

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**



**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DE  
DOS VARIEDADES Y DOS HÍBRIDOS DE MAÍZ (*ZEA MAYS*)  
COMO FORRAJE EN EL VALLE DE HUARAL**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**SHARON CAROLYN FRANCISCO PEREZ**

**HUACHO - PERÚ  
2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DE  
DOS VARIEDADES Y DOS HÍBRIDOS DE MAÍZ (*ZEAMAYS*) COMO  
FORRAJE EN EL VALLE DE HUARAL**

**Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador**

---

Dr. Jaime Fernando Vega Vilca

**Presidente**

---

Ing. Luis Miguel Chávez Barbery

**Secretario**

---

Dr. Félix Esteban Airahuacho B.

**Vocal**

---

Ing. Rufino Máximo Maguiña M.

**Asesor**

**HUACHO – PERÚ  
2019**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación va dedicado a Dios, quien fue guía y fuerza para continuar el caminar de mi vida, durante este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, Rosa y Amador que con su trabajo y sacrificio en mi desarrollo profesional, han permitido que logre convertirme en lo que soy, gracias a que inculcaron en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de luchar contra las adversidades.

A mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome y siendo ejemplo a lo largo de cada etapa de la vida. A todas mis tías por sus consejos y palabras de aliento, uniéndose en cada una de mis metas, hicieron de mí una mejor persona.

A Anthony por su compañía incondicional y soporte durante este camino, siendo cómplice de una de muchas metas trazadas para nuestras vidas.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por bendecirme y guiarme en aquellos momentos de dificultades. A mis padres por ser los principales promotores de mis sueños.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica de la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión – Huacho, por compartir sus conocimientos, por su rectitud y, en especial, a mi asesor de tesis el Ing. Rufino Máximo Maguiña Maza y co-asesor el Ing. Emmanuel Sessarego Dávila por sus valiosos aportes en este proyecto.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, Programa Nacional de Innovación Agraria – PNIA, en el marco del Proyecto 109\_PI “Estudio de mejoramiento genético y ambiental del cruzamiento de caprinos criollos de la región con razas puras para identificar reproductores superiores y consolidar un núcleo genético”, en la Estación Experimental Agraria Donoso Huaral; y al Ing. Gerardo Luis Pando Cárdenas, por la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	12
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	13
1.2 Formulación del problema .....	13
1.2.1 Problema general.....	13
1.2.2 Problemas específicos .....	13
1.3 Objetivos de la Investigación .....	14
1.3.1 Objetivo general.....	14
1.3.2 Objetivos específicos .....	14
1.4 Justificación de la investigación .....	15
1.5 Delimitación del estudio.....	15
II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 Antecedentes de la investigación .....	16
2.1.1 Antecedentes internacionales .....	16
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	17
2.2 Bases teóricas .....	19
2.2.1 Rendimiento de maíz forrajero .....	20
2.2.2 Valor nutritivo de la planta de maíz forrajero .....	23
2.3 Definición de términos básicos .....	25
2.4 Hipótesis de la investigación.....	27
2.4.1 Hipótesis general.....	27
2.4.2 Hipótesis específicas.....	27
III. METODOLOGÍA .....	30
3.1 Diseño Metodológico .....	30
3.1.1 Ubicación.....	30
3.1.2 Materiales e insumos.....	30
3.1.3 Diseño experimental.....	31
3.1.4 Tratamientos .....	31
3.1.5 Características del área experimental.....	32
3.1.6 Variables evaluadas .....	32
3.1.7 Conducción del experimento .....	34
3.2 Población y muestra.....	38
3.2.1 Población.....	38
3.2.2 Muestra .....	38
3.3 Técnicas de recolección de datos .....	39
3.3.1 Técnicas a emplear.....	39

3.3.2	Descripción de los instrumentos de recolección de datos .....	39
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información .....	39
IV.	RESULTADOS.....	40
4.1	Influencia de los genotipos de maíz sobre las características agronómicas ...	40
4.1.1	Altura de planta .....	40
4.1.2	Diámetro de tallo.....	41
4.1.3	Número de hojas/planta.....	42
4.1.4	Número de mazorcas/planta .....	42
4.2	Contrastes ortogonales entre las características agronómicas de acuerdo a los genotipos de maíz .....	43
4.2.1	Altura de planta .....	44
4.2.2	Diámetro de tallo.....	45
4.2.3	Número de hojas/planta.....	46
4.2.4	Número de mazorcas/planta .....	46
4.3	Influencia de los genotipos de maíz sobre el rendimiento forrajero .....	46
4.3.1	Rendimiento de materia verde .....	47
4.3.2	Rendimiento mazorcas .....	47
4.3.3	Rendimiento de materia seca.....	48
4.3.4	Relación peso mazorca/planta .....	49
4.4	Contrastes ortogonal entre el rendimiento forrajero de acuerdo a los genotipos de maíz .....	49
4.4.1	Rendimiento de materia verde .....	50
4.4.2	Rendimiento mazorcas .....	50
4.4.3	Rendimiento de materia seca.....	51
4.4.4	Relación peso mazorca/planta .....	51
4.5	Valor nutricional de los genotipos evaluados de maíz .....	52
V.	DISCUSIÓN .....	54
5.1	Características agronómicas de los genotipos de maíz .....	54
5.1.1	Altura de planta .....	54
5.1.2	Diámetro de tallo.....	54
5.1.3	Número de hojas/planta.....	54
5.1.4	Número de mazorcas/planta .....	54
5.2	El rendimiento forrajero de los genotipos de maíz .....	55
5.2.1	Rendimiento de materia verde y materia seca .....	55
5.2.2	Rendimiento mazorcas .....	55
5.2.3	Relación peso mazorca/planta .....	55
5.3	Valor nutricional de los genotipos de maíz .....	56
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	57

<b>6.1 Conclusiones</b> .....	57
<b>6.2 Recomendaciones</b> .....	57
<b>VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	59
<b>ANEXO 01</b> <i>Resultados de análisis químico proximal, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) del Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA-UNALM).</i> .....	61
<b>ANEXO 02</b> <i>Resultados análisis de suelo del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO).</i> .....	62
<b>ANEXO 03</b> <i>Cuadro descriptivo de las variables evaluadas para las características agronómicas.</i> .....	63
<b>ANEXO 04</b> <i>ANVA - Análisis de varianza para las características agronómicas.</i> .....	69
<b>ANEXO 05</b> <i>Prueba de comparación de medias para las características agronómicas.</i> ....	73
<b>ANEXO 06</b> <i>Contrastes ortogonales para las características agronómicas.</i> .....	77
<b>ANEXO 07</b> <i>Cuadro descriptivo de las variables evaluadas para el rendimiento forrajero.</i> .....	78
<b>ANEXO 08</b> <i>ANVA - Análisis de varianza para el rendimiento forrajero.</i> .....	79
<b>ANEXO 09</b> <i>Prueba de comparación de medias para el rendimiento forrajero.</i> .....	83
<b>ANEXO 10</b> <i>Contrastes ortogonales para el rendimiento forrajero.</i> .....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema geográfico de la distribución de las unidades experimentales a cada parcela dentro del lote 09 en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO).....	35
<b>Figura 2.</b> Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre la altura final de la planta.....	41
<b>Figura 3.</b> Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre el diámetro final del tallo.....	41
<b>Figura 4.</b> Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre el número de hojas final de la planta.....	42
<b>Figura 5.</b> Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre el número de mazorcas final de la planta.....	43
<b>Figura 6.</b> Altura final de la planta de acuerdo a los genotipos de maíz como forraje (Híbrido vs Híbrido).....	44
<b>Figura 7.</b> Altura final de la planta de acuerdo a los genotipos de maíz como forraje (Variedad vs Híbridos).....	44
<b>Figura 8.</b> Diámetro final del tallo de acuerdo a los genotipos de maíz (Híbrido vs Híbrido). .....	45
<b>Figura 9.</b> Diámetro final del tallo de acuerdo a los genotipos de maíz (Híbrido vs Variedad). .....	45
<b>Figura 10.</b> Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre el rendimiento final de materia verde por hectárea. ....	47
<b>Figura 11.</b> Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre el rendimiento final de mazorcas por hectárea. ....	48
<b>Figura 12.</b> Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre el rendimiento final de materia seca por hectárea. ....	48
<b>Figura 13.</b> Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre la relación final de mazorcas por planta. ....	49
<b>Figura 14.</b> Rendimiento final de mazorcas por hectárea de acuerdo a los genotipos de maíz (Híbrido vs Híbrido).....	50
<b>Figura 15.</b> Rendimiento final de mazorcas por hectárea de acuerdo a los genotipos de maíz (Variedades vs Híbridos).....	51
<b>Figura 16.</b> Relación final del peso mazorca por planta de acuerdo a los genotipos de maíz (Variedad vs Variedad). ....	52
<b>Figura 17.</b> Relación final del peso mazorca por planta de acuerdo a los genotipos de maíz (Variedades vs Híbridos).....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Análisis Químico de variedades de Maíz sembrado en la Zona de Chancay.</i> .....	22
<b>Tabla 2.</b> <i>Evolución del estado vegetativo y composición química de la planta de maíz.</i> ...	24
<b>Tabla 3.</b> <i>Descripción de cada uno de los tratamientos.</i> .....	31
<b>Tabla 4.</b> <i>Descripción de las densidades por tratamiento.</i> .....	34
<b>Tabla 5.</b> <i>Descripción de los distanciamientos por tratamiento.</i> .....	35
<b>Tabla 6.</b> <i>Descripción de la formulación de fertilizantes.</i> .....	37
<b>Tabla 7.</b> <i>Promedio de las características agronómicas de los genotipos del maíz como forraje.</i> .....	40
<b>Tabla 8.</b> <i>Comparación ortogonal entre el promedio de las características agronómicas de los genotipos del maíz como forraje.</i> .....	43
<b>Tabla 9.</b> <i>Promedio del rendimiento forrajero de los genotipos del maíz como forraje.</i> ....	46
<b>Tabla 10.</b> <i>Comparación ortogonal entre el promedio del rendimiento forrajero de los genotipos del maíz como forraje.</i> .....	49
<b>Tabla 11.</b> <i>Valores nutricionales de los genotipos de maíz evaluados.</i> .....	53

## **Evaluación del Rendimiento y Valor Nutricional de Dos Variedades y Dos Híbridos de maíz (*Zea mays*) Como Forraje en el Valle de Huaral**

### **RESUMEN**

**Objetivo:** Se evaluó el rendimiento forrajero y valor nutricional de las variedades e híbridos de maíz como forraje, en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

**Métodos:** El diseño de la investigación fue de tipo experimental. Se empleó como variedades: Marginal 28 Tropical e INIA 617 Chuska, y como híbridos: INIA 619 Megahíbrido y Atlas 777, distribuidos con cuatro repeticiones al azar en 16 surcos de 29 m. de longitud por repetición, con distanciamientos 0.85 m. entre surcos, 0.30 m. entre golpes y utilizando 3 semillas/golpe en cada repetición. Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.4, y se empleó el DCA para comparar el rendimiento forrajero y las características agronómicas de los diferentes genotipos de maíz; asimismo, se realizó la prueba de contrastes ortogonales; y por último, se describió el valor nutricional de cada genotipo de maíz como forraje. **Resultados:** En las características agronómicas; la altura de planta para la chuska y marginal fueron mejores que los demás ( $p < 0.05$ ), el diámetro de tallo fue superior ( $p < 0.05$ ) en el megahíbrido, el número de hojas/planta fueron diferentes ( $p < 0.05$ ) a favor para chuska, marginal y atlas, y el número de mazorcas/planta el atlas superó ( $p < 0.05$ ) a los demás; mientras que en el rendimiento forrajero, el rendimiento de materia verde por hectárea, rendimiento de mazorcas por hectárea y rendimiento de materia seca por hectárea fueron similares ( $p > 0.05$ ) para todos los genotipos y la relación de peso mazorca por planta fue superior ( $p < 0.05$ ) en la chuska en comparación a los demás genotipos. **Conclusión:** Las variedades tuvieron mayor altura de planta y número de hojas. Los híbridos tuvieron mejor rendimiento de mazorcas y porcentaje de mazorcas.

**Palabras clave:** Características agronómicas, rendimiento forrajero, valor nutricional, maíz, chala, forraje, genotipos, híbrido y variedad.

## **Evaluation of Performance and Nutritional Value of Two Varieties and Two Hybrids of corn (*Zea mays*) As Forage in the Huaral Valley**

### **ABSTRACT**

**Objective:** The forage yield and nutritional value of the varieties and hybrids of corn as forage were evaluated in the experimental station of the National Institute of Agrarian Innovation (INIA-DONOSO) in the Huaral Valley, during the summer period 2018.

**Methods:** The design of the research was experimental. It was used as varieties: Marginal 28 Tropical and INIA 617 Chuska, and as hybrids: INIA 619 Megahybrid and Atlas 777, distributed with four repetitions at random in 16 rows of 29 m. of length by repetition, with distances 0.85 m. between furrows, 0.30 m. between strokes and using 3 seeds / stroke in each repetition. For the analysis of the data, the SAS statistical software version 9.4 was used, and the DCA was used to compare the forage yield and the agronomic characteristics of the different maize genotypes; also, the test of orthogonal contrasts was carried out; and finally, the nutritional value of each corn genotype as forage was described. **Results:** In the agronomic characteristics; plant height for chuska and marginal were better than the others ( $p < 0.05$ ), stem diameter was higher ( $p < 0.05$ ) in the megahybrid, the number of leaves/plant were different ( $p < 0.05$ ) in favor for chuska, marginal and atlas, and the number of ears/plant the atlas exceeded ( $p < 0.05$ ) the others; while in the forage yield, the yield of green matter per hectare, yield of ears per hectare and yield of dry matter per hectare were similar ( $p > 0.05$ ) for all the genotypes and the ratio of cob per plant was higher ( $p < 0.05$ ) in the chuska compared to the other genotypes. **Conclusion:** The varieties had higher plant height and number of leaves. The hybrids had better yield of ears and percentage of ears.

**Keywords:** Agronomic characteristics, forage yield, nutritional value, corn, chala, forage, genotypes, hybrid and variety.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se han dedicado a buscar mejoras genéticas de caracteres de la semilla de maíz (*Zea mays*), lo que como consecuencia hace que las variedades comerciales presentes en el mercado sean numerosas y diferentes entre sí. Asimismo, se sabe que nuestros sistemas de producción de leche, tanto en caprinos como en vacunos, se basan en la utilización de biomasa comestible de calidad y cantidad adecuada como el maíz (*Zea Mays*), por sus excelentes características de palatabilidad.

Sin embargo, el ganadero de la costa peruana se enfrenta a bajos rendimientos en sus cosechas de maíz forrajero por falta de conocimiento de que genotipo cumpla sus necesidades. Por este motivo, se busca producir buen forraje que provoque cantidad y calidad nutritiva comprobada.

Por todo lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue comparar el comportamiento agronómico, rendimiento forrajero y contenido nutritivo de diferentes variedades e híbridos de maíz como forraje, en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

En la actualidad los sistemas de producción de leche se basan en la utilización de pasturas, se busca biomasa comestible de calidad y cantidad adecuada en todas las épocas del año con otras fuentes forrajeras como el maíz (*Zea mays*), teniendo excelentes características de palatabilidad y en consecuencia un alto consumo para el ganado.

Necesitamos producir buen rendimiento de forraje que provoque calidad nutritiva comprobada, aportando adecuadas condiciones proteicas y energéticas para el ganado. También es considerable tener variedades o híbridos más precoces para conseguir mayor cosechas por año con elevados rendimientos por hectárea, como sus valores nutricionales.

### **1.2 Formulación del problema**

En base a la problemática identificada, cabe formular el problema:

#### **1.2.1 Problema general**

¿Qué genotipo de maíz como forraje, ofrece mayor rendimiento forrajero y valor nutricional, en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018?

#### **1.2.2 Problemas específicos**

¿Qué variedad vs variedad de maíz como forraje, ofrece mayor altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta, número de mazorcas/planta, relación de peso mazorcas/planta, rendimiento de mazorcas/ha, rendimiento de materia verde total/ha y rendimiento de materia seca total/ha, en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018?

¿Qué híbrido vs híbrido de maíz como forraje, ofrece mayor altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta, número de mazorcas/planta, relación de peso mazorcas/planta, rendimiento de mazorcas/ha, rendimiento de materia verde total/ha y

rendimiento de materia seca total/ha, en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018?

¿Qué variedad vs híbrido de maíz como forraje, ofrece mayor altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta, número de mazorcas/planta, relación de peso mazorcas/planta, rendimiento de mazorcas/ha, rendimiento de materia verde total/ha y rendimiento de materia seca total/ha, en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

Los objetivos se plantean de la siguiente manera:

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar rendimiento forrajero y valor nutricional de los genotipos de maíz como forraje, en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

Evaluar la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta, número de mazorcas/planta, relación de peso mazorcas/planta, rendimiento de mazorcas/ha, rendimiento de materia verde total/ha y rendimiento de materia seca total/ha, entre variedades de maíz como forraje, en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

Evaluar la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta, número de mazorcas/planta, relación de peso mazorcas/planta, rendimiento de mazorcas/ha, rendimiento de materia verde total/ha y rendimiento de materia seca total/ha, entre híbridos de maíz como forraje, en la estación experimental del Instituto Nacional de

Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

Evaluar la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta, número de mazorcas/planta, relación de peso mazorcas/planta, rendimiento de mazorcas/ha, rendimiento de materia verde total/ha y rendimiento de materia seca total/ha, entre variedades vs híbridos de maíz como forraje, en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

#### **1.4 Justificación de la investigación**

En la presente investigación se evalúa dos variedades y dos híbridos de maíz como forraje, respecto al rendimiento y valor nutricional en el valle de Huaral, ya que en la actualidad el ganadero se enfrenta a bajos rendimientos en sus cosechas de maíz forrajero. Así, la presente evaluación permita optar por la variedad o híbrido de mayor producción de maíz forrajero, bajo las mismas condiciones. Además, obtengamos niveles elevados de consumo de materia seca y a consecuencia de producción de leche.

#### **1.5 Delimitación del estudio**

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio, se evidenció lo siguiente:

Nos encontramos con pocas fuentes de investigación bibliográfica nacional, por ello, se recurrió a antecedentes internacionales.

## II.MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Se evaluaron cuatro híbridos comerciales (39G12, Andor, Tango y Delitop) de maíz forrajero en relación a la producción de forraje y su respectivo contenido nutricional bajo las condiciones agroclimáticas de la comuna de Futrono. Se realizó un diseño en bloques completos al azar para los parámetros productivos. Se tomaron 3 parcelas por híbrido de 0,23 ha c/u, cosechadas a 194 días después de la siembra. Las variables de estudio fueron las mediciones de rendimiento total de materia verde y seca, altura de plantas, densidad poblacional, número de mazorcas por planta, cantidad de hojas verdes y secas y deficiencia apical de granos. Se efectuaron la toma de datos sobre 9 metros lineales del centro de cada parcela al momento de cosecha y a los 45 días de ensilado. No hubo diferencias significativas en el rendimiento de materia verde  $\text{ha}^{-1}$  a la cosecha. Tampoco hubo en el rendimiento de materia seca  $\text{ha}^{-1}$  ni en la cantidad de plantas  $\text{ha}^{-1}$ . Todos los híbridos presentaron valores menores a 30% de materia seca, siendo el más bajo Andor con 24,31%. El híbrido 39G12 fue el que presentó mayor altura a la cosecha con 3,11 metros. Todos los híbridos presentaron al menos una mazorca  $\text{planta}^{-1}$ , Andor se diferenció estadísticamente de los otros híbridos con la menor cantidad, 1,01 mazorcas  $\text{planta}^{-1}$ . El híbrido 39G12 presentó la mayor cantidad de mazorcas  $\text{ha}^{-1}$ . Los híbridos Tango y Andor presentaron los mayores valores, 2,47 y 2,21 cm, en la deficiencia apical de granos en la mazorca. El promedio de energía metabolizable a la cosecha fue de 2,56 Mcal  $\text{kg ms}^{-1}$ , Delitop, Tango y Andor presentaron los valores más altos 2,64, 2,61 y 2,59 Mcal  $\text{kg ms}^{-1}$  respectivamente. Los promedios de FDN y FDA a la cosecha fueron de 52,98% y 29,88% respectivamente. El ensilaje de Delitop y Tango presentaron los valores más altos de energía con 2,58 y 2,59 Mcal  $\text{kg ms}^{-1}$  (Mena, 2010).

Se evaluaron rendimiento productivo de forraje de dos cultivares de maíz: híbrido y criollo, evaluados a igual edad y luego en similar estado fisiológico, sembrados a diferentes distancias entre plantas en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica. El diseño de la investigación fue de tipo experimental un diseño irrestrictamente al azar, con tratamientos en arreglo factorial 2 x 4, el primer factor dos variedades de maíz y el segundo, cuatro distancias entre golpes de siembra. Dentro del área se delimitaron ocho parcelas

experimentales de 1000 m<sup>2</sup> cada una. Posteriormente se estableció en cuatro de ellas maíz criollo y en las otras cuatro maíz híbrido a diferentes distancias: 50 x 70 cm con dos semillas por golpe para una densidad de 58000 plantas por hectárea; 25 x 70 cm con una semilla por golpe para una densidad también de 58000 plantas por hectárea; 16 x 70 cm con una semilla por golpe para una densidad de 90000 plantas por hectárea y finalmente 8 x 70 cm con una semilla por golpe para una densidad de 180000 plantas por hectárea. Las variables de estudio fueron producción de materia verde por planta, tallo, hojas, chilote o mazorca. A los 105 días de establecido el cultivo, el maíz híbrido tenía el grano en perla y se realizó el primer muestreo en ambas variedades. A los 119 días, cuando el grano del maíz híbrido estaba en estado lechoso (estado óptimo para ensilaje) se llevó a cabo un segundo muestreo, en ambas variedades. A estas edades, el maíz criollo no se encontraba en estado óptimo para ensilaje, se volvió a muestrear en dos fechas posteriores, de acuerdo al estado del grano, en la variedad criolla cuando estaba en estado de perla y cuando el grano estaba en estado lechoso, esto fue a los 133 y 147 días de edad respectivamente, pudiéndose comparar de esta manera la producción de forraje a igual edad y posteriormente en igual estado fisiológico. En todos los casos, se tomaron tres muestras seleccionadas al azar de cinco metros lineales dentro de cada parcela y se cortó el material a 10 cm sobre el nivel del suelo. Se determinó en ambos cultivares, que la producción de materia seca (kg/ha), reflejó un incremento al disminuir la distancia entre plantas. El cultivar repercutió notablemente sobre los rendimientos productivos. Los rendimientos en base seca (kg/ha) fueron 30% mayores en maíz criollo que en maíz híbrido cuando se comparan a una misma edad. Cuando se comparan ambos cultivares en igual estado fisiológico, los rendimientos en base seca (kg/ha) son 37% superiores en el cultivar criollo. La altura promedio de la planta fue 1,7 m mayor en el cultivar criollo que en el híbrido. No se encontraron diferencias significativas en cuanto a rendimientos de biomasa verde o seca, ni en cuanto al contenido de materia seca al comparar el maíz criollo por edad y por estado fisiológico (Elizando & Boschini, 2002).

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Se determinó el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento y valor nutritivo en seis cultivares de maíz chala (DK834, DK754S, XL650, chala puente y PM212), para ensilaje bajo las condiciones de valle de Chancay y estimar el índice de rentabilidad de los cultivares en estudio. El diseño de la investigación fue de tipo experimental, bajo el diseño de bloque

completo al azar con arreglo factorial de 6x2. Se obtuvo que el mayor índice de rentabilidad de los cultivares (105%) se obtiene con el cultivar PM212. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de forraje verde y materia seca por Ha entre cultivares. El mayor rendimiento alcanzado fue de 107.7 TM/FV/Ha y 27.2 TM/MS/Ha para cultivar Chala Puente. La mayor contribución del rendimiento de materia seca de mazorca y panca por Ha da como resultado la obtención de un mayor valor energético con el cultivar PM 212 de 1.6 Mcal ENL/KG M.S. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de forraje verde y materia seca por Ha entre densidades. El mayor rendimiento se alcanzó a densidad alta con 82.3 TM/FV/Ha y 22.4 TM/MS/Ha. No se encontró diferencias estadísticamente significativas en la combinaciones de cultivares por densidades en los tratamientos respecto a los rendimientos promedios de forraje verde como de materia seca por Ha (Felix, 2002).

Se probó seis híbridos comerciales de maíz como productores de forraje, los cuales son: PM-212, PM-302, PM-702, DK-821, G-5423 y AG-612 y bajo las condiciones del lugar cuyas características son: suelo arenoso, sistema de siembra en pozas o camas tipo ciego y riego con aguas residuales parcialmente tratadas. El diseño de la investigación fue de tipo experimental con diseños estadísticos del cuadrado latino (6x6). Se sembró en 6 camas, dentro de cada una de ellas se definieron 6 parcelas dando un total de 36 parcelas. Las variables de estudio fueron datos de rendimiento (rendimiento de forraje fresco, rendimiento de materia seca, rendimiento de mazorca fresca), componentes del rendimiento (índice de mazorcas formadas, índice de mazorcas llenas, peso fresco y peso seco de cada componente anatómico de la planta y peso seco de los componentes de la mazorca) y morfológicas y biométricas (altura de planta, altura de mazorca principal, diámetro del tallo, número total de hojas, número de hojas encima de la mazorca principal y día a la floración femenina). Los mejores rendimientos de forraje fresco fueron obtenidos por el PM-212 y PM-302 con 71,79 t/Ha y 70,69 t/Ha respectivamente, en materia seca también los mejores fueron el PM-302 y PM-212 con 20,92 t/Ha y 20,46 t/Ha respectivamente, y en mazorca fresca fue el PM-212 con 17,52 t/Ha. Además, al momento de la cosecha, las mazorcas representaron el mayor porcentaje de la planta siendo mayor en los híbridos G-5423 y DK-821. El DK-821 obtuvo el mayor índice de cosecha de grano. En cuanto a los parámetros biométricos, la mayor altura de planta y también la mayor altura de mazorca principal lo tuvo el PM-212 con 252 cm y 158 cm respectivamente, encontrando una relación

directa entre estas dos características. También la altura de planta estuvo directamente relacionada con el rendimiento de forraje fresco (Almonacid, 2000).

Rivera (1980) evaluó el rendimiento en forraje verde, proteína cruda, materia seca, materia seca digestible y valor nutritivo (composición química y digestibilidad in vitro) de los cultivares en dos estados de madurez y en diferente densidad de siembra en Cayma – Arequipa. El diseño experimental utilizado fue un arreglo factorial con diseño en parcelas sub-subdivididas con dieciséis tratamientos y cuatro repeticiones. En las parcelas se estudiaron los cultivares (Blanco Criollo y NK-870), en las sub-subparcelas las densidades de siembra (50,000; 75,000; 100,000; 125,000 plantas/Ha), y en las sub-subparcelas los estados de madurez (panojado y grano lechoso pastoso). Se hicieron análisis de variancia y pruebas de significación de Duncan para: Rendimientos totales y por Ha/día tanto en forraje verde, como en materia seca; rendimientos de proteína y materia seca digestible por Ha/día. Se encontró que el cultivar NK-870 destacó significativamente en rendimientos de forraje verde y materia seca total; en cambio en forraje verde, proteína cruda y materia seca digestible Ha/día, es el Blanco Criollo quien destaca significativamente. La densidad 125,000 plantas/Ha supera nítidamente a las demás en rendimientos de forraje verde y materia seca total, forraje verde, proteína cruda y materia seca digestible Ha/día; en cambio en rendimiento de materia seca Ha/día comparte los más altos rendimientos con la densidad de 100,000 plantas/Ha. El estado de madurez de grano lechoso pastoso alcanza los mayores rendimientos de materia seca total, materia seca por Ha/día y materia seca digestible Ha/día; en cambio en forraje verde, proteína cruda Ha/día, la fase de panojado fue significativamente superior. El Blanco Criollo en una densidad de 125,000 plantas/Ha y cosechado en grano lechoso pastoso (C2D4E2), obteniendo los mayores rendimientos en materia seca digestible; en cambio en proteína cruda Ha/día comparte los más altos rendimientos con el Blanco Criollo en una densidad de 125,000 plantas/Ha pero cosechado en panojado (C2D4E1).

## **2.2 Bases teóricas**

El maíz es una planta que es en la actualidad utilizado como forraje para la alimentación de ganado como componente energético de la ración en diferentes formas, tales como rastrojo, grano y ensilaje. En la costa peruana el maíz es conocido debido a las buenas características del

rendimiento, palatabilidad, fácil mecanización de cultivo y la condición para conservar en forma de ensilaje.

Como bien sabemos la alimentación representa el rubro más importante en los costos de producción de una explotación pecuaria, es por eso que el forraje generalmente es un factor económico nutricional.

La producción de maíz forrajero presenta una serie de factores que se deben tomar en cuenta para su producción de una manera rentable y sustentable. Existen paquetes tecnológicos disponibles para la producción de maíz forrajero, pero es importante la actualización de información para el manejo agronómico del cultivo, basada en investigación reciente (Jurado *et al.*, 2014).

El maíz resulta ser tan ventajoso, que se acondiciona a las diferentes zonas climáticas, permitiéndole al agricultor producir las distintas variedades (Velásquez, 2009).

En una publicación se expone que el progreso del maíz es evidentemente una de las más y productivas invenciones en el ámbito del fitomejoramiento. Este cultivo ha sido uno de los principales cereales que ha tenido transformaciones tecnológicas en su productividad, resistencia a enfermedades y es difundido ampliamente a nivel mundial (FAO, 2010).

Cuando el cultivo va a destinarse a forraje, deberá elegirse los híbridos de mejor desarrollo de plantas y la siembra se hará con densidades mayores que las empleadas para producir granos (Alba, 2010).

### **2.2.1 Rendimiento de maíz forrajero**

Según Aldrich & Leng (1974), los rendimientos que se puedan obtener cambian según la variedad, la fertilidad del suelo, la edad de corte y la densidad de siembra entre otros factores.

La variedad, se puede decir que cualquier tipo de maíz puede cultivarse para forraje, pero las que producen mayores rendimientos de biomasa son aquellas variedades de porte alto. Los híbridos por su parte, al ser de porte pequeño generalmente producen menos cantidad de forraje por unidad de área (Elizando & Boschini, 2002).

El rendimiento de forraje verde ha variado principalmente en condiciones de temporal. La producción de maíz forrajero presenta una serie de factores que se deben tomar en cuenta para su producción de una manera rentable y sustentable.

Pasache (1998) evaluó cinco variedades de maíz para forraje se encontró que el rendimiento de forraje poseía una relación directa con la altura de la planta y como es obvio con el peso fresco y seco de la planta; sin embargo una mayor altura de planta significó una disminución en la acumulación de materia seca principalmente en la mazorca donde se presenta un mayor porcentaje de acumulación de esta y del elemento mineral nitrógeno.

#### **a) Altura de planta en relación al corte de cosecha**

El aumento de la altura a la cual se cosecha el cultivo modifica la composición morfológica al disminuir el aporte relativo del tallo y aumentar el de la mazorca, lo que también conlleva a afectar la calidad al aumentar la digestibilidad y disminuir el contenido de fibra (Scheneiter & Carrete, 2004).

Una altura de corte más alta puede aumentar la calidad del forraje ya que la parte inferior de la planta es menos digestible, pero esto también puede reducir la producción. Numerosos estudios evaluaron el efecto de corte sobre la producción y valor nutricional del forraje (Cusicanqui & Lauer, 1999); (Neylon & Kung, 2003); (Wu, Z. *et al.*, 2001). La altura de corte usada en estos estudios fue entre 9 a 17 pulgadas, encontrando que con el nivel de corte más alto el contenido de materia seca y almidón del grano aumenta en 2-6% y el contenido de fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutra (FDN) disminuyen entre 7-10%. Estos cambios ocurrieron porque la parte inferior de los tallos era más fibrosa y menos digestible que la parte media superior. Sin embargo, la altura de corte puede influir en otras variables. Algunos híbridos pueden contener más azúcar en el tallo o tener una alta digestibilidad de fibra de manera que la respuesta de calidad a una altura de corte alta puede ser menor (Neylon & Kung, 2003).

#### **b) Relación mazorca planta**

El componente de rendimiento que más incide en la calidad del forraje a conservar es el porcentaje de mazorca en la materia seca, aportando alrededor de un 70% de los nutrientes. Si

la fecha de siembra se retrasa, se ve reducida la participación de la mazorca en el peso total de la planta.

### c) Densidad de siembra

Florez (1999) dice que el concepto tradicional de sembrar maíces para chala, fue el obtener la mayor cantidad de forraje verde por hectárea; solo significa sembrar altas poblaciones de plantas, que alcanzaban densidades de hasta 150,000 plantas de maíz por hectárea. El resultado era simplemente un alimento de volumen para las vacas, lo que actualmente se ha transformado en un nuevo concepto que es el de obtener la mayor cantidad de mazorcas con granos bien formados.

Actualmente, la producción de forraje de maíz se está realizando con variedades para grano, en la cual se incrementa la densidad de siembra, para obtener un mayor rendimiento forrajero (a las recomendadas para grano) tal como se muestra en la tabla 1 (Leiva, 2008).

**Tabla 1**

*Análisis Químico de variedades de Maíz sembrado en la Zona de Chancay.*

Variedad	Densidad Plantas/ha	Proteína (%)	Extracto Etéreo (%)	Fibra Cruda (%)	Ceniza (%)	ELN (%)
PM-212	68151	9.46	1.17	27.78	7.22	54.37
	81428	8.81	1.20	25.79	7.52	56.77
PM-302	59348	10.02	1.13	26.88	7.66	54.31
	72689	9.95	1.38	26.13	6.05	56.49
Cargill 701	53466	9.09	1.39	29.33	5.83	54.36
	59348	9.04	1.99	26.63	6.61	55.77
Monsanto-2	55567	8.79	1.33	25.55	3.87	60.46
	60504	8.56	2.00	23.28	6.56	59.60

*Fuente:* Leiva (2008).

Por lo general las variedades para grano son cultivadas a mayores densidades cuando se intenta usar como forraje ya que hay pocas variedades obtenidas específicamente con estos fines. La densidad de plantas necesaria para el máximo rendimiento forrajero es mayor que para la producción de grano; sin embargo, no se conoce con precisión la respuesta de estos maíces a las altas densidades y su efecto sobre el rendimiento y valor nutricional (Pinter, L. *et al.*, 1994).

En la evaluación del efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento del maíz híbrido PMS 270, se encontró que la densidad óptima fue de 87370 plantas/Ha para un rendimiento de 99.644 Ton/Ha de forraje verde y de 89245 plantas/Ha con un rendimiento de 31.842 Ton/Ha de materia seca (Pinedo, 1998). Asimismo, en un estudio de siembra del maíz PMS 270 en Chancay, se observó que la densidad de siembra óptima fue de 87662 plantas/Ha con un rendimiento de 70.491 Ton/Ha de forraje verde y de materia seca, de 91200 plantas/Ha para un rendimiento de 14.459 Ton/Ha teniendo marcada influencia el peso fresco y seco con la densidad de siembra (Huaman, 1994).

### **2.2.2 Valor nutritivo de la planta de maíz forrajero**

Wattiaux (1998) dice que el valor de un cultivo forrajero se determina por rendimiento de materia seca y composición química del mismo. El rendimiento total de materia seca aumenta pero el valor nutritivo se reduce mientras que el cultivo crece y madura. El valor nutritivo total de la planta aumenta cuando pasa de la etapa cremosa a la etapa pastosa y madurez de la semilla.

Cañeque (1998) indica que el contenido Materia Seca (MS) de la planta entera aumenta con la edad pasando de un 14-16% en la floración a un 33-35% en el estado vítreo del grano. Ello es debido en especial al aumento en la proporción de espiga en la planta, que a su vez posee un elevado contenido de MS. La espiga con sus envolturas pasa a ser un 20-25% de la MS en el momento de la floración hasta un 60-70% en el estado vítreo, debido a la mayor importancia del grano que llega a construir el 45-55% de la materia seca de la planta. Los tallos y hojas por el contrario van perdiendo importancia con el avance del estado vegetativo.

Desde la formación del grano, los contenidos de cenizas, materias nitrogenadas y celulosas disminuyen ligeramente. Los glúcidos solubles van transformándose en almidón del grano, por lo que el contenido es máximo después de la floración (Tabla 2).

**Tabla 2***Evolución del estado vegetativo y composición química de la planta de maíz.*

Composición	Estado vegetativo			
	Formación de grano	Grano lechoso	Grano pastoso	Grano vitrio
MS de planta (%)	18	23	27	32
<b><u>Composición Morfológica en % de M.S.</u></b>				
Hojas	17	16	13	11
Tallos	45	42	29	24
Espiga + envoltura	38	42	58	62
Granos	0	20	42	50
<b><u>Composición química en % de M.S.</u></b>				
Cenizas (%MS)	7	6	5	5
Materia Nitrog. (%MS)	10	9	8	8
Celulosa Bruta (%MS)	23	20	18	17
Glúcidos solubles	18	14	10	-

*Fuente:* Tomado de Demarquilly (1994) citado por (Cañeque, 1998).

Muslera & Ratera (1991) indican que los contenidos de paredes celulares (fibra detergente neutro) y de celulosa que son máximos después de la floración (50-55% y 26-28% de Materia Seca respectivamente) disminuyen según se va formando el grano, estabilizándose en el momento del ensilado (30% de MS de la planta) con valores de 40-45% para la FDN y 16-18% de la MS para la celulosa.

Según Tollenaar, M. *et al.* (1994) en el cultivo de maíz forrajero se deben considerar numerosos factores agroecológicos, dentro de los cuales resaltan la fertilización y la densidad de plantas como las variables de mayor incidencia en un resultado satisfactorio. Estos factores pueden ocasionar variabilidad sobre la proporción de mazorca hojas y tallo, contenido y digestibilidad de FDN, contenido y digestibilidad del almidón y porcentaje de proteína, afectando la calidad del forraje. La producción y calidad forraje del cultivo de maíz destinado para silaje varía en función del híbrido, de las prácticas de manejo del cultivo, estado de madurez a la cosecha, manejo pos cosecha y condiciones ambientales.

#### **a) Estado de madurez al momento de la cosecha**

Cañeque (1998) mencionó que el contenido de materia seca puede estimarse en el campo de forma aproximada por la observación del estado de madurez del grano. Los diferentes estados

de grano antes de llegar a la maduración son: a) Estado, el grano libera una sustancia lechosa y la planta entera contiene un 20% de materia seca; b) Estado cremoso, al aplastarlo no libera jugos y la planta entera contiene 25% de materia seca; c) Estado pastoso duro, difícil de aplastar y la planta entera contiene 30% de materia seca; d) Estado vítreo (indentado), el grano es duro y el contenido de materia seca es superior a 35%.

### 2.3 Definición de términos básicos

**Análisis químico:** Conjunto de técnicas y procedimientos empleados en muchos campos de la ciencia para identificar y cuantificar la composición química de una sustancia mediante diferentes métodos.

**Biomasa:** Materia orgánica de origen vegetal, susceptible de ser aprovechada energéticamente. Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica.

**Biométricas:** Toma de medidas estandarizadas de los seres vivos o de procesos biológicos.

**Digestibilidad in vitro:** Procedimientos químicos de valoración de los alimentos suelen substituirse por métodos enzimáticos de laboratorio que simulan el proceso de la digestión.

**Energía neta de lactancia:** Valor energético de un alimento que se utiliza para la producción de mantenimiento, además de leche durante la lactancia y para el mantenimiento, además de los dos últimos meses de gestación en vacas secas, preñadas.

**Ensilaje:** Fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico, permite almacenar alimento en tiempos de cosecha conservando calidad y palatabilidad.

**Fertilización:** Procedimiento de hacer fértil un terreno incorporándole sustancias que mejoran su calidad y facilitan el crecimiento de las plantas.

**Fibra cruda:** Residuo obtenido tras el tratamiento de los vegetales con ácidos y álcalis. Es decir, es un concepto más químico que biológico. La fibra vegetal se refiere fundamentalmente a los elementos fibrosos de la pared de la célula vegetal. Por último, la fibra dietética engloba todo

tipo de sustancias, sean fibrosas o no y que por tanto, incluye la celulosa, la lignina, las peptinas, las gomas, etc.

**Fibra detergente ácida:** Material insoluble en una solución detergente ácida, y está constituida fundamentalmente por celulosa y lignina, aunque suelen existir otros componentes minoritarios como nitrógeno y/o minerales. Las recomendaciones de Van Soest *et al.* (1991) sugieren la corrección por el contenido en nitrógeno y cenizas. El contenido de FDA ha sido utilizado como estimativo de la digestibilidad de un alimento, pues a medida que aumenta su concentración disminuye la digestibilidad.

**Fibra detergente neutra:** Material insoluble en una solución detergente neutra, y se compone de celulosa, hemicelulosa y lignina. Además, existen otros componentes minoritarios como residuos de almidón, cenizas y nitrógeno. Las recomendaciones de Van Soest *et al.* (1991) para la determinación de FND sugieren la utilización de amilasas termoestables específicas (libres de actividad hemicelulasa, proteasa o glucanasa), especialmente en concentrados o ensilados de maíz, y la corrección por el contenido en cenizas. El contenido de FDN tiene alta asociación con el consumo voluntario y respuesta animal.

**Forrajes:** Masa vegetal frescamente cosechada (forraje verde), que se caracteriza por un elevado contenido de agua vegetación.

**Híbrido:** Organismo vivo animal o vegetal procedente del cruce de dos organismos por la reproducción sexual de razas, especies o subespecies distintas, o de alguna o más cualidades diferentes.

**Materia seca:** Parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio.

**Mazorca:** Espiga grande, formada por granos gruesos y apretados, en que se crían los frutos de algunas plantas, especialmente el maíz.

**Morfológicas:** Estudia la forma de los seres orgánicos y de las modificaciones o transformaciones que experimenta.

**Palatabilidad:** Cualidad de un alimento a ser grato al paladar.

**Panca:** Vaina que envuelve la mazorca de maíz.

**Proteína cruda:** Análisis químico que se realiza en los alimentos, basados en el nitrógeno, para obtener la cantidad de proteínas que este contiene. El valor biológico de las proteínas es la capacidad de estos para suministrar los aminoácidos esenciales en las proporciones requeridas para el mantenimiento del animal y la variedad de producciones que de él se exigen.

**Stay green:** Es una característica de ciertas plantas donde el proceso de senescencia foliar esta demorado. Esto significa que estas plantas permanecen verdes (stay green) por más tiempo, demorando así el envejecimiento (senescencia) de las hojas.

**Variedad:** Es una población con caracteres que la hacen reconocible a pesar de que hibrida libremente con otras poblaciones de la misma especie.

## **2.4 Hipótesis de la investigación**

### **2.4.1 Hipótesis general**

H<sub>0</sub>: No existen diferencias significativas entre los genotipos de maíz como forraje para las características agronómicas y rendimiento forrajero en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

H<sub>a</sub>: Existen diferencias significativas entre los genotipos de maíz como forraje para las características agronómicas y rendimiento forrajero en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

H<sub>0</sub>: No existen diferencias significativas entre las variedades para altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta, numero de mazorcas/planta, relación de peso mazorcas/planta, rendimiento de mazorcas/ha, rendimiento de materia verde total/ha, rendimiento de materia seca total/ha en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

Ha: Existen diferencias significativas entre las variedades para altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta, numero de mazorcas/planta, relación de peso mazorcas/planta, rendimiento de mazorcas/ha, rendimiento de materia verde total/ha, rendimiento de materia seca total/ha en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

H<sub>0</sub>: No existen diferencias significativas entre los híbridos para altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta, numero de mazorcas/planta, relación de peso mazorcas/planta, rendimiento de mazorcas/ha, rendimiento de materia verde total/ha, rendimiento de materia seca total/ha en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

Ha: Existen diferencias significativas entre los híbridos para altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta, numero de mazorcas/planta, relación de peso mazorcas/planta, rendimiento de mazorcas/ha, rendimiento de materia verde total/ha, rendimiento de materia seca total/ha en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

H<sub>0</sub>: No existen diferencias significativas entre las variedades e híbridos para altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta, numero de mazorcas/planta, relación de peso mazorcas/planta, rendimiento de mazorcas/ha, rendimiento de materia verde total/ha, rendimiento de materia seca total/ha en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

Ha: Existen diferencias significativas entre las variedades e híbridos para para altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta, numero de mazorcas/planta, relación de peso mazorcas/planta, rendimiento de mazorcas/ha, rendimiento de materia verde total/ha, rendimiento de materia seca total/ha en la estación experimental del Instituto

Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Diseño Metodológico

El tipo de investigación fue cuantitativa, analítica y descriptiva, longitudinal, prospectiva y experimental.

Fue cuantitativa porque se expresa numéricamente; fue analítica, ya que demostró una relación causal entre el híbrido o variedad con las características agronómicas y rendimiento forrajero, y descriptiva, ya que se recolectó, presentó y caracterizó un conjunto de datos del valor nutricional; fue longitudinal, porque existe un tiempo entre las mediciones que se realizaron para las distintas variables; fue prospectiva, porque se recogieron los datos a medida que fueron sucediendo; y fue experimental, ya que se manipularon las variables del maíz (*Zea mays*).

##### 3.1.1 Ubicación

El presente experimento se llevó a cabo dentro del marco del Proyecto 109\_PI “Estudio de mejoramiento genético y ambiental del cruzamiento de caprinos criollos de la región con razas pura para identificar reproductores superiores y consolidar un núcleo genético” en la Estación Experimental Agraria Donoso Huaral, del Instituto Nacional de Innovación Agraria, provincia de Huaral, perteneciente a la región Lima. Encontrándose a 180 m.s.n.m. y la ubicación UTM es -11.536558 y -77.236361.

##### 3.1.2 Materiales e insumos

- a) **Materiales:** Se utilizó formatos de registro, libreta de campo, computadora portátil y bolígrafos, para la recolección de datos. A su vez, se hizo uso del vernier, wincha, regla, balanza, entre otras herramientas de campo.
- b) **Insumos:** Se utilizó semillas de dos variedades (Chuska – INIA 617 y Maíz Amarillo Duro Marginal 28 Tropical - M28T) y dos híbridos (INIA 619 – Megahíbrido y Atlas 777). También se hizo uso de fertilizantes (urea, fosfato diamonio y sulfato de potasio).

### 3.1.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar para determinar diferencias significativas entre los cuatro tratamientos, cuyo modelo lineal se muestra a continuación:

$$Y_{ij} = u + T_i + \epsilon_{ij}$$

**Dónde:**

$Y_{ij}$ : Variable respuesta debido al efecto del tratamiento.

$u$ : Media general para la variable respuesta.

$T_i$ : Efecto de los tratamientos (variedades e híbridos).

$\epsilon_{ij}$ : Error experimental.

Asimismo, se realizaron pruebas de comparaciones múltiples (contrastes ortogonales) entre:

- a) Variedad vs Variedades
- b) Híbridos vs Híbridos
- c) Variedades vs Híbridos

### 3.1.4 Tratamientos

Dos variedades y dos híbridos (tabla 3).

**Tabla 3**

*Descripción de cada uno de los tratamientos.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Genotipos</b>
T1	Maíz Forrajero INIA 617 – Chuska
T2	Maíz Amarillo Duro Marginal 28 Tropical (M28T)
T3	INIA 619 Megahíbrido
T4	Atlas 777

### **3.1.5 Características del área experimental**

Según los códigos del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica para el Desarrollo Productivo y Social Sostenible de la CONCYTEC, corresponde al Código 01 01 02 01.

**Área:** 01 Productividad y Competitividad.

**Sector:** 01 01 Agricultura, Agroindustria y Agro exportación.

**Subsector:** 01 01 02 Pecuario.

**Programa:** 01 01 02 01 Tecnología para el uso sostenible de pastos y del recurso hídrico.

### **3.1.6 Variables evaluadas**

#### **a) De las variables independientes**

A continuación se describirán cada variedad e híbrido en estudio (tabla 3):

Chuska – INIA 617: Maíz amarillo duro semiprecoz con aptitud forrajera de amplia adaptación en la costa norte, tolerante al acame, altura de planta 2.80 m, número de mazorcas/planta 1.3, altura de mazorca a 1.20 m, relación grano/coronta 83/17, grano semidentado amarillo naranja, periodo vegetativo de 93 días en verano y 110 días en invierno, rendimiento de 95 t/ha.

Maíz Amarillo Duro Marginal 28 Tropical - M28T: Maíz amarillo duro con excelente aptitud para chala adaptado a condiciones tropicales de selva y costa norte del Perú, resistente al acame y tolerante a la sequía, así como a la roya y el carbón, altura de planta de 2.00 a 2.20 m, altura de mazorca 1 a 1.10 m, grano amarillo rojizo con ligera capa crema, periodo vegetativo de 110 a 120 días.

INIA 619 - Megahíbrido: Híbrido simple de maíz amarillo duro de buena adaptación en la costa como también se adapta en la selva peruana, muestra alta tolerancia a mancha de asfalto, altura de planta de 2.30 m, altura de mazorca a 1.02 m, número de mazorcas/planta 1.2, grano amarillo oscuro, periodo vegetativo de 140 a 150 días en verano y 160 a 170 días en invierno.

Atlas 777: Maíz híbrido moderadamente tolerante *Helminthosporium maydis*, altamente tolerante a mancha de asfalto y roya, altura de planta 2.05 m, altura de mazorca 1.13 m, grano corneo dentado anaranjado intenso, periodo vegetativo de 150 a 160 días. “Stay Green” hasta la cosecha.

#### **b) De las variables dependientes**

A continuación se describirá el procedimiento de cada parámetro evaluado, de las cuales se estudió:

#### **Características Agronómicas y sus indicadores**

Se realizó evaluaciones mensuales de los cuatro genotipos.

Altura de planta (m); se midió desde la base de la planta hasta el último nudo del tallo donde se sostiene o emerge la panoja, en plantas de los surcos centrales de forma al azar.

Diámetro de tallo (cm); se midió el diámetro del tallo, en el centro del primer entrenudo emergente del suelo con ayuda del vernier (pie de rey) en plantas de los surcos centrales de forma al azar.

Número de hojas/planta (n°); se contó el número de hojas totales por planta, sin tener en cuenta la primera hoja no funcional, en plantas de los surcos centrales de forma al azar.

Número de mazorcas/planta (n°); se contó el número de mazorcas, en plantas de los surcos centrales de forma al azar.

#### **Rendimiento Forrajero y sus indicadores**

Se realizó la toma de datos al final de la cosecha

Rendimiento MV total/ha (kg/ha); se pesó diez plantas de los surcos centrales de forma al azar, por cada tratamiento de cada repetición, en relación al peso fresco total de la planta.

Rendimiento de mazorcas/ha (kg/ha); se estimó en base a los pesos de mazorcas (con panca) de las diez plantas mencionadas en el ítem anterior.

Relación de peso mazorcas/planta (%); se calculó en base porcentual con el peso de mazorca entre peso planta.

Rendimiento MS total/ha (kg/ha); se estimó en base a los resultados de la materia seca del laboratorio.

**c) De las variables en estudio**

**Valor Nutricional**

- c.1** MS (Materia Seca; %).
- c.2** PC (Proteína cruda; %).
- c.3** FDN (Fibra Detergente Neutra; %).
- c.4** FDA (Fibra Detergente Acida; %).
- c.5** NDT (Nutrientes Digestibles Totales; %).
- c.6** EN<sub>l</sub> (Energía Neta de Lactancia; Mcal/kgMS).
- c.7** CNF (Carbohidratos no fibrosos; %).

Se realizó el Análisis Químico Proximal, Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Acida (FDA), estos resultados se muestran en el Anexo 01.

**3.1.7 Conducción del experimento**

**a) Densidad de siembra (Numero de semillas por hectárea)**

**Tabla 4**

*Descripción de las densidades por tratamiento.*

Tratamiento	Densidad recomendada	Densidad real
<b>T1</b>	128, 000	118, 000
<b>T2</b>	75, 000	118, 000
<b>T3</b>	75, 880	118, 000
<b>T4</b>	72, 000	118, 000

**b) Distanciamiento entre golpes**

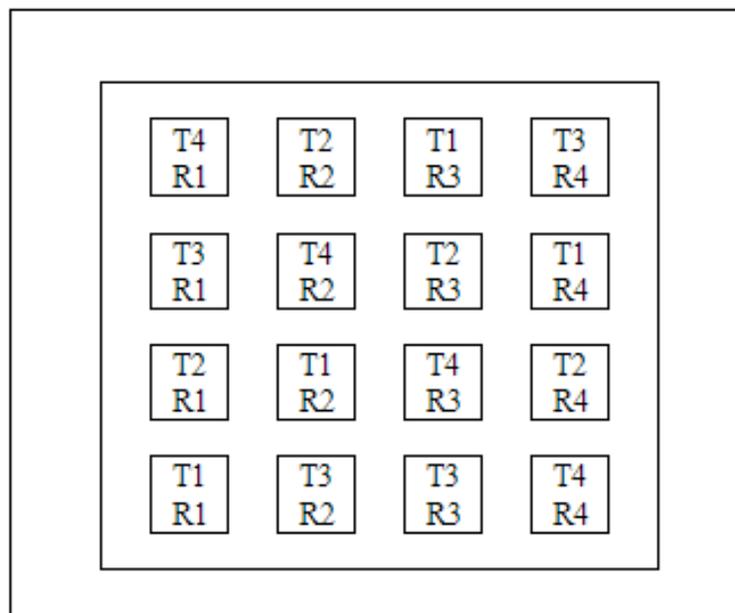
**Tabla 5**

*Descripción de los distanciamientos por tratamiento.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Distancia recomendada (m)</b>	<b>Distancia real (m)</b>
T1	0.26	0.30
T2	0.50	0.30
T3	0.30 – 0.35	0.30
T4	0.30 – 0.35	0.30

**c) Disposición de las unidades de experimentales y sus dimensiones en campo**

La disposición de las unidades experimentales, se muestra en la siguiente figura:



**Figura 1.** Esquema geográfico de la distribución de las unidades experimentales a cada parcela dentro del lote 09 en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO).

## **d) Conducción del cultivo**

### **d.1 Análisis de suelo**

El análisis de caracterización, se realizó en los laboratorios de fertilidad de suelo en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO), y los resultados se muestran en el Anexo 02.

### **d.2 Preparación del terreno**

Barbecho: Labor cultural con la finalidad de eliminar las raíces del cultivo anterior y de malezas, facilitar el surqueo y realizar el machaco.

Machaco: Se realizó con la finalidad de humedecer el suelo, facilitar la labranza y de igual forma favorecer la germinación de las semillas que serán sembradas.

Surqueo: Se usó distancias de 85 cm ente surcos con tracción mecánica.

Siembra: Se realizó la siembra manual de 3 semillas por golpe con distancias de 30 cm aprox. entre los mismos.

1° Fertilización: Se realizó a 20 días posteriores a la siembra, mediante la técnica del puyado usando la lampa sobre el suelo a 5 cm aprox. de la planta, dejando caer el fertilizante por golpe.

2° Fertilización: Se realizó de 42 días posteriores de la siembra para darle mayor soporte y estabilidad a las plantas, dejando caer el fertilizante a chorro continuo para luego ser aporcado de forma mecanizada.

Riegos: Se realizó cuando las plantas lo requirieron con algunas limitaciones por disponibilidad de agua.

### **d.3 Preparación de la semilla**

Fueron previamente desinfectadas con tiodicarb 70g de ingrediente activo más 250 ml de agua de mesa por bolsa de semilla por 25 kg aprox.

#### d.4 Preparación de fertilizantes

Nitrógeno: Lo recomendado por ha de N fue fraccionado al 50% a los 20 días pos siembra a puñado en Urea (46%N) y Fosfato Diamónico (16 – 46 – 00), el restante 50% mediante aporque a los 45 días de la siembra.

Fosforo: Lo recomendado por ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fue dado bajo Fosfato Diamónico (16 – 46 - 00) mediante aporque y aplicado a los 20 días de la siembra.

Potasio: Lo recomendado por ha de K<sub>2</sub>O fue dado bajo Sulfato de Potasio (50% K<sub>2</sub>O) mediante aporque y aplicado a los 20 días de la siembra.

De acuerdo con los análisis de suelo que se efectuó, se ajustó los base a los nutrientes disponible en los suelos. En la Tabla 6 se muestra la fórmula de abonamiento.

**Tabla 6**

*Descripción de la formulación de fertilizantes.*

	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
<b>Primer abonamiento</b>			
200 kg de urea	92	0	0
200 kg fosfato diamonio	32	92	0
150 kg sulfato de potasio	0	0	75
<b>Sub-total</b>	124	92	75
<b>Segundo abonamiento</b>			
200 kg de urea	92	0	0
<b>SUB-TOTAL</b>	92	0	0
<b>Resumen</b>			
1° Abonamiento	124	92	75
2° Abonamiento	92	0	0
<b>TOTAL</b>	216	92	75

#### d.5 Control de malezas

Se hizo control cultural mediante labranza mecánica. El control químico se realizó con la aplicación de herbicida a base de Glifosfato en dosis de 4 L por ha antes de la siembra los controles post-emergente se realizaron a los 5 días después de la siembra con atrazina a dosis de 1 L por ha y consecuentemente a los 30 días se hizo una aplicación de nicosulfuron a dosis de 1 L por ha.

## **d.6 Control de plagas y enfermedades**

Ataques de gusanos de tierra y perforadores de cuello: Se realizó el control cultural mediante el riego de machaco y labranza, el control químico se inició en la desinfección de semilla con tiodicarb preventivamente y posterior la aplicación de clorfirifos.

Ataques de cogollero: El control cultural mediante fertilización oportuna y buen control de maleza. El control químico según las evaluaciones de incidencia, se usaron los siguientes herbicidas tiodicarb – clorfirifos – clorantraniliprole – methomyl – emamectin benzoato.

Ataques de picadores chupadores: Control químico mediante el uso de insecticidas como dimetoato – imidacproprid.

Ataques de manchas foliares: Control químico mediante el uso de fungicidas como tebuconazole – difeconazol – ozoxystrobin – tebuconazol.

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población**

El presente trabajo se realizó con la población objetivo, en el lote 09 de la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO) en el Valle de Huaral, durante el periodo de verano 2018, con un área aprox. de 10 000 m<sup>2</sup>.

### **3.2.2 Muestra**

La muestra de estudio para el experimento, se tomó al azar de dos variedades y dos híbridos de maíz (*Zea mays*) como forraje, distribuidos en cuatro niveles de tratamiento con cuatro repeticiones al azar por tratamiento, en 16 surcos de 29 m. de longitud por repetición, con distanciamientos entre surcos de 0.85 m, entre golpes de 0.30 m y utilizando 3 semillas/golpe en cada repetición.

### **3.3 Técnicas de recolección de datos**

#### **3.3.1 Técnicas a emplear**

Mediante formatos de registros de datos, elaborados y validados por la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO), se recolectaron datos de todas las variables en estudio.

#### **3.3.2 Descripción de los instrumentos de recolección de datos**

Fueron los formatos únicos de registro de datos, en cuya estructura quedaron registradas todas las variables en estudio. Así mismo, se utilizó una libreta de campo, en la que se anotó lo observado, computadora portátil con sus respectivos medios de almacenaje, dispositivos como cámara fotográfica, etc.

### **3.4 Técnicas para el procesamiento de la información**

La información fue obtenida de las evaluaciones en las 16 parcelas del experimento, ubicado en la estación experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO). Se tomaron los datos a los 90 días de altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta y número de mazorcas/planta, el resto de variables al momento de la cosecha en el día 110.

Para el procesamiento y análisis de las variables en estudio, se utilizó el paquete estadístico SAS versión 9.4. Asimismo, se eligió el DCA para analizar el rendimiento forrajero y las características agronómicas de los diferentes genotipos de maíz (*Zea mays*), mediante la prueba de contrastes ortogonales; y por último, se realizó una descripción del valor nutricional de cada genotipo de maíz como forraje.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Influencia de los genotipos de maíz sobre las características agronómicas

Los promedios de la altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas por planta y número de mazorcas por planta según el genotipo de maíz, se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7**

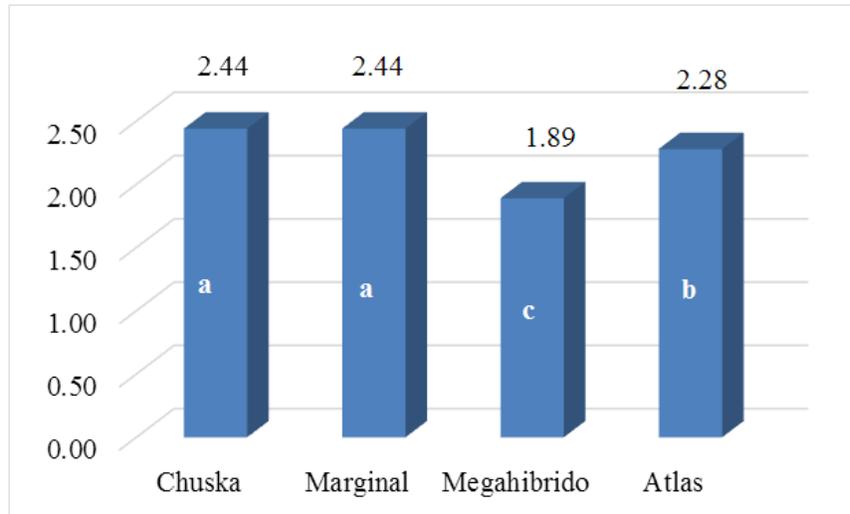
*Promedio de las características agronómicas de los genotipos del maíz como forraje.*

Características Agronómicas	Genotipos			
	Variedades		Híbridos	
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
AltPta, m	2.44 <sup>a</sup>	2.44 <sup>a</sup>	1.89 <sup>c</sup>	2.28 <sup>b</sup>
DiamTall, cm	1.95 <sup>b</sup>	2.04 <sup>b</sup>	2.26 <sup>a</sup>	1.77 <sup>c</sup>
HojasPta, n°	13.45 <sup>a</sup>	13.23 <sup>a</sup>	12.73 <sup>b</sup>	13.28 <sup>a</sup>
MzPta, n°	1.30 <sup>ab</sup>	1.13 <sup>b</sup>	1.33 <sup>ab</sup>	1.40 <sup>a</sup>

a,b = superíndices diferentes en la misma fila, indican diferencias significativas;  
T<sub>1</sub> = chuska, T<sub>2</sub>=marginal; T<sub>3</sub>=Megahíbrido; T<sub>4</sub>=Atlas;  
AltPta = altura de planta; DiamTall=diámetro de tallo; HojasPta=número de hojas/planta; MzPta = número de mazorcas/planta.

#### 4.1.1 Altura de planta

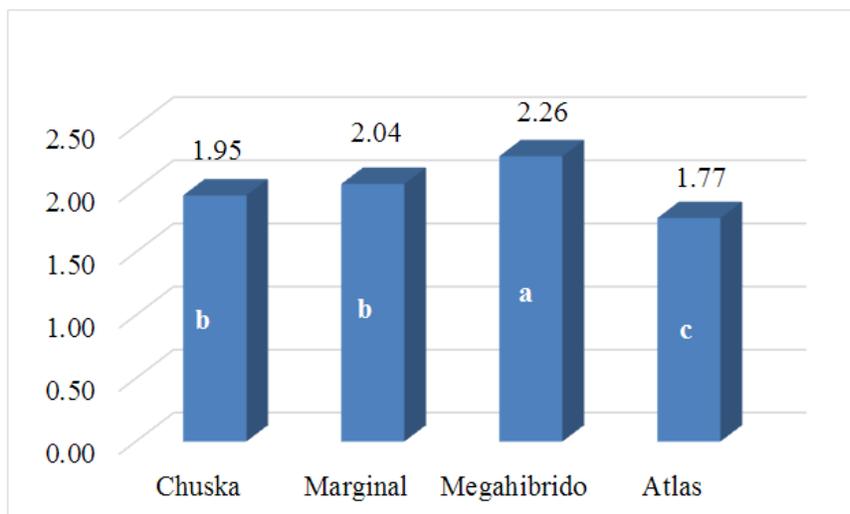
En la tabla 7, se muestra la altura de planta de los diferentes genotipos de maíz. Se aprecia que la chuska y el marginal favorecieron en una mayor altura que el atlas y aún más que el megahíbrido ( $p < 0.05$ ).



**Figura 2.** Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre la altura final de la planta.

#### 4.1.2 Diámetro de tallo

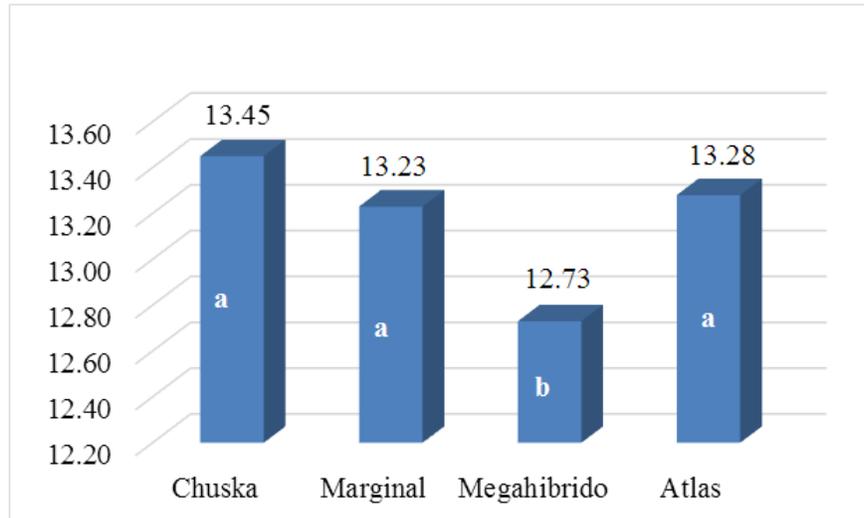
El mayor diámetro de tallo del maíz como forraje, fue a favor del megahíbrido ( $p < 0.05$ ), seguido de la chuska y el marginal, y con menor diámetro el atlas.



**Figura 3.** Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre el diámetro final del tallo.

### 4.1.3 Número de hojas/planta

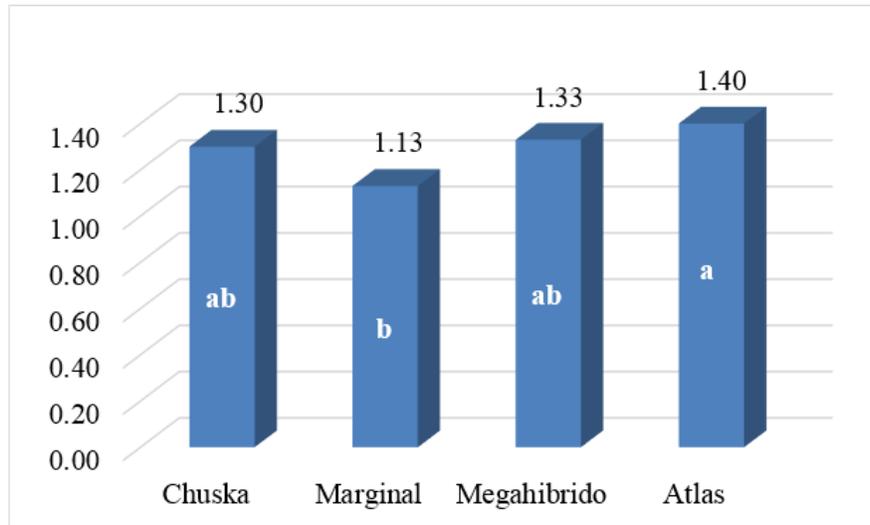
Las mayores cantidades de hojas por planta de maíz como forraje al final de la investigación, fueron para chuska, atlas y marginal estadísticamente similares pero diferentes con respecto a megahíbrido ( $p < 0.05$ ), tal como se observa en la Figura 4.



**Figura 4.** Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre el número de hojas final de la planta.

### 4.1.4 Número de mazorcas/planta

El mayor número de mazorcas por planta de maíz como forraje, al final de la investigación, fue estadísticamente diferente ( $p < 0.05$ ) a favor del atlas (Figura 5).



**Figura 5.** Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre el número de mazorcas final de la planta.

#### 4.2 Contrastes ortogonales entre las características agronómicas de acuerdo a los genotipos de maíz

Los contrastes ortogonales para los promedios de la altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas por planta y número de mazorcas por planta según el genotipo de maíz, se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8**

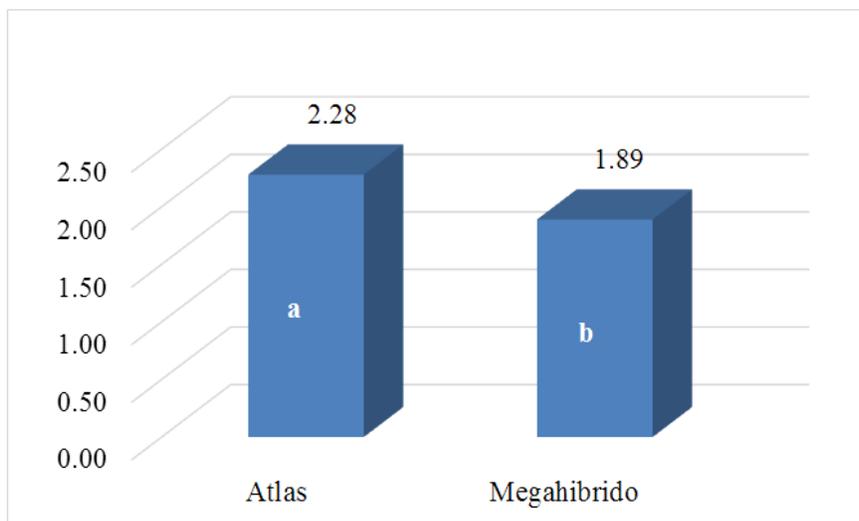
*Comparación ortogonal entre el promedio de las características agronómicas de los genotipos del maíz como forraje.*

Contrastes Ortogonales	AltPta	DiamTall	HojasPta	MzPta
Variedad vs Variedad	0.9332	0.1763	0.3593	0.0818
Híbrido vs Híbrido	<0.0001	<0.0001	0.0260	0.4540
Variedades vs Híbridos	<0.0001	<0.0001	0.0265	0.0788

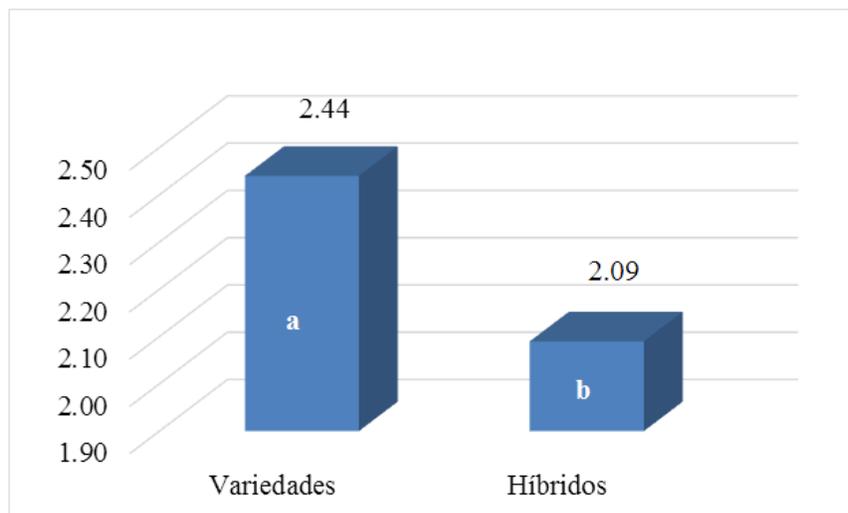
AltPta=altura de planta; DiamTall=diámetro de tallo; HojasPta=número de hojas/planta; MzPta=número de mazorcas/planta.

#### 4.2.1 Altura de planta

Se encontraron diferencias significativas entre los híbridos ( $p < 0.01$ ) a favor de atlas (Figura 6), y entre variedades vs híbridos ( $p < 0.01$ ) a favor de variedades (Figura 7). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre las variedades ( $p > 0.05$ ).



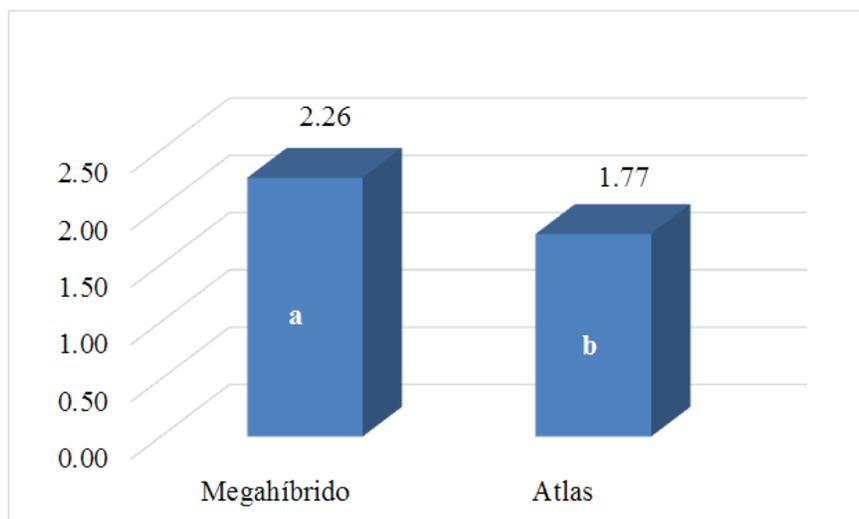
**Figura 6.** Altura final de la planta de acuerdo a los genotipos de maíz como forraje (Híbrido vs Híbrido).



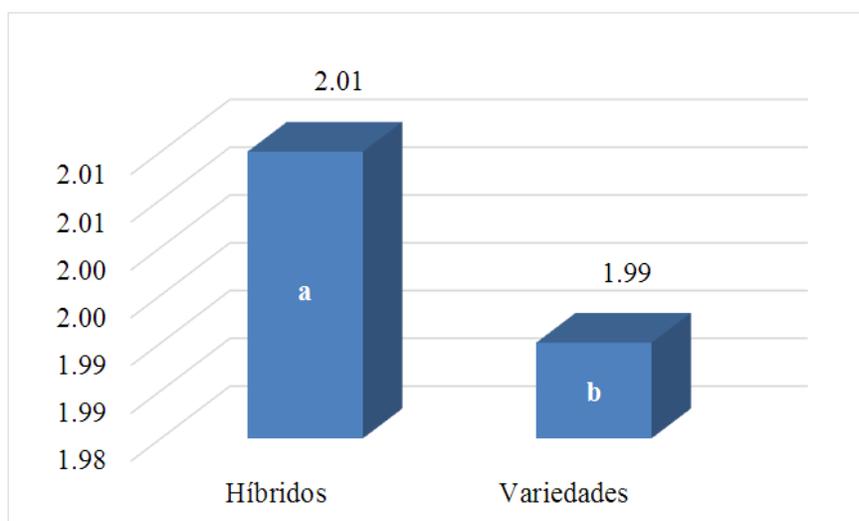
**Figura 7.** Altura final de la planta de acuerdo a los genotipos de maíz como forraje (Variedad vs Híbridos).

#### 4.2.2 Diámetro de tallo

Se encontraron diferencias significativas entre los híbridos ( $p < 0.01$ ) a favor de megahíbrido (Figura 8), y entre variedades vs híbridos ( $p < 0.01$ ) a favor de los híbridos (Figura 9). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre las variedades ( $p > 0.05$ ).



**Figura 8.** Diámetro final del tallo de acuerdo a los genotipos de maíz (Híbrido vs Híbrido).



**Figura 9.** Diámetro final del tallo de acuerdo a los genotipos de maíz (Híbrido vs Variedad).

### 4.2.3 Número de hojas/planta

Se encontraron diferencias significativas entre los híbridos ( $p < 0.05$ ) a favor de atlas, y entre variedades vs híbridos ( $p < 0.05$ ) a favor de variedades. Al contrario, no se observaron diferencias significativas entre las variedades ( $p > 0.05$ ), tal como se observa en la tabla 8.

### 4.2.4 Número de mazorcas/planta

No se observaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las variedades, entre los híbridos y al comparar variedades vs híbridos, tal como se observa en la tabla 8.

## 4.3 Influencia de los genotipos de maíz sobre el rendimiento forrajero

Los promedios del rendimiento de materia verde total por ha, el rendimiento mazorcas por ha, el rendimiento materia seca total por ha, la relación de peso mazorcas por planta según el genotipo de maíz, se muestra en la tabla 9.

**Tabla 9**

*Promedio del rendimiento forrajero de los genotipos del maíz como forraje.*

Rendimiento forrajero	Genotipos			
	Variedades		Híbridos	
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
RdtoMV, kg/ha	70001 <sup>a</sup>	72384 <sup>a</sup>	58416 <sup>a</sup>	73150 <sup>a</sup>
RdtoMz, kg/ha	27438 <sup>a</sup>	21647 <sup>a</sup>	20900 <sup>a</sup>	28097 <sup>a</sup>
RdtoMS, kg/ha	25481 <sup>a</sup>	26051 <sup>a</sup>	20738 <sup>a</sup>	21221 <sup>a</sup>
MzPtaPorc, %	39.31 <sup>a</sup>	30.97 <sup>b</sup>	35.69 <sup>ab</sup>	38.14 <sup>ab</sup>

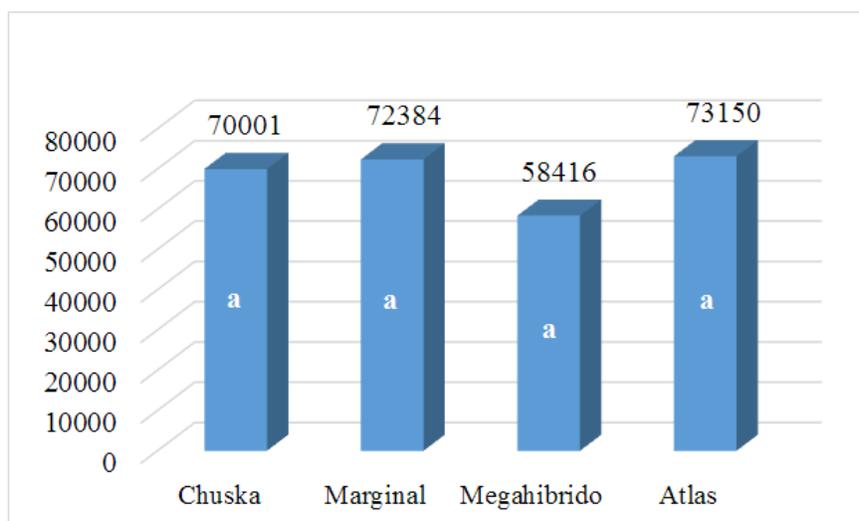
a,b=superíndices diferentes en la misma fila, indican diferencias significativas;

T<sub>1</sub>=chuska, T<sub>2</sub>=marginal; T<sub>3</sub>=Megahíbrido; T<sub>4</sub>=Atlas;

RdtoMV=rendimiento de MV total/ha; RdtoMz=rendimiento mazorcas/ha; RdtoMS=rendimiento MS total/ha; MzPtaPorc=relación de peso mazorcas/planta.

### 4.3.1 Rendimiento de materia verde

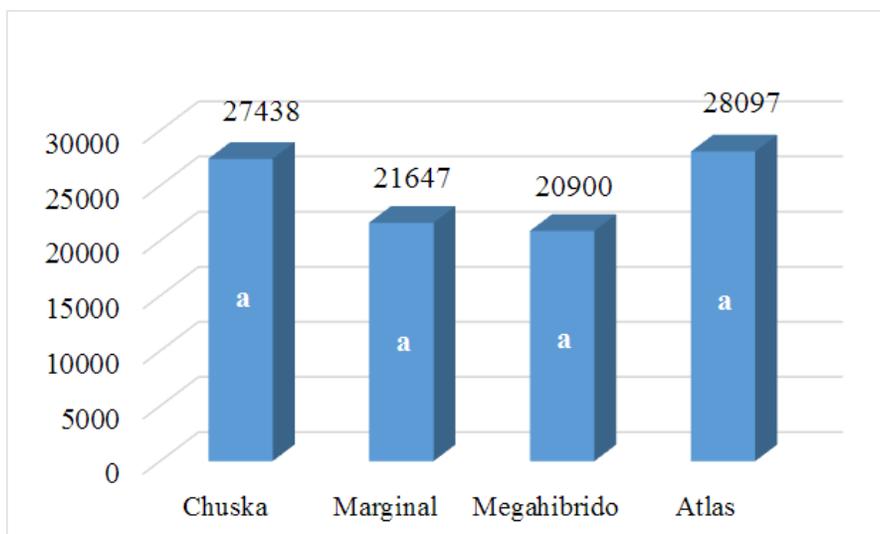
El mayor rendimiento de materia verde total por hectárea de maíz como forraje, fueron estadísticamente similares ( $p < 0.05$ ), como se observa en la Figura 10.



**Figura 10.** Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre el rendimiento final de materia verde por hectárea.

### 4.3.2 Rendimiento mazorcas

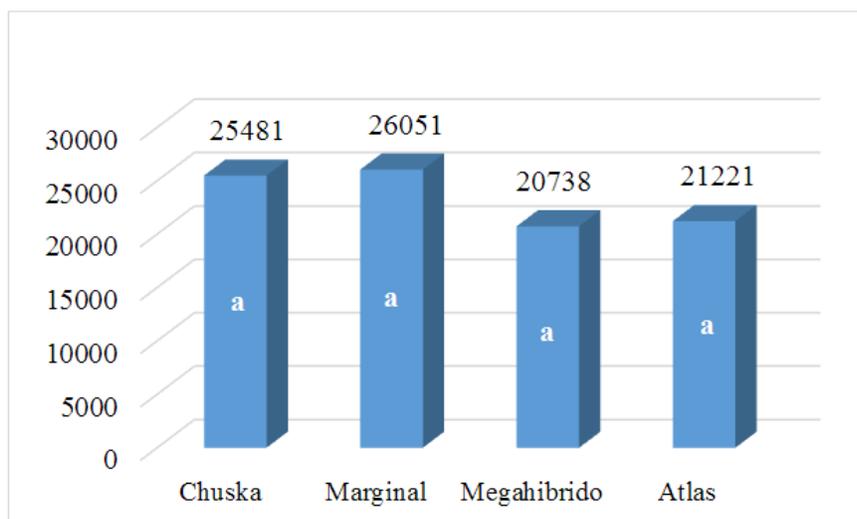
Se encontró que el mayor rendimiento de mazorcas por hectárea de maíz como forraje, al final de la investigación, fueron estadísticamente similares ( $p < 0.05$ ), como se observa en la Figura 11.



**Figura 11.** Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre el rendimiento final de mazorcas por hectárea.

### 4.3.3 Rendimiento de materia seca

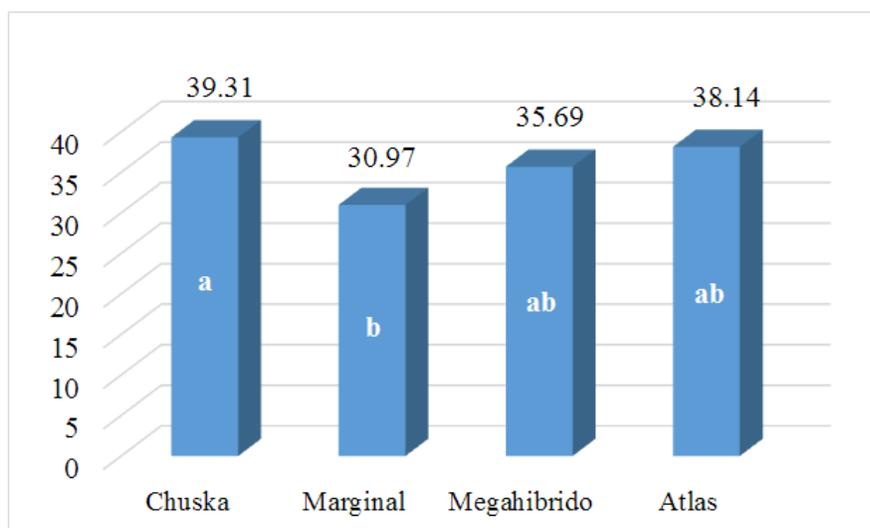
Se encontró que el mayor rendimiento de materia seca total por hectárea de maíz como forraje, fueron estadísticamente similares ( $p < 0.05$ ), como se observa en la Figura 12.



**Figura 12.** Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre el rendimiento final de materia seca por hectárea.

#### 4.3.4 Relación peso mazorca/planta

La mayor relación de peso mazorca por planta de maíz como forraje, fue estadísticamente diferente ( $p < 0.05$ ) a favor para chuska (Figura 13).



**Figura 13.** Influencia de los genotipos de maíz como forraje sobre la relación final de mazorcas por planta.

#### 4.4 Contrastes ortogonales entre el rendimiento forrajero de acuerdo a los genotipos de maíz

Comparación ortogonal de los promedios del rendimiento de materia verde total por ha, el rendimiento mazorcas por ha, el rendimiento materia seca total por ha, la relación de peso mazorcas por planta según el genotipo de maíz, se muestra en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Comparación ortogonal entre el promedio del rendimiento forrajero de los genotipos del maíz como forraje.*

Contrastes Ortogonales	RdtoMV	RdtoMz	RdtoMS	MzPtaPorc
Variedad vs Variedad	0.7916	0.1027	0.8566	0.0299
Híbrido vs Híbrido	0.1206	0.0485	0.8783	0.4831
Variedades vs Híbridos	0.3415	0.0160	0.9844	0.0437

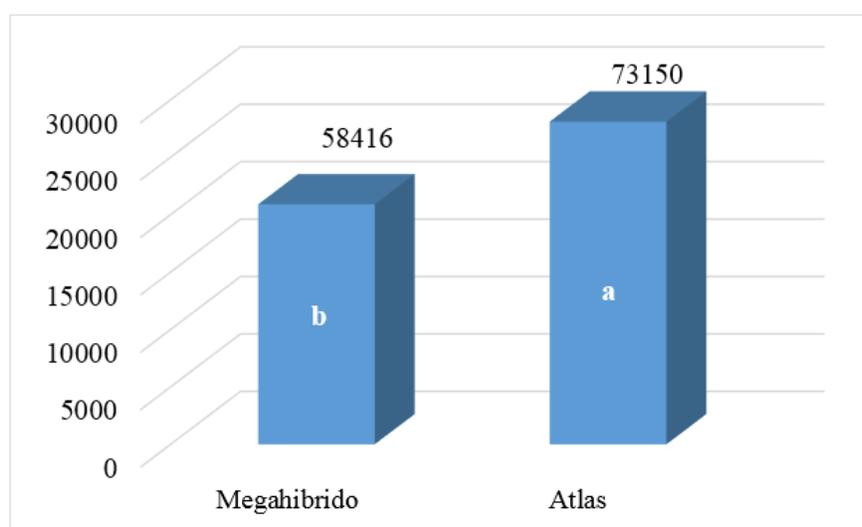
RdtoMV=rendimiento de MV total/ha; RdtoMz=rendimiento mazorcas/ha; RdtoMS=rendimiento MS total/ha; MzPtaPorc=relación de peso mazorcas/planta.

#### 4.4.1 Rendimiento de materia verde

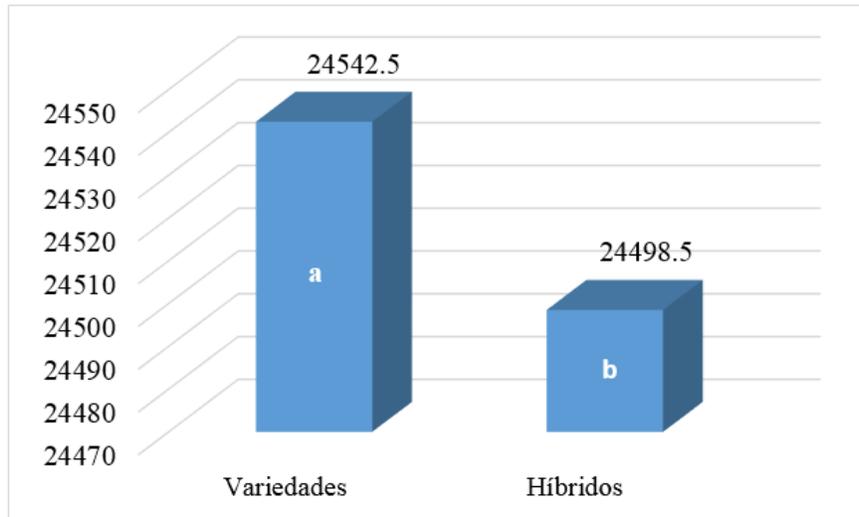
No se observaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las variedades, entre los híbridos y al comparar entre variedades vs híbridos.

#### 4.4.2 Rendimiento mazorcas

Se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los híbridos y entre las variedades vs híbridos, pero no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) al comparar entre variedades.



**Figura 14.** Rendimiento final de mazorcas por hectárea de acuerdo a los genotipos de maíz (Híbrido vs Híbrido).



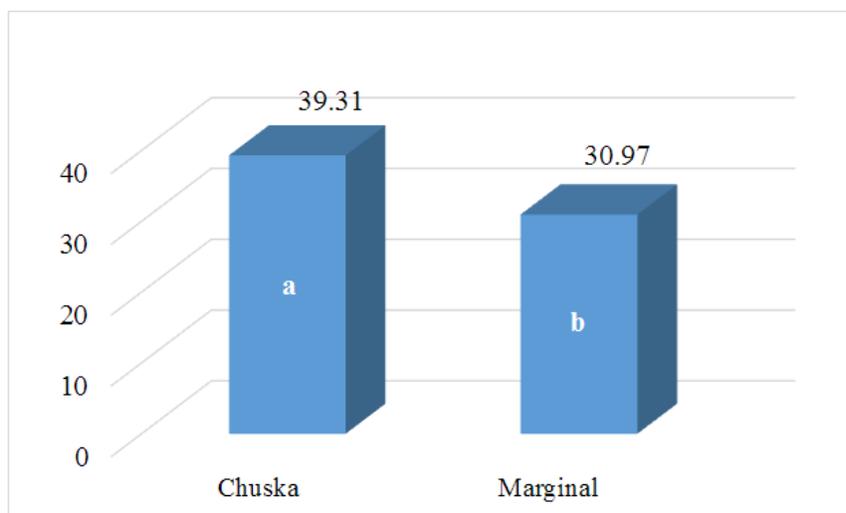
**Figura 15.** Rendimiento final de mazorcas por hectárea de acuerdo a los genotipos de maíz (Variedades vs Híbridos).

#### 4.4.3 Rendimiento de materia seca

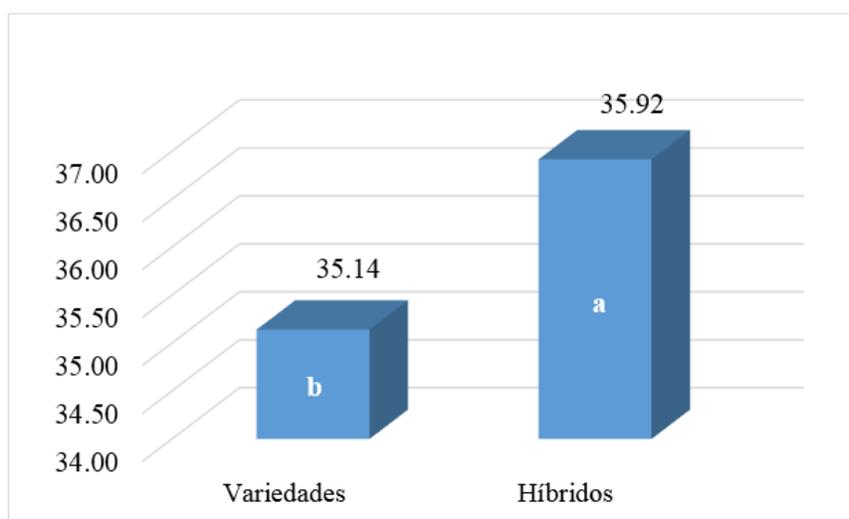
No se observaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las variedades, entre los híbridos y al comparar entre variedades vs híbridos.

#### 4.4.4 Relación peso mazorca/planta

Se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre variedades y entre las variedades vs híbridos, pero no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) al comparar híbridos.



**Figura 16.** Relación final del peso mazorca por planta de acuerdo a los genotipos de maíz (Variedad vs Variedad).



**Figura 17.** Relación final del peso mazorca por planta de acuerdo a los genotipos de maíz (Variedades vs Híbridos).

#### 4.5 Valor nutricional de los genotipos evaluados de maíz

En la Tabla 11 se muestran los resultados de la evaluación nutricional de todos los genotipos de maíz utilizadas en el presente estudio. En cuanto a la materia seca (MS) obtenida en el maíz como forraje son de 36.4, 36.0, 35.5 y 29.0 % en la chuska, marginal, megahíbrido y atlas, respectivamente. El contenido de proteína cruda entre los genotipos fue numéricamente

diferentes, con mayor valor en el atlas (9.1%) en comparación a los demás valores. En cuanto a la fibra detergente neutra (FDN) y la fibra detergente acida (FDA), observamos menores valores en los híbridos en comparación con las variedades. En los nutrientes digestibles totales (NDT), energía neta de lactación (EN<sub>l</sub>) y los carbohidratos no fibrosos (NFC) obtenidos con mayor valor fue en el Megahíbrido con 71.48%, 1.63 Mcal/kg MS y 39.27%, respectivamente.

**Tabla 11**

*Valores nutricionales de los genotipos de maíz evaluados.*

	Genotipos			
	Variedades		Híbridos	
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Materia seca, %	36.40	35.99	35.50	29.01
Proteína total, %	6.79	6.72	6.93	9.13
Grasa, %	1.70	1.14	1.69	2.24
Fibra cruda, %	20.63	23.23	18.31	19.75
Cenizas, %	5.82	6.45	5.49	7.07
Extracto libre de N, %	65.05	62.46	67.58	61.81
Fibra detergente neutro, %	49.75	52.93	46.62	45.98
Fibra detergente ácido, %	27.88	31.01	26.08	26.51
Carbohidratos no fibrosos, %	35.93	32.76	39.27	35.57
Energía neta lactación, Mcal/kg MS	1.57	1.49	1.63	1.54
Nutrientes digestibles totales, %	68.91	65.56	71.48	67.84

1=chuska, 2=marginal; 3=Megahíbrido; 4=Atlas;

**Fuente:** Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA – UNALM, 2018)

## **V. DISCUSIÓN**

### **5.1 Características agronómicas de los genotipos de maíz**

Generalmente la selección de genotipos de maíces para el propósito forrajero se relaciona con el mayor rendimiento de materia seca por hectárea (Nuñez, Contreras, & Faz, 2003). Sin embargo, en la actualidad, se está seleccionando maíces con mejor valor nutritivo con mayor énfasis en la calidad energética y la digestibilidad de la planta.

#### **5.1.1 Altura de planta**

La mayor altura de planta en las variedades, se debe a ésta, es una de sus características agronómicas principales (Elizando & Boschini, 2002). Estos resultados no coinciden con los resultados de Felix (2002), quien encontró mayor altura de 3.43 m para los genotipos Chala Puente y PM 212, puede deberse a las altas densidades de siembra. Asimismo, Pasache (1998) obtuvo mayores alturas de 3.18 y 2.97 m para las variedades Colombiano Fumagalli y PM-270.

#### **5.1.2 Diámetro de tallo**

El diámetro de tallo, es uno de las características agronómicas del maíz que son considerados resistentes al acame de las plantas. Felix (2002) encontró mayores diámetros de tallo de 3.20 y 2.60 cm para Chala Puente y PM 212, respectivamente. También, Pasache (1998) encontró mejores diámetros de 2.68 y 2.52 cm para Colombiano Fumagalli y PM-270, respectivamente.

#### **5.1.3 Número de hojas/planta**

El número de hojas está relacionado con la precocidad de la planta, híbridos con maduración precoz puede desarrollar menos hojas que los de maduración tardía (Hanway, 1966). Además, las plantas con mayor número de hojas pueden tener un mayor rendimiento de materia seca (Nuñez, Contreras, & Faz, 2003). Resultados similares encontraron en las variedades de chuska y marginal con 12.83 y 13.67 hojas/planta, respectivamente (Pérez & Vásquez, 2017). Similares datos, Felix (2002) encontró con 13.70 y 12.60 hojas para Chala Puente y PM 212, respectivamente. Pero, Pasache (1998) encontró mayores números, entre 15.40 y 16.00, para Colombiano Fumagalli, y PM-270, respectivamente.

#### **5.1.4 Número de mazorcas/planta**

La mayoría de los híbridos de porte bajo tienen un mayor porcentaje de mazorcas (número de mazorcas) (Nuñez, Contreras, & Faz, 2003). Felix (2002) encontró casi similares cantidades de mazorcas por planta de 1.70 y 1.50 mazorcas para PM 212 y Chala Puente, respectivamente.

## **5.2 El rendimiento forrajero de los genotipos de maíz**

Generalmente la selección de genotipos de maíces para el propósito forrajero se relacionan con el mayor rendimiento de materia seca por hectárea (Nuñez, Contreras, & Faz, 2003). Sin embargo en la actualidad se está seleccionando maíces con mejor valor nutritivo, con mayor énfasis en la calidad energética y la digestibilidad de la planta.

### **5.2.1 Rendimiento de materia verde y materia seca**

El rendimiento de forraje fresco está directamente relacionado con la altura de planta (Almonacid, 2000) y (Pasache, 1998). Mejores rendimientos encontró (Felix, 2002), con valores de 107.7 y 27.2 t/ha para el cultivar chala puente con rendimientos de materia verde y materia seca, respectivamente. Podría deberse a la mejor calidad de suelos y manejo de cultivo. Pero, (Huaman, 1994) encontró similares pesos con el híbrido PMS 270 y Oramas & Vivas (2007) encontraron menores rendimientos de forraje de maíz con 42.5 t/ha, 46,7 t/ha y 31, 4 t/ha para Pioneer, Dekalb e ICA, respectivamente. Elizando & Boschini (2002) encontraron que pese a que el maíz criollo no estuvo en el estado óptimo para ser cosechado, los rendimientos son mayores a los obtenidos con el maíz híbrido en un 62% en materia verde y 37% en materia seca.

### **5.2.2 Rendimiento mazorcas**

El rendimiento de mazorcas es una de las características más importantes en la actualidad, por la disponibilidad de granos y su valor energético del forraje. Rendimientos menores (17520 kg/ha) obtuvo (Almonacid, 2000).

### **5.2.3 Relación peso mazorca/planta**

El porcentaje de mazorcas es una de las características más importantes que determina el valor energético (Nuñez, Contreras, & Faz, 2003). Zamudio y otros (2015) encontraron diferencia altamente significativa en el número de mazorcas a la cosecha, distinguiendo que los mayores valores fueron para el conjunto de híbridos en comparación a las variedades criollas mejoradas.

### **5.3 Valor nutricional de los genotipos de maíz**

En el presente estudio el megahíbrido logró destacar en calidad forrajera, especialmente en la calidad energética ( $EN_i$ ) y su bajo nivel de FDA. Estos dos indicadores se relacionan con la capacidad lactogénica y más estrechamente con la digestibilidad de alimento (Chamberlain & Wilkinson, 2002). Valores similares encontró (Zaragoza, y otros, 2019) en la FDA del híbrido PUMA 1117. Félix (2002) obtuvo similares valores en el cultivar PM 212.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se llegaron a las siguientes conclusiones:

Las variedades lograron mayor altura de planta en comparación a los híbridos ( $p < 0.01$ ).

Los híbridos lograron mayor diámetro de tallo en comparación a las variedades ( $p < 0.01$ ).

Las variedades lograron mayor número de hojas/planta en comparación a los híbridos ( $p < 0.05$ ).

No se encontró diferencia estadística en el número de mazorca por planta al comparar entre variedades e híbridos ( $p > 0.05$ ).

No se encontró diferencia estadística en el rendimiento de materia verde por hectárea al comparar entre variedades e híbridos ( $p > 0.05$ ).

Las variedades lograron mayor rendimiento de mazorcas por hectárea en comparación a los híbridos ( $p < 0.05$ ).

No se encontró diferencia estadística en el rendimiento de materia seca por hectárea al comparar variedades e híbridos ( $p > 0.05$ ).

Los híbridos lograron mayor relación peso mazorca por planta en comparación a las variedades ( $p < 0.05$ ).

### 6.2 Recomendaciones

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se proponen las siguientes recomendaciones:

Evaluar el rendimiento y su valor nutricional de los maíces en diferentes estadios de madurez del grano.

Evaluar el rendimiento y su valor nutricional de los maíces en diferentes estadios de madurez de la planta.

Realizar un experimento similar, evaluando estadísticamente la composición nutricional de cada genotipo de maíz forrajero.

## VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alba, J. (2010). *Pastos y Forrajes*. Quito, Ecuador.
- Aldrich, S. R., & Leng, E. (1974). *Produccion moderna de maíz*. Argentina: Hemisferio Sur.
- Almonacid, G. (2000). *Estudio de seis híbridos de maíz (Zea mays L.) en la producción de forraje en un suelo arenoso de Villa El Salvador*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Cañeque, V. (1998). *Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes*. España: Mundi-Prensa.
- Chamberlain, A., & Wilkinson, J. (2002). *Alimentación de la vaca lechera*. Zaragoza, España: ACRIBIA S.A.
- Cusicanqui, J., & Lauer, J. (1999). Plant density and Hybrid influence on corn Forage Yield and Quality. *Agronomy Journal*, 91, 911-915.
- Elizando, J., & Boschini, C. (2002). Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. *Agronomía Mesoamericana*, 13(1), 13-17.
- FAO. (2010). Depósito de Documentos de la FAO. Obtenido de El maíz en los Trópicos.
- Felix, R. (2002). *Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento y valor nutritivo en seis cultivares de maíz chala (DK821, DK834, DK754S, XL650, CHALA PUENTE Y PM212) para ensilaje en la zona de chancay (Lima)*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Florez, A. (1999). *Chala chocleada y alfalfa, bases de la alimentación de vacunos de leche, en las irrigaciones de la Costa del Perú*. Boletín Técnico Gloria N°1 Agosto.
- Hanway, J. (1966). How a corn plant develops. *Iowa Agricultural and Home Economics* 48, 1-17.
- Huaman, J. (1994). *Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y algunas características biométricas del maíz chalero PM 270 en la Costa Central*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Jurado, P., Lara, C., & Saucedo, R. (2014). Paquete tecnológico para la producción de maíz forrajero en Chihuahua. *Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias*.
- Leiva, D. (2008). *Factores que afectan el rendimiento y el valor nutritivo del forraje de maíz*. (Trabajo Monográfico). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Mena, F. (2010). *Evaluación de 4 híbridos de maíz forrajero (Zea mays L.) en la comuna de Futrono*. (tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Muslera, E., & Ratera, C. (1991). *Praderas y forrajes: Producción y aprovechamiento*. España: Mundi-Prensa. 2° edición.
- Neylon, J., & Kung, L. (2003). Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. *J. Dairy Sci*, 86(6), 2163-2169. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73806-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73806-5)
- Núñez, G., Contreras, E., & Faz, R. (2003). Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Técnicas Pecuarias de México*, 41(1), 37-48.
- Oramas, C., & Vivas, N. (2007). Evaluación de dos híbridos y una variedad de maíz (zea mays) en monocultivo y en asociación con fríjol (phaseolus vulgaris), para ensilaje. *Grupo de Investigación Nutrición Agropecuaria*.

- Pasache, O. (1998). *Estudio comparativo de cinco cultivares de maíz (Zea mays) para forraje en la zona de Chancay*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Pérez, A., & Vásquez, D. (2017). *Evaluación del comportamiento de 6 genotipos de maíz amarillo (Zea maíz L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el centro poblado de Yatún, Cutervo, Cajamarca*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- Pinedo, V. (1998). *Efecto de siembra en el rendimiento de Maíz Chala PM 270*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Pinter, L., Alfoldi, Z., Burucs, Z., & Paldi, E. (1994). Feed value of Forage maize Hybrids varying in tolerance to plant density. *Agro. J.*, 86, 799-804.
- Rivera, J. (1980). *Estudio del valor nutritivo en dos cultivares de maíz chala (Zea mays L.) bajo el efecto de la densidad y estado de madurez*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Scheneiter, O., & Carrete, J. (2004). *Aspectos agronomicos del maíz para silaje*. Buenos aires, Argentina: IDIA XXI (IV) N°6.
- Tollenaar, M., Dibo, A., Aguilera, A., Weose, S., & Swnton, C. (1994). Effect of crop density on weed interference in maize. *Agron. J.*, 86(4), 591-595. <https://doi.org/10.2134/agronj1994.00021962008600040003x>
- Van Soest, P., Robertson, J., & Lewis, B. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. In: Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78551-2)
- Velásquez, J. (2009). *Producción de Semillas*. Portoviejo, Ecuador.
- Wattiaux, M. (1998). *Instituto Babcock para el desarrollo y la Investigacion Internacional de la lecheria*. Wisconsin, Estados Unidos: Guia tecnica lechera.
- Wu, Z., Kanitz, F., & Satter, L. (2001). *Nutritive value of silage corn harvested at two heights above ground for lactating cows*. Madison, Wisconsin, Estados Unidos: U. S. Dairy Forage Research Center 2000-2001 Research Summary.
- Zamudio, B., Espinoza, A., Tadeo, M., Encastin, J., Martinez, J., Félix, A., . . . Turrent, A. (2015). Producción de híbridos y variedades de maíz para grano en siembra a doble hilera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(7), 1491-1505.
- Zaragoza, j., Tadeo, M., Espinoza, A., López, C., García, J., Zamudio, B., . . . Rosado, F. (2019). Rendimiento y calidad de forraje de híbridos de maíz en Valles Altos de Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(1), 101-111.

Resultados de análisis químico proximal, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) del Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA-UNALM).



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**  
**LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS**

“Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional”

**INFORME DE ENSAYO LENA N° 0301/2018**

**CLIENTE** : ESTACIÓN EXPERIMENTAL DONOSO - INIA  
**NOMBRE DEL PRODUCTO** : 04 muestras de forraje chala  
 (Denominación responsabilidad del cliente)  
**MUESTRA** : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 02-03-2018  
**FECHA DE ANÁLISIS** : Del 02/03/18 al 20/03/18  
**CANTIDAD DE MUESTRA** : Indicado en tabla  
**PRESENTACION** : Muestras frescas picadas, en bolsa de papel y polietileno  
**IDENTIFICACION** : AQ18-0301/01-04

**RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO**

CÓDIGO	AQ18-0301/01	AQ18-0301/02	AQ18-0301/03	AQ18-0301/04
<b>MUESTRA</b>	<b>SPO1</b>	<b>SPO2</b>	<b>SPO3</b>	<b>SPO4</b>
Peso (gramos)	998	1006	990	978
a.- HUMEDAD, %	63.60	64.01	64.50	70.99
b.- PROTEÍNA TOTAL (N x 6.25), %	2.47	2.42	2.46	2.65
c.- GRASA, %	0.62	0.41	0.60	0.65
d.- FIBRA CRUDA, %	7.51	8.36	6.50	5.73
e.- CENIZA, %	2.12	2.32	1.95	2.05
f.- ELN <sup>1</sup> , %	23.68	22.48	23.97	18.02
g.- FIBRA DETERGENTE NEUTRO - FDN ; %	18.11	19.05	16.55	13.34
h.- FIBRA DETERGENTE ACIDO - FDA, %	10.15	11.16	9.26	7.59

ELN<sup>1</sup> = EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO

**Métodos utilizados:**

a.- AOAC (2005), 950.46  
 b.- AOAC (2005), 984.13  
 c.- AOAC (2005), 2003.05  
 d.- AOAC (2005), 952.09  
 e.- AOAC (2005), 942.05  
 g.- ANKOM (2005) Neutral Degteng Fiber in Feeds: Filter bags technique  
 h.- ANKOM (2005) Acid Degteng Fiber in Feeds: Filter bags technique

Atentamente,

  
**Ing. Gloria Palacios Pinto**  
 Jefe del Laboratorio de Evaluación  
 Nutricional de Alimentos



La Molina, 20 de Marzo del 2018

---

Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe  
 Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830

**ANEXO 02**

Resultados análisis de suelo del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-DONOSO).

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"



**PERÚ**  
Ministerio  
de Agricultura y Riego



**inia**  
Instituto Nacional de Innovación Agraria  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA  
DONOSO C/ VOTADA B/ YAGANA HUARAL

**LABORATORIO DE SUELOS**

## ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

NOMBRE: SHARON FRANCISCO PEREZ/INGE PANDO      FECHA : 22/09/2017  
 DIRECCION: EE.A. DONOSO - HUARAL      LOTE 09

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTORCAMBIABLES (mg/100 g. suelo)				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
578	1.20	7.1	1.28	0.06	10	283	11.44	13.62	0.25	0.41	0.72	15.00

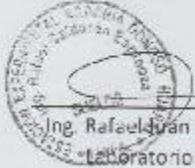
REACCIÓN DEL SUELO (pH) : Neutro  
 SALINIDAD (C.E.) : Sin peligro de sales  
 MATERIA ORGANICA (M.O.) : Bajo  
 NITROGENO (N) : Bajo  
 FOSFORO DISPONIBLE (P) : Medio  
 POTASIO DISPONIBLE (K) : Alto  
 CARBONATO DE CALCIO (CaCO3) : Alto

SUGERENCIAS:

CULTIVO	MAIZ		
	N	P2O5	K2O
kg/ha	200	100	80

OBSERVACIONES:

Proceder a fertilizar e incorporar aprox. 20 tm/ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombric o guano de isla.



Ing. Rafael Juan Calderón Espinoza  
Laboratorio de Suelos ( r )

**ANEXO 03**

*Cuadro descriptivo de las variables evaluadas para las características agronómicas.*

<b>Obs</b>	<b>Genotipos</b>	<b>Rep</b>	<b>AltPta</b>	<b>DiamTall</b>	<b>HojasPta</b>	<b>MzPta</b>
<b>1</b>		1	2.50	2.0	13	1
<b>2</b>		1	2.50	2.3	13	1
<b>3</b>		1	2.40	2.1	14	2
<b>4</b>		1	2.60	1.9	15	1
<b>5</b>		1	2.60	1.9	14	1
<b>6</b>		1	2.60	2.1	15	1
<b>7</b>		1	2.60	2.0	11	1
<b>8</b>		1	1.80	2.3	12	1
<b>9</b>		1	1.40	1.9	12	1
<b>10</b>		1	2.60	1.9	13	1
<b>11</b>		2	2.50	2.2	13	2
<b>12</b>		2	2.20	2.4	14	2
<b>13</b>		2	2.20	1.8	13	1
<b>14</b>		2	2.50	2.0	15	2
<b>15</b>		2	2.70	2.4	14	1
<b>16</b>		2	2.40	2.4	13	1
<b>17</b>		2	2.50	2.4	14	2
<b>18</b>		2	2.70	1.8	15	2
<b>19</b>		2	2.40	2.0	14	2
<b>20</b>		2	2.50	2.2	15	1
<b>21</b>		3	2.70	1.9	14	2
<b>22</b>		3	2.50	1.7	14	1
<b>23</b>		3	2.30	1.8	14	1
<b>24</b>		3	2.65	2.0	13	1
<b>25</b>		3	2.50	1.7	14	2
<b>26</b>		3	2.20	2.4	12	1
<b>27</b>		3	2.90	2.3	13	1

<b>Obs</b>	<b>Genotipos</b>	<b>Rep</b>	<b>AltPta</b>	<b>DiamTall</b>	<b>HojasPta</b>	<b>MzPta</b>
<b>28</b>		1 3	2.85	1.8	14	1
<b>29</b>		1 3	2.50	1.6	12	1
<b>30</b>		1 3	2.40	2.0	13	1
<b>31</b>		1 4	2.45	1.6	13	2
<b>32</b>		1 4	2.65	1.6	15	2
<b>33</b>		1 4	2.45	1.8	13	1
<b>34</b>		1 4	1.90	1.8	12	1
<b>35</b>		1 4	2.75	1.6	16	1
<b>36</b>		1 4	1.80	1.6	12	1
<b>37</b>		1 4	2.30	1.8	13	1
<b>38</b>		1 4	2.40	1.8	13	2
<b>39</b>		1 4	2.60	1.6	13	1
<b>40</b>		1 4	2.40	1.6	13	1
<b>41</b>		2 1	2.60	1.9	14	1
<b>42</b>		2 1	2.50	2.1	14	1
<b>43</b>		2 1	2.70	2.1	14	1
<b>44</b>		2 1	2.40	2.4	15	1
<b>45</b>		2 1	2.60	2.6	14	1
<b>46</b>		2 1	2.40	2.1	13	1
<b>47</b>		2 1	2.70	2.6	14	1
<b>48</b>		2 1	2.90	2.4	16	1
<b>49</b>		2 1	2.60	2.0	14	1
<b>50</b>		2 1	2.60	2.0	15	1
<b>51</b>		2 2	2.40	2.3	14	1
<b>52</b>		2 2	2.60	2.1	12	2
<b>53</b>		2 2	2.70	2.2	14	1
<b>54</b>		2 2	2.80	1.8	14	1
<b>55</b>		2 2	2.35	2.0	13	1
<b>56</b>		2 2	2.70	2.1	14	2

<b>Obs</b>	<b>Genotipos</b>	<b>Rep</b>	<b>AltPta</b>	<b>DiamTall</b>	<b>HojasPta</b>	<b>MzPta</b>	
<b>57</b>		2	2	2.40	2.3	13	1
<b>58</b>		2	2	2.50	2.0	13	1
<b>59</b>		2	2	2.20	2.2	12	1
<b>60</b>		2	2	2.60	1.8	13	1
<b>61</b>		2	3	2.50	2.2	13	1
<b>62</b>		2	3	1.00	1.8	13	1
<b>63</b>		2	3	2.45	1.6	13	1
<b>64</b>		2	3	2.80	1.9	12	1
<b>65</b>		2	3	2.40	2.0	13	1
<b>66</b>		2	3	2.60	1.9	15	1
<b>67</b>		2	3	2.50	1.8	14	1
<b>68</b>		2	3	2.60	2.0	14	2
<b>69</b>		2	3	2.30	2.2	14	2
<b>70</b>		2	3	2.50	1.6	12	1
<b>71</b>		2	4	2.50	2.0	13	1
<b>72</b>		2	4	2.05	2.1	11	1
<b>73</b>		2	4	2.05	1.8	12	1
<b>74</b>		2	4	2.15	1.8	10	1
<b>75</b>		2	4	2.80	2.1	13	1
<b>76</b>		2	4	2.40	2.1	12	1
<b>77</b>		2	4	2.40	1.8	12	1
<b>78</b>		2	4	2.50	2.0	12	1
<b>79</b>		2	4	1.15	1.8	12	1
<b>80</b>		2	4	2.70	2.1	14	2
<b>81</b>		3	1	1.80	2.1	12	1
<b>82</b>		3	1	2.00	2.4	13	2
<b>83</b>		3	1	1.95	2.7	14	1
<b>84</b>		3	1	2.05	2.0	12	2
<b>85</b>		3	1	1.90	2.1	14	1

<b>Obs</b>	<b>Genotipos</b>	<b>Rep</b>	<b>AltPta</b>	<b>DiamTall</b>	<b>HojasPta</b>	<b>MzPta</b>	
<b>86</b>		3	1	1.95	2.6	13	1
<b>87</b>		3	1	1.80	2.5	12	1
<b>88</b>		3	1	2.00	2.1	14	2
<b>89</b>		3	1	2.00	2.0	14	2
<b>90</b>		3	1	1.95	2.1	14	2
<b>91</b>		3	2	2.00	2.4	11	1
<b>92</b>		3	2	2.30	2.0	13	1
<b>93</b>		3	2	2.10	1.9	14	1
<b>94</b>		3	2	2.10	2.2	14	2
<b>95</b>		3	2	2.00	1.7	12	1
<b>96</b>		3	2	2.00	2.2	13	1
<b>97</b>		3	2	1.60	1.7	12	1
<b>98</b>		3	2	2.10	1.9	13	2
<b>99</b>		3	2	1.90	2.4	14	1
<b>100</b>		3	2	1.85	2.0	13	1
<b>101</b>		3	3	1.50	1.7	13	1
<b>102</b>		3	3	1.80	2.0	12	1
<b>103</b>		3	3	2.00	1.9	14	2
<b>104</b>		3	3	1.80	2.3	14	2
<b>105</b>		3	3	1.90	2.4	12	1
<b>106</b>		3	3	1.70	2.4	12	1
<b>107</b>		3	3	1.70	2.3	12	1
<b>108</b>		3	3	1.60	1.9	11	1
<b>109</b>		3	3	2.00	2.0	11	2
<b>110</b>		3	3	2.10	1.7	13	2
<b>111</b>		3	4	1.80	3.4	12	2
<b>112</b>		3	4	1.80	3.4	12	1
<b>113</b>		3	4	1.40	2.2	10	1
<b>114</b>		3	4	1.80	2.4	13	1

<b>Obs</b>	<b>Genotipos</b>	<b>Rep</b>	<b>AltPta</b>	<b>DiamTall</b>	<b>HojasPta</b>	<b>MzPta</b>
<b>115</b>		3 4	2.30	1.9	14	2
<b>116</b>		3 4	1.85	3.2	13	1
<b>117</b>		3 4	1.80	2.3	12	1
<b>118</b>		3 4	1.65	3.2	13	1
<b>119</b>		3 4	1.95	2.3	13	1
<b>120</b>		3 4	1.70	2.3	12	1
<b>121</b>		4 1	2.60	1.7	14	1
<b>122</b>		4 1	2.30	1.4	13	1
<b>123</b>		4 1	2.30	1.4	14	1
<b>124</b>		4 1	2.40	1.7	15	2
<b>125</b>		4 1	2.50	1.6	14	2
<b>126</b>		4 1	2.30	1.7	15	1
<b>127</b>		4 1	2.15	1.4	14	1
<b>128</b>		4 1	2.50	1.7	14	1
<b>129</b>		4 1	2.30	1.4	14	1
<b>130</b>		4 1	2.40	1.6	13	1
<b>131</b>		4 2	2.30	1.8	14	2
<b>132</b>		4 2	2.10	2.1	13	1
<b>133</b>		4 2	2.20	1.7	13	1
<b>134</b>		4 2	2.40	1.8	14	2
<b>135</b>		4 2	2.20	1.9	14	1
<b>136</b>		4 2	2.30	1.9	14	2
<b>137</b>		4 2	2.40	1.8	14	2
<b>138</b>		4 2	2.40	1.7	14	1
<b>139</b>		4 2	2.40	1.9	14	2
<b>140</b>		4 2	2.40	2.0	15	2
<b>141</b>		4 3	2.10	2.2	12	1
<b>142</b>		4 3	2.30	1.8	12	1
<b>143</b>		4 3	2.30	2.0	13	2

<b>Obs</b>	<b>Genotipos</b>	<b>Rep</b>	<b>AltPta</b>	<b>DiamTall</b>	<b>HojasPta</b>	<b>MzPta</b>	
<b>144</b>		4	3	2.20	2.0	13	1
<b>145</b>		4	3	2.20	1.8	12	1
<b>146</b>		4	3	2.30	2.2	11	2
<b>147</b>		4	3	2.40	2.0	12	1
<b>148</b>		4	3	2.20	1.8	12	1
<b>149</b>		4	3	2.10	2.0	14	2
<b>150</b>		4	3	2.40	1.8	11	2
<b>151</b>		4	4	2.20	1.5	11	1
<b>152</b>		4	4	2.40	1.8	13	2
<b>153</b>		4	4	2.10	1.7	14	1
<b>154</b>		4	4	2.20	1.8	12	2
<b>155</b>		4	4	2.15	1.7	13	1
<b>156</b>		4	4	2.00	1.5	13	2
<b>157</b>		4	4	1.85	1.8	14	1
<b>158</b>		4	4	2.30	1.8	13	1
<b>159</b>		4	4	2.30	1.7	13	1
<b>160</b>		4	4	2.50	1.7	14	2

#### **ANEXO 04**

*ANVA - Análisis de varianza para las características agronómicas.*

Procedimiento GLM

Variable dependiente: AltPta

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	3	8.09342188	2.69780729	38.03	<.0001
<b>Error</b>	156	11.06768750	0.07094671		
<b>Total corregido</b>	159	19.16110938			

**R-cuadrado Coef Var Raíz MSE AltPta Media**

0.422388 11.77762 0.266358 2.261563

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Tipo III SS</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Genotipos</b>	3	8.09342188	2.69780729	38.03	<.0001

Procedimiento GLM

Variable dependiente: DiamTall

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	3	4.87875000	1.62625000	18.52	<.0001
<b>Error</b>	156	13.69900000	0.08781410		
<b>Total corregido</b>	159	18.57775000			

**R-cuadrado Coef Var Raíz MSE DiamTall Media**

0.262613 14.78899 0.296334 2.003750

**Fuente DF Tipo III SS Cuadrado de la media F-Valor Pr > F**

**Genotipos** 3 4.87875000 1.62625000 18.52 <.0001

Procedimiento GLM

Variable dependiente: HojasPta

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	3	11.6187500	3.8729167	3.23	0.0240
<b>Error</b>	156	186.8250000	1.1975962		
<b>Total corregido</b>	159	198.4437500			

**R-cuadrado Coef Var Raíz MSE HojasPta Media**

0.058549 8.310184 1.094347 13.16875

**Fuente DF Tipo III SS Cuadrado de la media F-Valor Pr > F**

**Genotipos 3 11.61875000 3.87291667 3.23 0.0240**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: MzPta

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	3	1.62500000	0.54166667	2.71	0.0469
<b>Error</b>	156	31.15000000	0.19967949		
<b>Total corregido</b>	159	32.77500000			

**R-cuadrado Coef Var Raíz MSE MzPta Media**

0.049580 34.70719 0.446855 1.287500

**Fuente DF Tipo III SS Cuadrado de la media F-Valor Pr > F**

**Genotipos 3 1.62500000 0.54166667 2.71 0.0469**

## ANEXO 05

*Prueba de comparación de medias para las características agronómicas.*

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para AltPta

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

<b>Alpha</b>	0.05
<b>Grados de error de libertad</b>	156
<b>Error de cuadrado medio</b>	0.070947

<b>Número de medias</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Rango crítico</b>	.1176	.1238	.1279

**Medias con la misma letra  
no son significativamente  
diferentes.**

<b>Duncan Agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Genotipos</b>
A	2.44000	40	2
A	2.43500	40	1
B	2.28375	40	4
C	1.88750	40	3

## Procedimiento GLM

### Prueba del rango múltiple de Duncan para DiamTall

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

<b>Alpha</b>	0.05
<b>Grados de error de libertad</b>	156
<b>Error de cuadrado medio</b>	0.087814

<b>Número de medias</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Rango crítico</b>	.1309	.1378	.1423

**Medias con la misma letra  
no son significativamente  
diferentes.**

<b>Duncan Agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Genotipos</b>
A	2.25500	40	3
B	2.04000	40	2
B	1.95000	40	1
C	1.77000	40	4

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para HojasPta

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

**Alpha** 0.05  
**Grados de error de libertad** 156  
**Error de cuadrado medio** 1.197596

**Número de medias** 2 3 4  
**Rango crítico** .4834 .5088 .5257

**Medias con la misma letra  
no son significativamente  
diferentes.**

<b>Duncan Agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Genotipos</b>
A	13.4500	40	1
A	13.2750	40	4
A	13.2250	40	2
B	12.7250	40	3

## Procedimiento GLM

### Prueba del rango múltiple de Duncan para MzPta

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

**Alpha** 0.05  
**Grados de error de libertad** 156  
**Error de cuadrado medio** 0.199679

<b>Número de medias</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Rango crítico</b>	.1974	.2077	.2147

**Medias con la misma letra  
no son significativamente  
diferentes.**

<b>Duncan Agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Genotipos</b>
A	1.40000	40	4
B	A	1.32500	40 3
B	A	1.30000	40 1
B		1.12500	40 2

## ANEXO 06

*Contrastes ortogonales para las características agronómicas.*

Procedimiento GLM

Variable dependiente: AltPta

<b>Contraste</b>	<b>DF</b>	<b>Contraste SS</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>variedades</b>	1	0.00050000	0.00050000	0.01	0.9332
<b>Híbridos</b>	1	3.14028125	3.14028125	44.26	<.0001
<b>variedad vs híbrido</b>	1	1.53076562	1.53076562	21.58	<.0001

Variable dependiente: DiamTall

<b>Contraste</b>	<b>DF</b>	<b>Contraste SS</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>variedades</b>	1	0.16200000	0.16200000	1.84	0.1763
<b>híbridos</b>	1	4.70450000	4.70450000	53.57	<.0001
<b>variedad vs híbrido</b>	1	3.30625000	3.30625000	37.65	<.0001

Variable dependiente: HojasPta

<b>Contraste</b>	<b>DF</b>	<b>Contraste SS</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>variedades</b>	1	1.01250000	1.01250000	0.85	0.3593
<b>híbridos</b>	1	6.05000000	6.05000000	5.05	0.0260
<b>variedad vs híbrido</b>	1	6.00625000	6.00625000	5.02	0.0265

Variable dependiente: MzPta

<b>Contraste</b>	<b>DF</b>	<b>Contraste SS</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>variedades</b>	1	0.61250000	0.61250000	3.07	0.0818
<b>híbridos</b>	1	0.11250000	0.11250000	0.56	0.4540
<b>variedad vs híbrido</b>	1	0.62500000	0.62500000	3.13	0.0788

**ANEXO 07**

*Cuadro descriptivo de las variables evaluadas para el rendimiento forrajero.*

<b>Obs</b>	<b>Genotipos</b>	<b>Rep</b>	<b>RdtoMV</b>	<b>RdtoMz</b>	<b>RdtoMS</b>	<b>MzPtaPorc</b>
<b>1</b>	1	1	69176.47	25694.12	25180.24	37.14
<b>2</b>	1	2	88758.82	35782.35	32308.21	40.31
<b>3</b>	1	3	56800.00	25476.47	20675.20	44.85
<b>4</b>	1	4	65270.59	22800.00	23758.49	34.93
<b>5</b>	2	1	96929.41	20835.29	34884.90	21.50
<b>6</b>	2	2	64229.41	21529.41	23116.17	33.52
<b>7</b>	2	3	72017.65	24911.76	25919.15	34.59
<b>8</b>	2	4	56358.82	19311.76	20283.54	34.27
<b>9</b>	3	1	55323.53	16176.47	19639.85	29.24
<b>10</b>	3	2	54094.12	20564.71	19203.41	38.02
<b>11</b>	3	3	58635.29	22400.00	20815.53	38.20
<b>12</b>	3	4	65611.76	24458.82	23292.18	37.28
<b>13</b>	4	1	78811.76	30705.88	22863.29	38.96
<b>14</b>	4	2	77905.88	33517.65	22600.50	43.02
<b>15</b>	4	3	78000.00	28400.00	22627.80	36.41
<b>16</b>	4	4	57882.35	19764.71	16791.67	34.15

---

## **ANEXO 08**

*ANVA - Análisis de varianza para el rendimiento forrajero.*

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RdtoMV

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	3	562575615	187525205	1.21	0.3496
<b>Error</b>	12	1866460561	155538380		
<b>Total corregido</b>	15	2429036176			

<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>RdtoMV Media</b>
0.231604	18.20980	12471.50	68487.87

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Tipo III SS</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Genotipos</b>	3	562575615.4	187525205.1	1.21	0.3496

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RdtoMz

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	3	170678661.4	56892887.1	2.65	0.0966
<b>Error</b>	12	257860564.1	21488380.3		
<b>Total corregido</b>	15	428539225.5			

<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>RdtoMz Media</b>
0.398280	18.90475	4635.556	24520.59

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Tipo III SS</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Genotipos</b>	3	170678661.4	56892887.1	2.65	0.0966

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RdtoMS

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	3	92758191.3	30919397.1	1.62	0.2366
<b>Error</b>	12	228984935.1	19082077.9		
<b>Total corregido</b>	15	321743126.4			

<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>RdtoMS</b>	<b>Media</b>
0.288299	18.68992	4368.304	23372.51	

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Tipo III SS</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Genotipos</b>	3	92758191.27	30919397.09	1.62	0.2366

Procedimiento GLM

Variable dependiente: MzPtaPorc

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	3	163.5821187	54.5273729	2.38	0.1208
<b>Error</b>	12	275.0218750	22.9184896		
<b>Total corregido</b>	15	438.6039938			

<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>MzPtaPorc Media</b>
0.372961	13.28913	4.787326	36.02438

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Tipo III SS</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Genotipos</b>	3	163.5821187	54.5273729	2.38	0.1208

## ANEXO 09

*Prueba de comparación de medias para el rendimiento forrajero.*

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para RdtoMV

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

**Alpha** 0.05

**Grados de error de libertad** 12

**Error de cuadrado medio** 1.5554E8

**Número de medias** 2 3 4

**Rango crítico** 19214 20112 20656

**Medias con la misma letra  
no son significativamente  
diferentes.**

**Duncan Agrupamiento Media N Genotipos**

A 73150 4 4

A 72384 4 2

A 70001 4 1

A 58416 4 3

## Procedimiento GLM

### Prueba del rango múltiple de Duncan para RdtoMz

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

**Alpha** 0.05

**Grados de error de libertad** 12

**Error de cuadrado medio** 21488380

**Número de medias** 2 3 4

**Rango crítico** 7142 7475 7677

**Medias con la misma letra  
no son significativamente  
diferentes.**

**Duncan Agrupamiento Media N Genotipos**

A 28097 4 4

A 27438 4 1

A 21647 4 2

A 20900 4 3

## Procedimiento GLM

### Prueba del rango múltiple de Duncan para RdtoMS

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

**Alpha** 0.05

**Grados de error de libertad** 12

**Error de cuadrado medio** 19082078

**Número de medias** 2 3 4

**Rango crítico** 6730 7044 7235

**Medias con la misma letra  
no son significativamente  
diferentes.**

**Duncan Agrupamiento Media N Genotipos**

A 26051 4 2

A 25481 4 1

A 21221 4 4

A 20738 4 3

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para MzPtaPorc

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

**Alpha** 0.05

**Grados de error de libertad** 12

**Error de cuadrado medio** 22.91849

**Número de medias** 2 3 4

**Rango crítico** 7.375 7.720 7.929

**Medias con la misma letra  
no son significativamente  
diferentes.**

**Duncan Agrupamiento Media N Genotipos**

A 39.308 4 1

B A 38.135 4 4

B A 35.685 4 3

B 30.970 4 2

## ANEXO 10

*Contrastes ortogonales para el rendimiento forrajero.*

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RdtoMV

<b>Contraste</b>	<b>DF</b>	<b>Contraste SS</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>variedades</b>	1	11351206.9	11351206.9	0.07	0.7916
<b>híbridos</b>	1	434171050.9	434171050.9	2.79	0.1206
<b>variedad vs híbrido</b>	1	152558811.2	152558811.2	0.98	0.3415

Variable dependiente: RdtoMz

<b>Contraste</b>	<b>DF</b>	<b>Contraste SS</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>variedades</b>	1	67075531.6	67075531.6	3.12	0.1027
<b>híbridos</b>	1	103595345.3	103595345.3	4.82	0.0485
<b>variedad vs híbrido</b>	1	168694378.3	168694378.3	7.85	0.0160

Variable dependiente: RdtoMS

<b>Contraste</b>	<b>DF</b>	<b>Contraste SS</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>variedades</b>	1	650723.73	650723.73	0.03	0.8566
<b>híbridos</b>	1	466718.08	466718.08	0.02	0.8783
<b>variedad vs híbrido</b>	1	7626.97	7626.97	0.00	0.9844

Variable dependiente: MzPtaPorc

<b>Contraste</b>	<b>DF</b>	<b>Contraste SS</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>variedades</b>	1	139.0278125	139.0278125	6.07	0.0299
<b>Híbridos</b>	1	12.0050000	12.0050000	0.52	0.4831
<b>variedad vs híbrido</b>	1	116.3701562	116.3701562	5.08	0.0437