de cinta de riego	Rollo	2	230	460
tubos de PVC 2"x3m	Unidad	10	14	140
<b>Control fitosanitario y de malezas</b>				<b>180</b>
Insecticida	Litro	3	30	90
Herbicida	Litro	3	30	90
<b>Mano de obra</b>				<b>1500</b>
Despaje y quema	Jornal	2	60	120
Extendido de cintas	Jornal	2	60	120
Siembra	Jornal	6	60	360
Riego	Jornal	5	60	300
Aplicación de fertilización	Jornal	3	60	180



Aplicación de Herbecidas	Jornal	1	60	60
Aplicación de Insecticida	Jornal	3	60	180
Deshierbo manual	Jornal	3	60	180
<b>Cosecha</b>				<b>675</b>
Corte, Picado. Transporte al silo	Hora/tractor	3	225	675
<b>Conservación de post cosecha</b>				<b>730</b>
Plástico	m2	135	4	540
Acondicionamiento de silo	Jornal	2	60	120
Compactado con tractor	Hora/tractor	1	70	70

<b>Costo total de producción</b>			
Costos Directos		S/.	<b>6632.1</b>
Costos indirectos		S/.	<b>300</b>
Costo Total		S/.	<b>6932.1</b>

<b>Ingresos</b>	
Rendimiento	<b>122200.0</b>
Precio unitario	0.13
Ingreso Total	<b>15886.0</b>

<b>Análisis Económico</b>	
Utilidad	<b>8953.9</b>
Rentabilidad	<b>129.17</b>
Beneficio/ costo	<b>2.3</b>



**Anexo N° 5 Costo de producción del tratamiento de variedad SHS-5070 con la densidad 100000 plantas/ha.**

<b>Variedad</b>	<b>: SHS-5070</b>
<b>Densidad</b>	<b>:100000 plantas/ha</b>
<b>Rendimiento de forraje verde t/ha</b>	<b>:117.06</b>

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
<b>Preparación de terreno</b>				<b>720</b>
Disco, polidisco, rígido, surcado	Hora	6	70	420
Estiércol	tonelada	2	150	300
<b>Siembra</b>				<b>371</b>
Similla	kg	35	10	350
Tratamiento de similla	Gr	175	0.12	21
<b>Fertilización</b>				<b>1781.1</b>
Urea	(Bolsa) 50kg	6.3	65	409.5
Fosfato mono amónica	(Bolsa ) 50Kg	3.6	108	388.8
Nitrato de potasio	(Bolsa) 25Kg	3.2	98	313.6
Nitrato de calcio	(Bolsa ) 50Kg	1.2	101	121.2
Sulfato de magnesio	(Bolsa ) 25Kg	3.6	30	108.0
Ácido fosfórico	(Bidón ) 25Lt	2	220	440.0
<b>Riego</b>				<b>675</b>
Tarifa de agua	Año	0.5	150	75
Rollos de cinta de riego	Rollo	2	230	460
tubos de PVC 2"x3m	Unidad	10	14	140
<b>Control fitosanitario y de malezas</b>				<b>180</b>
Insecticida	Litro	3	30	90
Herbicida	Litro	3	30	90
<b>Mano de obra</b>				<b>1500</b>
Despaje y quema	Jornal	2	60	120
Extendido de cintas	Jornal	2	60	120
Siembra	Jornal	6	60	360
Riego	Jornal	5	60	300
Aplicación de fertilización	Jornal	3	60	180
Aplicación de Herbicidas	Jornal	1	60	60



Aplicación de Insecticida	Jornal	3	60	180
Deshierbo manual	Jornal	3	60	180
<b>Cosecha</b>				<b>675</b>
Corte, Picado. Transporte al silo	Hora/tractor	3	225	675
<b>Conservación de post cosecha</b>				<b>730</b>
Plástico	m2	135	4	540
Acondicionamiento de silo	Jornal	2	60	120
Compactado con tractor	Hora/tractor	1	70	70

<b>Costo total de producción</b>			
Costos Directos		S/.	<b>6632.1</b>
Costos indirectos		S/.	<b>300</b>
Costo Total		S/.	<b>6932.1</b>

<b>Ingresos</b>	
Rendimiento	<b>117060.0</b>
Precio unitario	0.13
Ingreso Total	<b>15217.8</b>

<b>Análisis Económico</b>	
Utilidad	<b>8285.7</b>
Rentabilidad	<b>119.53</b>
Beneficio/ costo	<b>2.2</b>



**Anexo N° 6 Costo de producción del tratamiento de variedad PVM-580 con la densidad 90000 plantas/ha.**

<b>Variedad</b>	<b>PVM-580</b>
<b>Densidad</b>	<b>:90000 plantas/ha</b>
<b>Rendimiento de forraje verde t/ha</b>	<b>:113.93</b>

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
<b>Preparación de terreno</b>				<b>720</b>
Disco, polidisco, rígido, surcado	Hora	6	70	420
Estiércol	toneladas	2	150	300
<b>Siembra</b>				<b>371</b>
Similla	kg	35	10	350
Tratamiento de similla	Gr	175	0.12	21
<b>Fertilización</b>				<b>1781.1</b>
Urea	(Bolsa) 50kg	6.3	65	409.5
Fosfato mono amónica	(Bolsa) 50Kg	3.6	108	388.8
Nitrato de potasio	(Bolsa) 25Kg	3.2	98	313.6
Nitrato de calcio	(Bolsa) 50Kg	1.2	101	121.2
Sulfato de magnesio	(Bolsa) 25Kg	3.6	30	108.0
Ácido fosfórico	(Bidón) 25Lt	2	220	440.0
<b>Riego</b>				<b>675</b>
Tarifa de agua	Año	0.5	150	75
Rollos de cinta de riego	Rollo	2	230	460
tubos de PVC 2"x3m	Unidad	10	14	140
<b>Control fitosanitario y de malezas</b>				<b>180</b>
Insecticida	Litro	3	30	90
Herbicida	Litro	3	30	90
<b>Mano de obra</b>				<b>1500</b>
Despaje y quema	Jornal	2	60	120
Extendido de cintas	Jornal	2	60	120
Siembra	Jornal	6	60	360
Riego	Jornal	5	60	300
Aplicación de fertilización	Jornal	3	60	180



Aplicación de Herbicidas	Jornal	1	60	60
Aplicación de Insecticida	Jornal	3	60	180
Deshierbo manual	Jornal	3	60	180
<b>Cosecha</b>				<b>675</b>
Corte,Picado.Transporte al silo	Hora/tractor	3	225	675
<b>Conservación de post cosecha</b>				<b>730</b>
Plástico	m2	135	4	540
Acondicionamiento de silo	Jornal	2	60	120
Compactado con tractor	Hora/tractor	1	70	70

<b>Costo total de producción</b>			
Costos Directos		S/.	<b>6632.1</b>
Costos indirectos		S/.	<b>300</b>
Costo Total		S/.	<b>6932.1</b>

<b>Ingresos</b>			
Rendimiento			<b>113930.0</b>
Precio unitario		0.13	
Ingreso Total			<b>14810.9</b>

<b>Análisis Económico</b>			
Utilidad			<b>7878.8</b>
Rentabilidad			<b>113.66</b>
Beneficio/ costo			<b>2.1</b>



**Anexo N° 7 Costo de producción del tratamiento de variedad PVM-580 con la densidad 100000 plantas/ha.**

<b>Variedad</b>	<b>PVM-580</b>
<b>Densidad</b>	<b>:100000 plantas/ha</b>
<b>Rendimiento de forraje verde t/ha</b>	<b>:93.50</b>

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
<b>Preparación de terreno</b>				<b>720</b>
Disco, polidisco, rígido, surcado	Hora	6	70	420
Estiércol	toneladas	2	150	300
<b>Siembra</b>				<b>371</b>
Similla	Kg	35	10	350
Tratamiento de similla	Gr	175	0.12	21
<b>Fertilización</b>				<b>1781.1</b>
Urea	Bolsa (50kg)	6.3	65	409.5
Fosfato mono amónica	Bolsa (50Kg)	3.6	108	388.8
Nitrato de potasio	Bolsa (25Kg)	3.2	98	313.6
Nitrato de calcio	Bolsa (50Kg)	1.2	101	121.2
Sulfato de magnesio	Bolsa (25Kg)	3.6	30	108.0
Ácido fosfórico	Bidón (25Lt)	2	220	440.0
<b>Riego</b>				<b>675</b>
Tarifa de agua	Año	0.5	150	75
Rollos de cinta de riego	Rollo	2	230	460
tubos de PVC 2"x3m	Unidad	10	14	140
<b>Control fitosanitario y de malezas</b>				<b>180</b>
Insecticida	Litro	3	30	90
Herbicida	Litro	3	30	90
<b>Mano de obra</b>				<b>1500</b>
Despaje y quema	Jornal	2	60	120
Extendido de cintas	Jornal	2	60	120
Siembra	Jornal	6	60	360
Riego	Jornal	5	60	300



Aplicación de fertilización	Jornal	3	60	180
Aplicación de Herbecidas	Jornal	1	60	60
Aplicación de Insecticida	Jornal	3	60	180
Deshierbo manual	Jornal	3	60	180
<b>Cosecha</b>				<b>675</b>
Corte,Picado.Transporte al silo	Hora/tractor	3	225	675
<b>Conservación de post cosecha</b>				<b>730</b>
Plástico	m2	135	4	540
Acondicionamiento de silo	Jornal	2	60	120
Compactado con tractor	Hora/tractor	1	70	70

<b>Costo total de producción</b>			
Costos Directos		S/.	<b>6632.1</b>
Costos indirectos		S/.	<b>300</b>
Costo Total		S/.	<b>6932.1</b>

<b>Ingresos</b>	
Rendimiento	<b>93500.0</b>
Precio unitario	0.13
Ingreso Total	<b>12155.0</b>

<b>Análisis Económico</b>	
Utilidad	<b>5222.9</b>
Rentabilidad	<b>75.34</b>
Beneficio/ costo	<b>1.8</b>





**Anexo N° 8 Costo de producción del tratamiento de variedad INIA-617 con la densidad 90000 plantas/ha.**

<b>Variedad</b>	<b>INIA-617</b>
<b>Densidad</b>	<b>:90000 plantas/ha</b>
<b>Rendimiento de forraje verde t/ha</b>	<b>:119.91</b>

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
<b>Preparación de terreno</b>				<b>720</b>
Disco, polidisco, rígido, surcado	Hora	6	70	420
Estiércol	toneladas	2	150	300
<b>Siembra</b>				<b>371</b>
Similla	kg	35	10	350
Tratamiento de similla	Gr	175	0.12	21
<b>Fertilización</b>				<b>1781.1</b>
Urea	Bolsa (50kg)	6.3	65	409.5
Fosfato mono amónica	Bolsa (50Kg)	3.6	108	388.8
Nitrato de potasio	Bolsa (25Kg)	3.2	98	313.6
Nitrato de calcio	Bolsa (50Kg)	1.2	101	121.2
Sulfato de magnesio	Bolsa (25Kg)	3.6	30	108.0
Ácido fosfórico	Bidón (25Lt)	2	220	440.0
<b>Riego</b>				<b>675</b>
Tarifa de agua	Año	0.5	150	75
Rollos de cinta de riego	Rollo	2	230	460
tubos de PVC 2"x3m	Unidad	10	14	140
<b>Control fitosanitario y de malezas</b>				<b>180</b>
Insecticida	Litro	3	30	90
Herbicida	Litro	3	30	90
<b>Mano de obra</b>				<b>1500</b>
Despaje y quema	Jornal	2	60	120
Extendido de cintas	Jornal	2	60	120
Siembra	Jornal	6	60	360
Riego	Jornal	5	60	300
Aplicación de fertilización	Jornal	3	60	180
Aplicación de Herbicidas	Jornal	1	60	60



Aplicación de Insecticida	Jornal	3	60	180
Deshierbo manual	Jornal	3	60	180
<b>Cosecha</b>				<b>675</b>
Corte,Picado.Transporte al silo	Hora/tractor	3	225	675
<b>Conservación de post cosecha</b>				<b>730</b>
Plástico	m2	135	4	540
Acondicionamiento de silo	Jornal	2	60	120
Compactado con tractor	Hora/tractor	1	70	70

<b>Costo total de producción</b>			
Costos Directos		S/.	<b>6632.1</b>
Costos indirectos		S/.	<b>300</b>
Costo Total		S/.	<b>6932.1</b>

<b>Ingresos</b>	
Rendimiento	<b>119910.0</b>
Precio unitario	0.13
Ingreso Total	<b>15588.3</b>

<b>Análisis Económico</b>	
Utilidad	<b>8656.2</b>
Rentabilidad	<b>124.87</b>
Beneficio/ costo	<b>2.2</b>



**Anexo N° 9 Costo de producción del tratamiento de variedad INIA-617 con la densidad 100000 plantas/ha.**

<b>Variedad</b>	<b>INIA-617</b>
<b>Densidad</b>	<b>:100000 plantas/ha</b>
<b>Rendimiento de forraje verde t/ha</b>	<b>:101.53</b>

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
<b>Preparación de terreno</b>				<b>720</b>
Disco, polidisco, rígido, surcado	Hora	6	70	420
Estiércol	t	2	150	300
<b>Siembra</b>				<b>371</b>
Similla	Kg	35	10	350
Tratamiento de similla	Gr	175	0.12	21
<b>Fertilización</b>				<b>1781.1</b>
Urea	Bolsa (50kg)	6.3	65	409.5
Fosfato mono amónica	Bolsa (50Kg)	3.6	108	388.8
Nitrato de potasio	Bolsa (25Kg)	3.2	98	313.6
Nitrato de calcio	Bolsa (50Kg)	1.2	101	121.2
Sulfato de magnesio	Bolsa (25Kg)	3.6	30	108.0
Ácido fosfórico	Bidón (25Lt)	2	220	440.0
<b>Riego</b>				<b>675</b>
Tarifa de agua	Año	0.5	150	75
Rollos de cinta de riego	Rollo	2	230	460
tubos de PVC 2"x3m	Unidad	10	14	140
<b>Control fitosanitario y de malezas</b>				<b>180</b>
Insecticida	Litro	3	30	90
Herbicida	Litro	3	30	90
<b>Mano de obra</b>				<b>1500</b>
Despaje y quema	Jornal	2	60	120
Extendido de cintas	Jornal	2	60	120
Siembra	Jornal	6	60	360
Riego	Jornal	5	60	300



Aplicación de fertilización	Jornal	3	60	180
Aplicación de Herbecidas	Jornal	1	60	60
Aplicación de Insecticida	Jornal	3	60	180
Deshierbo manual	Jornal	3	60	180
<b>Cosecha</b>				<b>675</b>
Corte, Picado. Transporte al silo	Hora/tractor	3	225	675
<b>Conservación de post cosecha</b>				<b>730</b>
Plástico	m2	135	4	540
Acondicionamiento de silo	Jornal	2	60	120
Compactado con tractor	Hora/tractor	1	70	70

<b>Costo total de producción</b>			
Costos Directos		S/.	<b>6632.1</b>
Costos indirectos		S/.	<b>300</b>
Costo Total		S/.	<b>6932.1</b>

<b>Ingresos</b>			
Rendimiento			<b>101530.0</b>
Precio unitario		0.13	
Ingreso Total			<b>13198.9</b>

<b>Análisis Económico</b>			
Utilidad			<b>6266.8</b>
Rentabilidad			<b>90.40</b>
Beneficio/ costo			<b>1.9</b>



## Anexo N° 10 Certificados de Análisis de Laboratorio



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS**



### RESULTADO DE ANÁLISIS

**ASUNTO** : ANALISIS FISICO-QUIMICO, MUESTRAS DE TALLO, HOJA Y CHOCLO.

PROCEDENCIA : parcela 381 sección A los molles- Pedregal Majes - Arequipa.  
INTERESADO : Rubén De Renze Hanco Martínez.  
PRODUCTO : Tallo, Hoja y Choclo  
FECHA DE MUESTREO : 26/03/2019  
FECHA DE ANÁLISIS : 28/03/2019

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICOS:**

- ASPECTO : SOLIDO

- De acuerdo al reporte de análisis que obra en los archivos del laboratorio los resultados son:

**DETERMINACION DE LA MUESTRAS:**

TRATAMIENTOS	DENSIDAD PTS.	CODIGO
SANTA ELENA-T1MH1 SHS-5070	90.000/ha	D1V1
SANTA ELENA-T2MH1 SHS-5070	100.000/ha	D2V1
OPACO MAL-T3MH2 PVM-580	90.000/ha	D1V2
OPACO MAL-T4MH2 PVM-580	100.000/ha	D2V2
CHUSKA-T5MH3 INIA-617	90.000/ha	D1V3
CHUSKA-T6MH3 INIA-617	100.000/ha	D2V3

**RESULTADOS DE ANÁLISIS:**

CODIGO		%H.	% M.S.	CENIZA	% PROTEINA	FDN.
D1V1	TALLO	65.94	34.06	7.20	5.70	42.00
	HOJA	65.43	34.57	9.90	8.32	38.00
	CHOCLO	55.41	44.59	8.10	10.34	28.01
D2V1	TALLO	74.67	25.33	8.11	6.40	47.13
	HOJA	68.28	31.72	10.24	8.63	40.69
	CHOCLO	62.29	37.71	9.12	11.62	31.47
D1V2	TALLO	59.61	40.39	6.51	5.12	38.43
	HOJA	61.78	38.22	9.46	7.85	36.29
	CHOCLO	70.41	29.59	9.83	13.12	34.58
D2V2	TALLO	58.34	41.66	6.35	5.00	37.59
	HOJA	63.08	36.92	11.62	8.00	33.97
	CHOCLO	70.64	29.36	10.0	13.18	29.70
D1V3	TALLO	78.03	21.97	8.52	6.75	48.29
	HOJA	63.31	36.69	10.64	8.04	38.10
	CHOCLO	59.07	40.93	8.95	11.02	29.85
D2V3	TALLO	70.14	29.86	7.60	6.05	45.23
	HOJA	71.01	28.99	9.53	9.02	37.10
	CHOCLO	71.51	28.49	9.06	13.35	32.14



UNA  
PUNO

Firmado digitalmente por CANAZA  
MAMANI Daniel FAM 20145496170  
soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 21.04.2021 21:24:50 -05:00



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS**



**RESULTADO DE ANÁLISIS**

<b>ASUNTO</b>	<b>: ANALISIS FISICO-QUIMICO DE ENSILADO DE CHALA DE MAÍZ.</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	<b>: parcela 381 sección A los molles- Pedregal Majes - Arequipa.</b>
<b>INTERESADO</b>	<b>: Rubén De Renze Hanco Martínez.</b>
<b>PRODUCTO</b>	<b>: Ensilado Chala De Maíz</b>
<b>FECHA DE MUESTREO</b>	<b>: 26/03/2019.</b>
<b>FECHA DE ANÁLISIS</b>	<b>: 28/03/2019.</b>

**RESULTADOS DE ANÁLISIS:**

<b>CODIGO</b>	<b>%H.</b>	<b>% M.S.</b>	<b>CENIZA</b>	<b>% PROTEINA</b>	<b>FDN.</b>
<b>T1 MH1 SHS-5070 CODIGO D1V1</b>	65.94	34.06	7.23	8.10	47.10
<b>T2 MH1 SHS-5070 CODIGO D2V1</b>	66.80	33.20	7.03	8.23	42.70
<b>T3 MH2 PVM-580 CODIGO D1V2</b>	67.49	32.51	6.58	7.95	45.43
<b>T4 MH2 PVM-580 CODIGO D2V2</b>	68.15	31.85	6.93	8.05	49.74
<b>T5 MH3 INIA-617 CÓDIGO D1V3</b>	65.80	34.20	7.47	7.89	42.30
<b>T6 MH3 INIA-617 CODIGO D2V3</b>	70.51	29.49	6.33	7.13	45.25



Firmado digitalmente por CANAZA  
MAMANI Daniel FAU 20145496170  
soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 21.04.2021 21:37:37 -05:00



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



**ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS**

PROCEDENCIA : Parcela 381 sección A los molles-Pedregal Majes-Arequipa.  
MOTIVO : Análisis de caracterización.  
INTERESADO : Rubén De Renze Hanco Martínez.  
FECHA DE MUESTREO : 14/11/2018  
FECHA DE ANALISIS : 16/12/2018

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	PARCELA N° 381 "A"	79.00	10.00	11.00	Arenoso Franco	0.00	0.90	0.15
02	PARCELA N° 381 "A"	78.00	10.00	12.00	Arenoso Franco	0.00	0.95	0.18

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CACIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
				P ppm	K ppm	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>		
						me/100 g suelo						
01	7.30	1.63	8.15	5.15	48	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	0.00	N.C.	N.C.
02	7.20	1.71	8.55	6.18	52	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	0.00	N.C.	N.C.

FArA = Franco arcillo arenoso  
Ar = Arcilloso  
FArA = Franco arcillo arenoso  
CIC = Capacidad Intercambio Catiónico  
N = Nitrógeno total  
K<sup>+</sup> = Potasio cambiante  
A = Arena  
Ca<sup>2+</sup> = Calcio cambiante  
Na<sup>+</sup> = Sodio cambiante  
CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> = Carbonatos  
me = mili equivalente

FAr = Franco arcilloso  
M.O.=Materia orgánica  
P = Fósforo disponible  
K = Potasio disponible  
C.E. = Conductividad eléctrica  
SB = Saturación de bases  
Mg<sup>2+</sup> = Magnesio cambiante  
mS/cm = mili Siemens por centímetro  
C.E. (e) = Conductividad eléctrica del extracto  
Al<sup>3+</sup> = Aluminio cambiante  
N.C. = No corresponde



Firmado digitalmente por CANAZA MAMANI Daniel FAU 20145490170 por  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 21.04.2021 21:36:33 -05:00



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS**



**RESULTADO DE ANÁLISIS**

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA.  
 PROCEDENCIA : Parcela 381 sección A los molles- Pedregal Majes - Arequipa.  
 INTERESADO : Rubén De Renze Hanco Martínez.  
 MOTIVO : Análisis Físico-Químico De Agua.  
 FECHA DE MUESTREO : 14/11/2018  
 FECHA DE ANÁLISIS : 16/11/2018

**CARACTERÍSTICAS FISICO QUIMICO:**

DETERMINACIONES	UNIDAD	RESULTADO
pH	---	7.69
C.E.	mS/cm.	0.75
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	182.40
Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	55.73
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	mg/L	184.32
Sulfatos (como SO <sup>4</sup> )	mg/L	102.00
Nitratos (como NO <sub>3</sub> )	mg/L	0.03
Calcio (como Ca <sup>++</sup> )	mg/L	44.08
Magnesio (como Mg <sup>++</sup> )	mg/L	21.09
Sodio (como Na <sup>+</sup> )	mg/L	2.75
Potasio (como K <sup>+</sup> )	mg/L	1.50
Sólidos Disueltos totales	g/L	0.38



**UNA**  
**PUNO**

Firmado digitalmente por CANAZA  
MAMANI Daniel FAU 20145496170  
sof.  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 21.04.2021 21:23:26 -05:00



## Anexo N° 11 Certificado de Senamhi



PERÚ Ministerio  
del Ambiente



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" 2018 - 2027  
"Año de Universalización de la Salud"

### INFORME METEOROLOGICO (OFICIO N°631-2019-D-FCA-UNA-PUNO)

PREPARADO PARA:  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
Atención: Rubén de Renze Hanco Martínez

PERIODO: 2018 – 2019

#### ESTACION MAP PAMPA DE MAJES

##### PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)

2018							2019					
JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0

##### TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)

2018							2019					
JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
18.4	18.3	18.4	19.2	20.0	20.2	20.2	19.8	20.4	20.7	19.0	17.8	17.5

##### HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%)

2018							2019					
JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
54	55	46	47	47	47	56	69	78	72	69	61	53

##### HORAS SOL (HR)

2018							2019					
JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
268.1	244.6	320.8	332.2	308.4	335.8	322.1	216.6	150.5	279.1	246.8	298.6	292.6

Arequipa, 13 de Enero del 2020



Ing. John Euler Cutipa Luque  
Director Zonal 6 (e)  
SENAMHI - Arequipa

Calle Federico Torrico C - 28, Urb. Atlas - Arequipa  
Teléfono: 054 - 256116  
www.senamhi.gob.pe

## Anexo N° 12 Panel Fotográfico



**Foto 1.** Preparación de terreno con poli disco.



**Foto 2.** Terreno surqueado.



**Foto 3.** Instalación de tubos PVC de sistema y cinta de riego.



**Figura 4.** Semillas del experimento tratadas para la siembra.



**Foto 5.** Evaluación de la emergencia de semillas a los 15 días de la siembra.



**Foto 6.** Primera fumigación contra la larva de *Elasmopalpus lignosellus* Zeller.



**Foto 7.** Experimento en desarrollo a los 30 días.



**Foto 8.** Experimento en desarrollo a los 60 días y evaluada.



**Foto 9.** Experimento en desarrollo a los 90 días y evaluadas.



**Foto 10.** Cultivo antes de la cosecha a los 120 días.



**Foto11.** Se aprecia choclo de las tres variedades.



**Foto 14.** Momento de la cosecha del Experimento.



**Foto 13.** Apreciación de las mazorcas y los instrumentos de evaluación.



**Foto 14.** Momento de la cosecha del Experimento.





**Foto 15.** Momento de elaboración de ensilado en bolsas de polietileno.



**Foto 16.** Muestras en laboratorio de Aguas y Suelos de la  
FCA•UNA•PUNO.



**Foto 17.** Momento de evaluación de ensilaje.