

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**“RESPUESTA AL NIVEL NUTRICIONAL EN EL RENDIMIENTO  
Y CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANINAS EN TRES  
VARIETADES DE MAÍZ MORADO (*Zea mays* L.)”**

**Tesis para optar el título de:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**FÉLIX JESÚS GONZALES SÁNCHEZ**

**LIMA – PERU**

**2019**

---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente  
investigación (Art. 24 Reglamento de propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**“RESPUESTA AL NIVEL NUTRICIONAL EN EL RENDIMIENTO  
Y CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANINAS EN TRES  
VARIETADES DE MAÍZ MORADO (*Zea mays* L.)”**

**Presentada por:**

**FÉLIX JESÚS GONZALES SÁNCHEZ**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO**

-----  
Ing. Mg. Sc. Julián Chura Chuquiya  
**PRESIDENTE**

-----  
Ing. Mg. Sc. Lorenzo Hurtado Leo  
**ASESOR**

-----  
Ing. Mg. Sc. Luis Beingolea Peña  
**MIEMBRO**

-----  
Ing. Mg. Sc. Julio Nazario Ríos  
**MIEMBRO**

**Lima – Perú**  
**2019**

### ***Dedicatoria:***

*De manera muy especial a mi querida hermana Carmencita, por su invaluable apoyo en mi época de estudiante universitario, hasta lograr obtener mi título profesional.*

*A la memoria de mi amado hijo Jesusito y de mi madre Juanita, quienes fueron mi soporte emocional y espiritual.*

## **Agradecimientos**

Mi eterno agradecimiento al Ing. Mg. Sc. Lorenzo Hurtado Leo, por su paciencia, dedicación enseñanzas y todo el apoyo brindado en el patrocinio de la presente tesis.

A mi amada esposa, mis amados hijos e hijas, por su aliento constante y ser mi fortaleza en todo momento.

A mi alma mater UNALM, que me brindo la formación profesional, de la que me siento muy orgulloso y complacido.

A mi Dios, que no permitió que desfallezca en los momentos más difíciles.

## INDICE GENERAL

### RESUMEN

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
<b>II.</b>	<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>3</b>
	<b>2.1 AGRONOMÍA DEL CULTIVO DE MAÍZ MORADO .....</b>	<b>3</b>
	<b>2.2 NUTRICIÓN VEGETAL DEL CULTIVO DE MAÍZ MORADO .....</b>	<b>8</b>
	<b>2.3 LA MATERIA ORGÁNICA EN LA AGRICULTURA.....</b>	<b>12</b>
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>14</b>
	<b>3.1 MATERIALES .....</b>	<b>14</b>
	<b>3.1.1 Ubicación del campo experimental .....</b>	<b>14</b>
	<b>3.1.2 Características del suelo.....</b>	<b>14</b>
	<b>3.1.3 Características del agua de riego .....</b>	<b>16</b>
	<b>3.1.4 Características climatológicas de la zona experimental .....</b>	<b>16</b>
	<b>3.1.5 Variedades de maíz morado en estudio .....</b>	<b>16</b>
	<b>3.1.6 Módulo de riego por goteo.....</b>	<b>18</b>
	<b>3.1.7 Otros materiales.....</b>	<b>21</b>
	<b>3.2 MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
	<b>3.2.1 Factores en estudio.....</b>	<b>23</b>
	<b>3.2.2 Características del campo experimental.....</b>	<b>25</b>
	<b>3.2.3 Diseño experimental .....</b>	<b>25</b>
	<b>3.2.4 Variables evaluadas .....</b>	<b>29</b>
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>35</b>
	<b>4.1 RESULTADOS GENERALES PARÁMETROS AGRONÓMICOS DEL</b>	
	<b>CULTIVO DE MAÍZ MORADO.....</b>	<b>35</b>
	<b>4.1.1 Respuesta del nivel nutricional en tres variedades de maíz</b>	
	<b>morado .....</b>	<b>35</b>
	<b>4.1.2 Parámetros agronómicos por nivel nutricional en tres</b>	
	<b>variedades de maíz morado .....</b>	<b>41</b>
	<b>4.1.3 Fenología del cultivo de maíz morado y consumo de agua de</b>	
	<b>riego .....</b>	<b>53</b>
	<b>4.2 VARIABLES DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ MORADO .</b>	<b>54</b>
	<b>4.2.1 Altura de planta .....</b>	<b>56</b>

4.2.2	Altura de la mazorca principal .....	57
4.2.3	Área foliar .....	58
4.2.4	Número de hojas por planta .....	59
4.2.5	Numero de hojas encima de la mazorca principal .....	60
4.2.6	Diámetro del tallo .....	61
4.3	MATERIA SECA TOTAL PARTE AÉREA Y SUS COMPONENTES ..	72
4.3.1	Materia seca total.....	72
4.3.2	Materia seca del tallo .....	73
4.3.3	Materia seca de hojas .....	73
4.3.4	Materia seca de panoja.....	74
4.3.5	Materia seca de panca .....	75
4.3.6	Materia seca de mazorca .....	76
4.4	RENDIMIENTOS DE MAZORCAS DE MAÍZ MORADO .....	85
4.4.1	Rendimiento total y rendimiento comercial.....	85
4.4.2	Rendimientos parciales de mazorca de maíz morado.....	88
4.5	COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE MAÍZ MORADO .....	96
4.5.1	Número de plantas por metro cuadrado.....	97
4.5.2	Número de mazorcas por planta .....	97
4.5.3	Peso promedio de mazorca.....	104
4.6	CARACTERÍSTICAS DE LA MAZORCA .....	105
4.6.1	Longitud de la mazorca.....	105
4.6.2	Diámetro de la mazorca .....	110
4.6.3	Peso seco de 100 semillas .....	110
4.6.4	Contenido de antocianinas en el grano .....	111
4.6.5	Contenido de antocianinas en la coronta .....	111
4.7	ANÁLISIS ECONOMICO .....	119
V.	CONCLUSIONES.....	121
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	122
VII.	ANEXOS .....	126

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Concentración de antocianinas en el grano y coronta del maíz morado .....	8
Cuadro 2.	Rangos y valores medios en la composición química del compost .	13
Cuadro 3:	Análisis físico – químico del suelo .....	15
Cuadro 4:	Análisis del agua de riego .....	17
Cuadro 5:	Variables meteorológicas de la zona de estudio: Periodo junio – diciembre del 2017 .....	19
Cuadro 6.	Fuentes fertilizantes.....	20
Cuadro 7.	Análisis de la materia orgánica (COMPOST) .....	20
Cuadro 8.	Aplicación nutricional días después de la germinación (ddg) .....	24
Cuadro 9.	Cronología de la conducción del experimento.....	28
Cuadro 10.	Parámetros agronómicos del cultivo de maíz morado.....	37
Cuadro 11.	Análisis de los efectos simples para la eficiencia de uso del agua de tres variedades de maíz morado .....	38
Cuadro 12.	Respuesta del cultivo de maíz morado y parámetros agronómicos a nivel del testigo .....	39
Cuadro 13.	Respuesta del cultivo de maíz morado y parámetros agronómicos a nivel de NPK: (140-80-140) kg/ha.....	40
Cuadro 14.	Respuesta del maíz morado y parámetros agronómicos a nivel de NPK+ (Ca,Fe,Mn,Zn): 140-80-140+(80,12,8,6) kg/ha .....	46
Cuadro 15.	Respuesta del maíz morado y p. agronómicos a nivel de NPK+ (Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO: 140-80-140+(80,12,8,6) kg/ha+10 t/ha.....	47

Cuadro 16.	Fenología del cultivo de maíz morado y requerimiento de riego.....	55
Cuadro 17.	Variables de crecimiento del maíz morado.....	62
Cuadro 18.	Análisis de los efectos simples para la altura de planta de tres variedades de maíz morado.....	63
Cuadro 19.	Análisis de los efectos simples para la altura de la mazorca principal de tres variedades de maíz morado.....	64
Cuadro 20.	Materia seca total parte aérea y sus componentes.....	77
Cuadro 21.	Análisis de los efectos simples para la materia seca de panca de tres variedades de maíz morado.....	78
Cuadro 22.	Rendimiento total y rendimiento comercial de mazorcas de maíz morado.....	89
Cuadro 23.	Análisis de los efectos simples para el rendimiento comercial de tres variedades de maíz morado.....	90
Cuadro 24.	Rendimientos parciales de mazorcas de maíz morado.....	98
Cuadro 25.	Análisis de los efectos simples para el rendimiento de primera de tres variedades de maíz morado.....	99
Cuadro 26.	Componentes de rendimiento de maíz morado.....	106
Cuadro 27.	Características de la mazorca de maíz morado.....	113
Cuadro 28.	Análisis económico.....	120

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la eficiencia de uso de agua de tres variedades de maíz morado .....	49
Gráfico 2.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el índice de área foliar de tres variedades de maíz morado .....	50
Gráfico 3.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el índice de cosecha de tres variedades de maíz morado .....	51
Gráfico 4.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el coeficiente de transpiración de tres variedades de maíz morado.....	52
Gráfico 5.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la altura de planta de tres variedades de maíz morado.....	66
Gráfico 6.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la altura de la mazorca principal de tres variedades de maíz morado .....	67
Gráfico 7.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el área foliar de tres variedades de maíz morado.....	68
Gráfico 8.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el número de hojas por planta de tres variedades de maíz morado .....	69
Gráfico 9.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el número de hojas encima de la mazorca principal de tres variedades de maíz morado	70
Gráfico 10.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el diámetro del tallo de tres variedades de maíz morado .....	71
Gráfico 11.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la materia seca total de tres variedades de maíz morado .....	79
Gráfico 12.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la materia seca del tallo de tres variedades de maíz morado.....	80

Gráfico 13.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la materia seca de hojas de tres variedades de maíz morado.....	81
Gráfico 14.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la materia seca de panoja de tres variedades de maíz morado.....	82
Gráfico 15.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la materia seca de panca de tres variedades de maíz morado.....	83
Gráfico 16.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la materia seca de mazorca de tres variedades de maíz morado.....	84
Gráfico 17.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el rendimiento total de mazorca de tres variedades de maíz morado.....	92
Gráfico 18.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el rendimiento comercial de mazorca de tres variedades de maíz morado .....	93
Gráfico 19.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el rendimiento de mazorcas de primera en tres variedades de maíz morado.....	101
Gráfico 20.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el rendimiento de mazorcas de segunda en tres variedades de maíz morado .....	102
Gráfico 21.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el rendimiento de mazorcas de tercera en tres variedades de maíz morado .....	103
Gráfico 22.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el número de plantas por metro cuadrado en tres variedades de maíz morado.....	107
Gráfico 23.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el número de mazorcas por planta en tres variedades de maíz morado .....	108
Gráfico 24.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el peso promedio de mazorcas en tres variedades de maíz morado .....	109
Gráfico 25.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la longitud de la mazorca de tres variedades de maíz morado.....	114

Gráfico 26.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el diámetro de la mazorca de tres variedades de maíz morado.....	115
Gráfico 27.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el peso seco de 100 semillas de tres variedades de maíz morado .....	116
Gráfico 28.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el contenido de antocianinas del grano de tres variedades de maíz morado .....	117
Gráfico 29.	Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el contenido de antocianinas de la coronta de tres variedades de maíz morado.....	118

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1:	Eficiencia de uso de agua (EUA) (kg/m <sup>3</sup> ) .....	127
Anexo 2:	Indice de área foliar (IAF) (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) .....	128
Anexo 3:	Indice de cosecha (IC) (%) .....	129
Anexo 4:	Coefficiente de transpiración (CT) (l/kg).....	130
Anexo 5:	Altura de planta (m).....	131
Anexo 6:	Altura de la mazorca principal (m).....	132
Anexo 7:	Numero de hojas por planta .....	133
Anexo 8:	Numero de hojas encima de la mazorca principal .....	134
Anexo 9:	Diametro del tallo (cm).....	135
Anexo 10:	Area foliar (cm <sup>2</sup> /pta.).....	136
Anexo 11:	Materia seca total de la parte aérea (g/planta).....	137
Anexo 12:	Materia seca total del tallo (g/planta) .....	138
Anexo 13:	Materia seca de hojas (g/planta).....	139
Anexo 14:	Materia seca de panoja (g/planta).....	140
Anexo 15:	Materia seca de panca (g/planta).....	141
Anexo 16:	Materia seca de mazorca (g/planta).....	142
Anexo 17:	Rendimiento total (Kg/ha) .....	143
Anexo 18:	Rendimiento comercial (kg/ha).....	144
Anexo 19:	Rendimiento de primera (Kg/ha).....	145
Anexo 20:	Rendimiento de segunda (Kg/ha) .....	146
Anexo 21:	Rendimiento de tercera (Kg/ha) .....	147
Anexo 22:	N° de plantas por metro cuadrado .....	148
Anexo 23:	N° de mazorcas por planta .....	149
Anexo 24:	Peso promedio de mazorca al 14 % de humedad (g) .....	150
Anexo 25:	Longitud de la mazorca (cm) .....	151
Anexo 26:	Diametro de la mazorca (cm).....	152
Anexo 27:	Peso seco de 100 semillas (g) .....	153
Anexo 28:	Contenido de antocianinas (mg de antocianina/100 g de grano molido) .....	154
Anexo 29:	Contenido de antocianinas (mg de antocianina/100 g de coronta molido).....	155
Anexo 30:	Costos de producción del cultivo de maíz morado .....	156

## RESUMEN

La presente investigación trata de la respuesta a la aplicación de cuatro niveles nutricionales en el rendimiento y concentración de antocianinas de tres variedades de maíz morado, bajo riego por goteo. El ensayo se llevó a cabo en la Unidad de Investigación de Riegos, perteneciente al Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, durante el periodo Junio a diciembre del 2017.

Los cuatro niveles nutricionales se establecieron en base a aplicar 140 kg/ha de N, 80 kg/ha de  $P_2O_5$ , 140 kg/ha de  $K_2O$ , 80 kg/ha de CaO y 12, 8 y 6 kg/ha de Fe, Mn y Zn. Asimismo, en uno de los niveles en prueba se aplicó 10 toneladas de materia orgánica en forma localizada. Las fórmulas de fertilización probadas fueron; T0: Testigo no fertilizado, T1: NPK (kg/ha) T2: NPK+ Ca +Fe+ Mn+ Zn (kg/ha) y T3: NPK + Ca+ Fe +Mn +Zn (kg/ha) + M.O (t/ha), las cuales se probaron en tres variedades de maíz morado: INIA-601, INIA-615 y PMV-581. El diseño estadístico empleado en el ensayo experimental, fue el de parcelas divididas, donde, las variedades de maíz morado fueron dispuestas aleatoriamente en parcelas dentro de cada block, mientras que los niveles nutricionales fueron distribuidos también aleatoriamente a nivel de sub parcelas dentro de cada parcela.

El rendimiento total y el rendimiento comercial muestran diferencias estadísticas altamente significativas respecto a niveles nutricionales y a variedades de maíz morado, sin embargo, en el rendimiento comercial, la interacción niveles por variedades, resulta también altamente significativa. El mayor rendimiento comercial caracteriza al nivel nutricional NPK+ Ca +Fe +Mn +Zn+ MO, kg/ha, con 6,589 kg/ha de mazorcas, con un incremento porcentual de 30.1 % respecto del testigo. Similar estadísticamente a NPK y a NPK+ Ca +Fe +Mn +Zn, con 6,456 y 6,292 kg/ha de mazorcas, respectivamente. Pero, diferente estadísticamente del testigo no fertilizado, que obtuvo el menor rendimiento de mazorcas con 5,066 kg/ha. Respecto a las variedades de maíz morado, estadísticamente son diferentes destacando la variedad PMV-581 con 8,189 kg/ha de mazorcas sobre INIA-615 e INIA-601, con incrementos porcentuales de 56.1% y 86.6 % respectivamente.

En general los componentes del rendimiento; número de plantas por metro cuadrado y peso promedio de mazorca, no presentan diferencias estadísticas para los factores en estudio, sin embargo, para el número de mazorcas por planta, se muestran diferencias altamente significativas a nivel de variedades y diferencias significativas para niveles nutricionales. La variedad PMV-581 registra el mayor número de mazorcas por planta (1.338) mazorcas, con un incremento porcentual de 9.2 % respecto de INIA-615 y 20.8 % respecto de INIA-601 que reportó el menor valor (1.108 mazorcas por planta).

El consumo de agua de riego durante los 144 días del ciclo vegetativo, fue de 3,301 m<sup>3</sup>/ha, con una ETc media de 1.98 mm/día y Kc medio de 0.92. Respecto a los parámetros agronómicos, la eficiencia del uso del agua (EUA) para niveles nutricionales indica valores de 1.53 para el Testigo, 1.95 en NPK, 1.91 en NPK+Ca +Fe +Mn +Zn y para NPK+ Ca +Fe +Mn +Zn +MO, 2.00 kilogramos de mazorcas de maíz por metro cubico de agua aplicada. La respuesta para las variedades indica que PMV-581 registró la mayor EUA con 2,48 kg/m<sup>3</sup>. Respecto al índice del área foliar (IAF) se encontraron valores de 4.28, 4.37, 4.36 y 4.78 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> para el Testigo no fertilizado, NPK, NPK+ Ca + Fe +Mn + y NPK+ Ca +Fe +Mn +Zn +MO respectivamente. Asimismo, se observó que PMV-581 registró el mayor IAF con 5.22 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. Respecto al índice de cosecha (IC) las medias fueron de 52.1%; 54.0%; 52.5% y 47.2%, respectivamente. Para variedades, INIA-601 registró el mayor (IC) con 52.6% y respecto al coeficiente de transpiración (CT) se hallaron medias de: 274.2, 260.8, 260.1, y 253.7 litros evapotranspirados por kilogramo de materia seca producida respectivamente, PMV-581 registró el menor (CT) con 233.8 l/kg.

Respecto a la concentración de antocianinas en el grano y la coronta, se mostró concentraciones del 679 % mayores en la coronta. De otro lado, a nivel de NPK+ Ca +Fe +Mn +Zn, se presenta la mejor respuesta en la concentración de antocianinas en el grano y en la coronta, con 248 y 1700 mg A/ 100 g de muestra, respectivamente; mientras que a nivel de variedades se registra una diferencia estadística altamente significativa, donde la variedad INIA-601 supera a PMV-581 y a INIA-615 con incrementos de 42.1% y 45.1 % en el grano y 65.5% y 79.2% en la coronta, respectivamente.

**Palabras clave:** Maíz morado, concentración de antocianinas, rendimiento.

## SUMMARY

This research work is in response to the application of four nutritional levels in the performance and concentration of anthocyanins of three varieties of purple corn, under the dripping irrigation method. The test was performed at the Unity of Investigation in Irrigation, part of the Academic Department of Soil of the Agrarian National University La Molina, during the period of June to December 2017.

The four nutritional levels were established based on applying 140 kg/ha of N, 80 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 140 kg/ha of K<sub>2</sub>O, 80 kg/ha of CaO and 12-8 and 6 kg/ha of Fe, Mn and Zn. Likewise, in one of the levels in test was applied, 10 tons of organic matter in localized way. The fertilization formulas tested were; T0: Unfertilized control, T1: NPK (kg/ha), T2: NPK+ Ca +Fe+ Mn+ Zn (kg/ha), and T3: NPK + Ca+ Fe +Mn +Zn (kg/ha) + (t/ha) of M.O, which were tested on three varieties of purple corn: INIA-601, INIA-615, and PMV-581. The statistical design used in the experimental, test was that of divided plots, where the varieties of purple corn were arranged randomly in the plots inside of each block, while the nutritional levels were also distributed randomly at a sub-plot level inside of each plot.

The total performance and the commercial performance exhibit significant highly statistical differences with respect to the nutritional levels and the varieties of purple corn, likewise in the commercial performance, the interaction levels per variety, were highly significant too. The greatest commercial performance characterizes at the nutritional level NPK+ Ca +Fe +Mn +Zn+ MO kg/ha, with 6 589 kg/ha of cobs, with a percentage increment of 30.1 % respect of unfertilized control. Statistically similar to NPK and to NPK+ Ca +Fe +Mn +Zn, with 6 456 and 6 292 kg/ha of corn, respectively. But, statistically different from the unfertilized control that obtained the lowest performance of cobs with 5 066 kg/ha. With respect to the varieties of purple corn, they are statistically different, standing out the variety PMV-581 variety with 8 189kg/ha of cobs over the INIA-615 and INIA-601, with percentage increments of 56.1% and 86.6 % respectively.

In general, the components of performance; number of plants per square meter and average weight of cob are not present in the statistical differences on the factors of study, nevertheless for the number of cobs per plants it exhibits significant

differences at a variety level and significant differences for the nutritional levels. The variety PMV-581 register the greatest number of cobs per cob plant (1.338), with a percentage increment of 9.2 % with respect of INIA-615 and 20.8% with respect of INIA-601 that reported the lowest value (1.108 cobs per plant).

The consumption of irrigation water during the 144 days of vegetative cycle, was of 3 301 m<sup>3</sup>/ha, with an ETc average of 1.98 mm/day and Kc average of 0.92. With respect to the agronomic parameters, the efficiency of the use of water (EUA) for the nutritional level indicates values of 1.53 for the unfertilized control, 1.95 in NPK, 1.91 in NPK+Ca +Fe +Mn +Zn and for NPK+ Ca +Fe +Mn +Zn +MO, 2.00 kilograms of corn cobs per cubic meter of water applied. The answer to the varieties indicates that PMV-581 register the greatest EUA with 2.48 kg/m<sup>3</sup>. With respect to the foliar index area (IAF) there were found values of 4.28, 4.37, 4.36, and 4.78 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> for the unfertilized control, NPK, NPK+ Ca + Fe +Mn + and NPK+ Ca +Fe +Mn +Zn +MO respectively. Likewise, it was observed that PMV-581 register the greatest IAF with 5.22 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. With respect to the harvest index (IC) the measurements were 52.1%; 54.0%; 52.5%; and 47.2%, respectively. For the INIA-601 varieties, it registered the greatest (IC) with 52.6 % and with respect to the transpiration coefficient (CT) there were found measurements of: 274.2, 260.8, 260.1, and 253.7 evapotranspiration liters per kilograms of dry matter produced respectively, PMV-581 register the lowest (CT) with 233.8 l/kg.

With respect to the anthocyanin concentration in the grain, and the cob, it exhibits concentrations of 679 % greater in the cobs. On the other hand, at a NPK+ Ca +Fe +Mn +Zn level it presents the best answer to the concentration of anthocyanin in the grain and in the cob with 248 and 1700 mg A/ 100 g of sample, respectively; whereas at a variety level it registers a significant highly statistical difference, where the INIA-601 variety surpasses the PMV-581 and the INIA-615 with increments of 42.1% and 45.1 % in the grain and 65.5% and 79.2% in the cobs, respectively.

**Key words:** Purple corn, concentration of anthocyanins, yield.

## I. INTRODUCCION

“El maíz morado es una variedad originaria del Perú que tiene el epispermo de las semillas y la tusa (coronta) de color morado, por las características tan especiales de los pigmentos que posee, entre (1,5 a 6.0) %, de antocianinas; que pertenecen al grupo de flavonoides, los cuales se constituyen en poderosos antioxidantes naturales y anticancerígenos, con beneficios cada vez más investigados en el mundo” (**Paucar, Castillo y Velásquez 2011**). El maíz morado se utiliza como alimento y colorante desde tiempos ancestrales y se caracteriza por presentar antocianinas del tipo cianidina-3-glucósido, pelargonidina-3-glucósido y peonidina-3-3,5 glucósido. En mayor proporción en la coronta, con bajos contenidos de sólidos solubles, lo que facilita su uso a nivel industrial. Las antocianinas son sustancias activas de alimentos funcionales, nutraceúticos y medicamentos (**Gorriti et al., y Quispe et al., citados por Pinedo 2015**)

Según manifiestan, **Sevilla y Valdez (1985)** hay una tendencia de países de Norte America y pasises de Europa y el Asia en reemplazar los colorantes sintéticos por los organicos, para lo cual se están llevando a cabo trabajos de investigación utilizando el maíz morado, con buenos resultados. Al respecto, el principio activo “antocianina” que posee el maíz morado viene siendo empleado en la elaboración de alimentos industrializados, lo cual le abre grandes posibilidades de mercado a este producto a nivel mundial.

El Perú goza de condiciones geográficas y climáticas propicias para la producción de maíz morado y ocupa uno de los primeros lugares como productor y exportador mundial. Bajo un esquema de un manejo adecuado del cultivo, la exportación de maíz morado y sus derivados presenta un fuerte potencial de crecimiento a mediano plazo, que se sustenta en la creciente tendencia mundial en consumir productos distintos a los tradicionales, además de poseer propiedades nutritivas y benéficas para la salud (**Chichizola et al., citado por Pinedo 2015**). Los principales países donde actualmente se está exportando el maíz morado peruano son: Estados Unidos, Japón, Chile y Ecuador (**Koo, citado por Paucar, Castillo y Velásquez 2011**). Hay una clara tendencia de crecimiento en la siembra de maíz morado en el Perú. El año 2006 totalizó 10.60 mil toneladas (**Proyecto UE Perú/PENXE, citado por Pinedo 2015**).

Según el **SIEA (2016)**, el año 2015 se llegó a los 21.16 mil toneladas. Lo que indica un incremento de casi el 100 por ciento.

El maíz es uno de los insumos básicos en la dieta alimentaria nacional y de mayor arraigo en la cultura productiva de la población rural de los andes peruanos **(Huamanchumo, citado por Pinedo 2015)**. Se cultiva en 24 regiones del Perú. en una extensión anual estimada de 502 383 ha, donde 240 000 ha, son de maíz amiláceo y aproximadamente 5 000 ha, corresponden al maíz morado **(INEI, citado por Pinedo 2015)**. Lo que significa seguridad alimentaria y sostén económico de miles de familias peruanas.

## **Objetivos**

Comparar el comportamiento en su crecimiento y rendimiento de tres variedades de maíz morado en condiciones de Costa Central mediante agricultura moderna.

Determinar la respuesta en el rendimiento de mazorcas de maíz morado bajo cuatro niveles nutricionales.

Determinar la concentración de antocianinas de tres variedades de maíz morado bajo condiciones de estudio y agroclimáticas de la UNALM.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. AGRONOMÍA DEL CULTIVO DE MAÍZ MORADO

El maíz es una Gramínea, que incorpora 8 géneros, de los cuales 5 son géneros orientales de relativa poca importancia. Son originarios de un área que se extiende a través de las Indias orientales y Australia. Los otros 3 son géneros americanos: *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena*. El género *Zea* está constituido por una sola especie. Según investigaciones de **Jugenheimer (1987)**, el origen del maíz se pierde en la antigüedad. El maíz silvestre no ha sido encontrado nunca por el hombre moderno, por tanto, nadie sabe cuándo se originó esta importante planta, excavaciones arqueológicas y mediciones de desintegración radioactiva de antiguas mazorcas encontradas en cuevas debajo de la ciudad de México, indican que la planta debe haberse originado cuando menos hace 5 mil años.

Debido a la gran diversidad de formas nativas encontradas en la región, se cree que el maíz pudo originarse en los altiplanos del Perú, Bolivia y Ecuador. Mientras que otros investigadores piensan que el maíz se originó en el sur de México y Centroamérica, debido principalmente que este parece ser el hogar original de *Euchlaena* y debido también a que existe gran diversidad de tipo. En el Perú, el maíz se viene utilizando en la alimentación humana desde hace más de 1 300 años a.c. Durante la época Incaica el grado de conocimiento del maíz llegó a tal punto que pudieron diferenciarse los diferentes tipos en cuanto a su calidad nutricional y su distribución (**Jugenheimer 1987**).

**Grobman (1982)** hace referencia que las diferentes variedades de maíz morado que existen en el país tienen su origen en la raza "Kculli" (que en quechua significa negro). Las formas típicas están casi extintas. Existen muy pocas razas de maíz que presentan pigmentos antocianicos, tanto en el grano como en la tusa. En Sudamérica, existe el Kculli de Bolivia que es muy parecido al peruano. El negrito chileno, tiene la mazorca más chica y los granos más delgados, aunque presenta más hileras de granos. El Kculli de Argentina se caracteriza por los granos más duros que las demás razas.

En el Perú existen muchas variedades de maíz morado. **Sevilla y Valdez (1985)** presentan las siguientes variedades tradicionales: Cusco morado, Morado Canteño, Morado de Caraz, Arequipeño, Negro de Junín, además de las variedades mejoradas como la PMV 581 y PMV 582 generadas por el programa de maíz de la UNALM, el INIA 601 (INIA negro) y el INIA 615 (Negro Canaán), desarrollados en las estaciones experimentales de Cajamarca y Ayacucho, respectivamente.

**Manrique, citado por Justiniano (2010)** hace referencia que en el Perú existen 55 grupos de razas de maíz morado, las que se hallan en la Universidad Nacional Agraria La Molina.

**Parsons (1983)**, hace una clasificación de las variedades de maíz según su uso, en variedades de maíz forrajero y maíz para grano. Indicando que el maíz forrajero es de abundante follaje y que las hojas y el tallo tienen menos lignina para ser más digerible por los animales. **Sevilla y Valdez (1985)** en su libro denominado estudios de factibilidad del cultivo del maíz morado, muestran las variedades tradicionales existentes de maíz morado en el Perú, tales como: Morado de Caraz: proveniente de las razas Alazán y Ancashino, cultivado tradicionalmente en el Callejón de Huaylas, departamento de Ancash. Negro de Junín: Variedad de precocidad intermedia, se encuentra ubicada en el centro y sur del Perú. Cusco morado: Variedad tardía, es cultivada en zonas de altitud intermedia en el departamento de Cusco. Arequipeño: Se siembra en la sierra de Arequipa. Morado Canteño: Proviene de la raza Cusco morado, es cultivada casi en todo el país, con particularidad en los valles de la costa de Lima.

**(Manrique 1997)**, hace referencia algunas variedades mejoradas desarrolladas en el Perú tales como la: PMV 581 y la PMV 582: Variedades mejoradas por la UNALM. Siendo la primera adaptada para condiciones Costa y Sierra baja, mientras que la PMV 582 muestra su potencial en zonas altas de la serranía.

Respecto las exigencias agroecológicas del cultivo: El maíz crece adecuadamente dentro de límites amplios de uno o varios factores climáticos, por lo cual se dice que tiene amplia adaptación que le permite desarrollar genotipos específicos para diferentes condiciones ambientales. **(Gobernación de Antioquia, 2015)**. El maíz se desarrolla bien entre 20 y 29 °C, pero, la temperatura ideal está comprendida entre 24 °C y 26 °C, la temperatura mínima a la que crece el maíz es 13 °C, el maíz no

germina cuando la temperatura es inferior a 10 °C (**Gobernación de Antioquia, 2015**).

**Parsons (1983)** hace referencia que las condiciones climáticas como las granizadas y los descensos bruscos de temperatura afectan al cultivo, siendo la temperatura ideal para el cultivo entre 20° a 30°C para obtener buena producción. (**Sevilla y Valdez, citado por Andrade 2006**). “El maíz es sensible al fotoperiodo, cuando los días pasan de 9 horas de luz; por esta razón, si la semilla proviene de latitudes altas con días largos, el cultivo no prospera en la zona tropical de días cortos. La luminosidad ideal para el maíz está comprendida entre 6 y 7 horas luz día” (**Gobernación de Antioquia, 2015**).

Respecto al suelo: **Manrique A. citado por Andrade (2006)**. **Sevilla y Valdez, citados por Andrade (2006)**. También hacen referencia que el maíz responde favorablemente a los buenos suelos, suelos profundos de texturas franco, franco arcillosas, con buen drenaje; debido que la excesiva humedad podría tener efectos adversos a la acumulación de pigmentos en la mazorca. “El cultivo de maíz necesita suelos profundos, fértiles, permeables, de textura franca, estructura granular, de buena capacidad de retención de agua, libre de inundaciones y encharcamientos, de alto contenido de materia orgánica y un pH entre 5,5 y 6,5. Suelos poco profundos, con escaso espacio poroso o con ambientes químicos indeseables como exceso de carbonato de calcio, acidez, exceso o déficit de nutrientes esenciales; limitan el crecimiento de las raíces y su capacidad de exploración” (**Gobernación de Antioquia, 2015**).

Respecto la salinidad en los suelos para la producción de maíz, **Injante y Joyo (2010)** afirman que los suelos que tienen concentración de sales mayores a 4 dS/m, disminuyen los rendimientos en aproximadamente 25 %; si la concentración de sales excede 8 dS/m, la disminución del rendimiento puede llegar al 100 %. El umbral máximo para elegir terreno de cultivo al maíz y que no afecte su crecimiento es 1,7 dS/m. En suelos con alta concentración de sales, las plantas de maíz no pueden extraer suficiente agua; produciéndose sequía fisiológica, porque el agua no puede ingresar del suelo a las raíces, al estar en contra del gradiente del potencial osmótico. Por lo general las plantas reaccionan haciendo que sus raíces se engrosen y de pequeña longitud, con el fin de compensar la presión osmótica, al momento de extraer

el agua y los nutrientes del suelo. Según la **Gobernación de Antioquia, (2015)** La salinidad genera un desequilibrio nutricional como consecuencia de la interferencia de los iones salinos (Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>) con los nutrientes esenciales. El primer síntoma de estrés por salinidad es el marchitamiento, ya que el cultivo sufre una sequía fisiológica al no poder mover el agua del suelo a las raíces contra el gradiente de potencial osmótico.

El agua, para todas las plantas en general y de forma específica para el maíz, constituye un factor fundamental para el logro de una buena producción. **Bartolini, citado por Pinedo (2015)**. Hace referencia que el maíz requiere minimamente de 500 a 700 mm de precipitación durante el ciclo del cultivo. Haciendo énfasis su no soportabilidad al aniego o encharcamiento desde la siembra hasta aproximadamente los 15 a 20 días. **(Deras, citado por Pinedo 2015)**. “El agua constituye entre el 80 % y 95 % del componente celular de los tejidos en crecimiento; sirve de solvente, medio de transporte, generadora de turgencia y reguladora de la temperatura por transpiración”. Los mayores requerimientos de agua se presentan durante la germinación, floración y el llenado de granos con valores medios que van de 4,8 a 5,4 mm/día. La mayor demanda por agua del cultivo de maíz se presenta en la floración, en donde el déficit por uno a dos días puede reducir los rendimientos en 22 por ciento, mientras que, si la sequía se prolongara por seis a ocho días, la reducción del rendimiento llegaría al 50 % **(Gobernación de Antioquia, 2015)**.

El rendimiento se considera como la expresión fenotípica final de los procesos fisiológicos que ocurren dentro de la planta. Durante el periodo del llenado del grano, las hojas arriba de la mazorca superior son las más activas y las que reciben más luz; se estima que estas hojas producen hasta 85 % de los productos que se traslocan a los granos el resto llega de otras partes de la planta. **(Gobernación de Antioquia, 2015)**. La cosecha del maíz en campo se efectúa cuando el grano tiene una humedad de aproximadamente del 30 %, luego es expuesto al sol y al viento para que pueda secar hasta aproximadamente 12 % de humedad **(Sevilla y Valdez 1985)**.

Según **Quispe, citado por Pinedo (2015)** las antocianinas son colorantes capaces de ser hallados en muchas flores y frutos, especialmente en las bayas y presentan coloración brillante azul, morado y rojo principalmente.

**Retuerto (2014)**, hace referencia que “la antocianina que se encuentra en el maíz morado esta en mayor cantidad en la coronta o tuza y en menor proporción en pericarpio (cascara) del grano”.

**Lock, citado por Retuerto (2014)** afirma que “las antocianinas están basadas químicamente en una única estructura aromática, la cianidina, y todas las demás se consideran derivadas de ella por adición o sustracción de grupos hidroxilo, por metilación o glicosidación. No son estables en soluciones neutras y alcalinas, debido a la ocurrencia de cambios durante el procesamiento del material crudo y el almacenaje, mediante la pérdida de color, oscurecimiento del producto y formación de precipitados en los extractos”.

**Así mismo Lock (1997)** hace mención a las antocianinas, en el sentido que “los compuestos fenólicos abarcan un gran grupo de sustancias orgánicas, siendo los flavonoides un subgrupo importante. El subgrupo flavonoide contiene antocianinas, uno de los grupos de pigmentos más ampliamente distribuidos en el mundo vegetal. Las antocianinas son responsables de un amplio abanico de colorantes de las plantas, que incluyen el azul, púrpura, violeta, magenta, rojo y naranja”. El vocablo antocianinas deriva de dos palabras griegas: *anthos*, flor y *kyanos*, azul (**Fennema, citada por Aguirre 2016**).

De otro lado **Lock (1997)** refiere que “en las antocianinas del maíz morado se han identificado: 3-glucosidos de cianidina, pelargonidina y peonidina, 3-galactósidos de cianidina”.

**Fernández (1995)** en sus ensayos experimentales en maíz morado, determinó como requisitos básicos para la extracción y cuantificación de antocianinas: El tamaño de partícula de 2,0 mm, maceración en agua y 0,1 % de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a un pH = 2.0; con temperatura de 20 grados Celcius, durante 12 horas. Cantidades de muestra y solvente en una proporción de 1/12, obteniéndose la extracción por calentamiento en tres etapas.

**Fuleki y Francis citados por Solano (1999)** brindan las pautas para la extracción y determinación de antocianinas totales en arándanos. El método desarrollado consiste en extraer las antocianinas con una solución de etanol 1.5 N y ácido clorhídrico (85:15) y medir la absorbancia o densidad óptica (D.O.) del extracto diluido con el solvente extractante, a 535 nanómetros (nm). El contenido total de antocianinas de la

muestra fue calculado en cantidades absolutas con la ayuda del coeficiente de extinción establecido para el extracto de arándanos. Por su parte **Fernández citado por Solano (1999)** adaptó esta metodología de Fuleki y Francis al maíz morado, mostrando los siguientes resultados:

**Cuadro 1. Concentración de antocianinas en el grano y coronta del maíz morado**

<b>Muestra</b>	<b>Acys totales * (mg de Acy/100 g)</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
Coronta	610.998	79.5
Grano molido	157.841	20.5
Total	768.839	100.0

Solvente: agua des ionizada

Tiempo de maceración: 24 horas.

Respecto la exportación de antocianinas, Lock citado por (Solano 1999) nos dice que la fuente más importante a nivel mundial de antocianinas es la cascara de la uva (sub producto de la actividad vitivinícola), sin embargo, el maíz morado y la col morada están alcanzando mayor interés como fuentes de antocianinas. Perú viene exportando antocianinas en forma de extracto de maíz morado.

## **2.2 NUTRICIÓN VEGETAL DEL CULTIVO DE MAÍZ MORADO**

Aunque la planta de maíz utiliza 16 elementos esenciales, solo tres se absorben en cantidades relativamente grandes: El nitrógeno, fósforo y potasio; la falta de estos elementos limita frecuentemente la producción de maíz (**García, citado por Pinedo 2015**). Una deficiencia de cualquiera de los nutrientes esenciales puede limitar el crecimiento del maíz (**Gobernación de Antioquia, 2015**).

**Cruzado (2008)**, No logró encontrar diferencias significativas en el rendimiento de mazorcas. Sin embargo, los más altos rendimientos se observaron con los tratamientos de 180-120-90 y 180-120-120 con 9191,80 y 9001,20 kg/ha de mazorca respectivamente. Los que alcanzaron mayor intensidad de color con 83.50 y 82.75

fueron los tratamientos con los niveles de 180-120-120 y 180-120-90, respectivamente.

Respecto la nutrición mineral del nitrógeno, **Black (1975)** señala la acción directa que ejerce el nitrógeno en la planta, manifestándose su deficiencia en el apice de crecimiento, mediante achaparramiento de la planta, debilidad de los tallos, follaje verde claro o amarillento, etc. **Grünerberg citado por Solano (1999)** refiere que el maíz asimila el nitrógeno durante todo el periodo de crecimiento del maíz, decayendo el mismo a la madurez del cultivo. Llegando a asimilar hasta la floración aproximadamente un 25 % de su necesidad. Con la floración se da inicio a la producción de materia seca en la cual requiere una mayor cantidad de éste elemento, asimilándose  $\frac{2}{3}$  del nitrógeno requerido hasta la formación de las mazorcas, el tercio restante se almacena en el grano durante la maduración. **Bidwell, citada por Oré (2015)** hace referencia que no es posible hallar nitrógeno a partir de la roca madre del cual se forman los suelos. Según **Cupe citado por Solano (1999)** El cultivo de maíz en todos sus aspectos, responde positivamente conforme se incrementa el nivel de nitrógeno, pudiendo fijarse como el punto de mejor respuesta el nivel de 160 kg/ha, aseverando que a partir de este nivel decrecerá lenta o fuertemente, dependiendo del parámetro en estudio.

**(Black 1975)**. Afirma que la escasez de nitrógeno en el maíz se puede apreciar después de 40 días efectuada la siembra, observándose plantas poco vigorosas, con las hojas inferiores cloróticas. El llenado de granos en las mazorcas es afectado en caso que la deficiencia se mantenga durante el ciclo vegetativo. De otro lado, **(Manrique 1988)**, manifiesta que un exceso de nitrógeno ocasiona plantas con gran desarrollo aéreo, hojas oscuras, retraso de la maduración y puede disminuir la resistencia de la planta a las enfermedades **(Gross 1992)**.

Respecto la nutrición mineral del fósforo, **Salisbury y Ross citados por Gobernación de Antioquia (2015)**, afirman que el fósforo es responsable de la formación del núcleo en la división celular y de la transmisión de los factores hereditarios; participa en la fosforilación, fotosíntesis, la respiración, síntesis y la descomposición de carbohidratos, proteínas y grasas. El fósforo es importante para el desarrollo y maduración de la semilla y las raíces. La falta de fósforo produce deficiente formación de los órganos reproductores, además, este elemento contribuye

a una mejor utilización del nitrógeno, por lo que es de gran importancia en los primeros estados de crecimiento del cultivo. **Manrique (1988)** hace mención que la deficiencia de fósforo se caracteriza por la acumulación de azúcar en los tejidos, lo que ocasiona el cambio de color de las hojas y los tallos de la planta de un morado rojizo. La deficiencia de éste elemento ocasiona mazorcas inclinadas.

Nutrición mineral del potasio; “Comprende el 2.6 % de las rocas ígneas de la corteza terrestre. El potasio se encuentra en el suelo en forma de minerales primarios y meteorizados, así como en las formas intercambiable, no intercambiable y soluble en agua. En la nutrición de las plantas las formas aprovechables son la intercambiable y la soluble en agua. El potasio no intercambiable comprende entre el 90 - 98 % del potasio total del suelo y se encuentra bajo la forma de feldspatos y micas” (**Perez 2017**). De otro lado **Gross (1992)** afirma que el potasio disminuye la transpiración cuando la planta está sometida al estrés hídrico, mediante la apertura y cierre de estomas. (**Sparks citado por Oré 2015**). **Mengel citado por Oré (2015)** coinciden en afirmar que el exceso de potasio no muestra síntomas específicos en la planta, pero, puede afectar el crecimiento y el rendimiento. (**Benton citado por Oré 2015**) Este elemento está asociado con la síntesis de azúcares, proteínas y otros productos, controlando la función de respiración de las células. Se identifica su deficiencia por el amarillamiento o clorosis de las hojas inferiores, las que se inician en las puntas y se prolongan por los bordes hasta finalmente secarse. Las mazorcas tienen la apariencia de estar maduras, pero con deficiencias de llenado de granos en las puntas. (**Manrique 1988**).

El calcio; es otro de los nutrientes de suma importancia. La planta requiere de éste nutriente durante todo el ciclo; desde el crecimiento radicular, crecimiento vegetativo, floración y fructificación (**Injante y Joyo 2010**). Es un constituyente esencial del tallo y de las hojas; cumple diferentes funciones en las membranas, en las enzimas, en la pared celular e interactúa con las fitohormonas. El suelo presenta concentraciones adecuadas para la nutrición del maíz, excepto donde el pH es inferior a 5.5. Las deficiencias de calcio en maíz se reconocen porque la hoja más joven aun “embuchada” en el cogollo, se torna de color amarillo, mientras que las hojas bajas presentan color verde oscuro (**Gobernación de Antioquia, 2015**). En lo concerniente a la nutrición mineral de los micro elementos: Fe, Mn, y Zn; **Loué (1988)** manifiesta que cuando la planta carece de hierro se observa clorosis en las hojas jóvenes.

Indicando, además, que la clorosis comienza cuando las hojas se ponen de un color pálido, seguido de clorosis o amarillamiento de las hojas nuevas; mientras que la nervadura se conserva de color verde, pero, a medida que la deficiencia se asienta la clorosis abarca toda la hoja. y con el tiempo se transforma en blanco apergaminado, pudiendo aparecer además manchas necróticas. Las deficiencias de hierro son más fácilmente observables en suelos con niveles de pH iguales o superiores a 7.3. Para este ión, el análisis de suelos no es muy útil. Si el síntoma es muy drástico, se pueden hacer aplicaciones edáficas de fertilizantes quelatados. Las deficiencias se observan como una clorosis intervenal en hojas jóvenes, que posteriormente se pueden tornar completamente blancas (**Gobernación de Antioquia, 2015**).

Respecto del manganeso (Mn); **Loué (1988)** hace referencia que este elemento es relativamente inmóvil; y en condiciones reductoras va aumentar su solubilidad y puede ser absorbido como un ion cambiante y directamente transportado a los tejidos en desarrollo. Afirma además que el  $Mn^{+2}$ , es un regulador de procesos de óxido-reducción debido a su elevado potencial redox. El Mn tiene funciones en el sistema enzimático de la planta, participa en la conversión del nitrógeno en forma de nitratos, que es como la planta lo puede utilizar. La deficiencia de manganeso se puede apreciar mediante el amarillamiento o clorosis de las hojas jóvenes. La deficiencia ocurre con mayor frecuencia en suelos con altos niveles de materia orgánica y con pH neutro a básico (**Gobernación de Antioquia, 2015**).

El Zn es importante en la elongación de los tejidos y el desarrollo de los órganos jóvenes de las plantas. Como constituyente de la enzima anhidrasa carboxilasa, que regula la absorción del  $CO_2$  por la planta, actúa en el metabolismo de los carbohidratos. (**Mengel y Kirkby 2000**). “A un pH alto del suelo es absorbido por las plantas predominantemente en la forma de catión divalente. También es presumible absorbido como catión monovalente ( $Zn OH^+$ )” (**Loué 1988**) señala que “Su función principal es la de activador enzimático, cataliza reacciones en procesos metabólicos como la respiración la síntesis de clorofila y de proteínas. La deficiencia se asocia con suelos arenosos de baja capacidad de intercambio catiónico y dosis elevadas de fertilizante fosforado, debido a que presenta antagonismo a nivel de superficie radicular con este elemento. Su deficiencia se identifica por la presencia de bandas longitudinales blanquecinas en hojas jóvenes, mientras que la vena principal y los bordes permanecen de color verde oscuro. En casos severos pueden

aparecer plantas más pequeñas entrenudos cortos y agrupamiento de hojas formando una roseta en la porción terminal”. El maíz es la especie que ha mostrado mayor respuesta a la aplicación de Zn (**Gobernación de Antioquia, 2015**).

### **2.3 LA MATERIA ORGANICA EN LA AGRICULTURA**

**Naranjo (2019)** Refiere que la materia organica ejerce efectos directos sobre las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo, mejorando la estructura, incrementando la porosidad, aumentando la capacidad de intercambio catiónico, favoreciendo la disponibilidad de micro y macro nutrientes, asi mismo estimulando la actividad microbiológica del suelo.

El abono organico es el resultado de un proceso de degradación y descomposición de la materia organica, que en algunos casos puede despedir malos olores al inicio que luego disminuyen, dando como resultado un material de alto valor para el suelo (**Baquerizo Aida, citado por Andrade, 2006**).

Una forma de materia orgánica es el compost, que significa compuesto (cuadro 2), que es un abono resultante del proceso de descomposición de diferentes clases de materiales orgánicos (restos de cosecha excrementos de animales y otros residuos) realizado por microorganismos y macro organismos en presencia del aire (oxígeno y otros gases) lo cual permite obtener como producto un abono excelente para ser utilizado en la agricultura. **Guerrero, citado por Camones (2013)** menciona que el compost resulta de la descomposición del guano de animales con residuos vegetales, los cuales han sido mezclados en un montón o pila y dejado en reposo por algún tiempo para su descomposición. Los cuales se convierten en elementos nutritivos más asimilables para las plantas. El compost se elabora mediante un proceso aeróbico, utilizando restos de cosecha de la chacra: malezas, raíces, tallos, estiércol, guano de corral, etc. La composición de las sustancias nutritivas del compost depende de los materiales empleados. Aproximadamente tiene: 0.3 de N, 0.2% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 0.2 % de K<sub>2</sub>O. (**Felipe-Morales, 1966**).

La materia orgánica es indispensable para el mantenimiento de la micro y meso fauna del suelo. (**Primavesi, citado por Mollinedo 2006**). La incorporación de la materia orgánica al suelo influye favorablemente sobre las propiedades físicas, químicas,

bioquímicas y biológicas del suelo en beneficio del cultivo. Así por ejemplo en el color, del suelo, retención de humedad, porosidad, aumento en la disponibilidad del fósforo, entre otras (**Smil, citado por Mollinedo 2006**). La materia orgánica viva del suelo se encuentra compuesto por un variado grupo de microorganismos. Estos incluyen virus, bacterias, hongos y protozoos hasta artrópodos de tamaño pequeño y mediano, lombrices, etc. (**Smil, citado por Mollinedo 2006**). La fertilidad natural de todos los suelos depende, no solo de sus minerales, sino también del humus: un complejo estabilizado de materia orgánica descompuesta, ambos, el humus y sus minerales son los responsables de la manutención y conservación de la fertilidad del suelo (**Defune, citado por Mollinedo 2006**).

**Cuadro 2. Rangos y valores medios en la composición química del compost**

Análisis	Valores
Materia orgánica	65-70 %
Humedad	40-45 %
Nitrógeno como N <sub>2</sub>	1.5-2.0 %
Fósforo como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.0-2.5 %
Potasio como K <sub>2</sub> O	1.0-1.5 %
Relación C/N	10-11 %
Ácidos húmicos	2.5-3.0 %
pH	6.8-7.2 %
Carbono orgánico	14- 30 %
Calcio	2-8 %
Magnesio	1-2,5 %
Sodio	0.02 %
Cobre	0.05 %
Hierro	0.02 %
Manganeso	0.06 %

**Fuente: Infoagro 2004**

Según **Kiehl y Marshall citados por Mollinedo (2006)** todo abono orgánico cuando se deposita en el suelo en cantidades adecuadas produce el siguiente efecto:

- Producen una mayor agregación del suelo, aumentando la porosidad.
- Mejora la aireación y drenaje interno del suelo al mejorar la agregación y la estructuración del mismo, corrigiendo consecuentemente la falta o exceso de aireación y drenaje en suelos arcillosos y arenosos.
- Aumenta directa o indirectamente la capacidad del suelo para almacenar agua.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

##### **3.1.1 Ubicación del campo experimental**

La fase de campo del presente experimento tuvo lugar entre junio a diciembre del año 2017, en las instalaciones del campo experimental de la Unidad de Investigación en Riegos, del Departamento Académico de Suelos de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Latitud: 12° 05' 06'' S, Longitud: 76° 75' 00'' O, Altitud: 238 m.s.n.m.

##### **3.1.2 Características del suelo**

Según la taxonomía de suelos, los suelos de la Molina son de origen aluvial y se ubicados en la terraza media. Son suelos profundos, de permeabilidad moderada, textura media, moderadamente gruesa, estructura granular fina, con gran espacio poroso, de mediana a baja capacidad retentiva de humedad. Conforme el análisis de suelos del lugar de experimentación (cuadro 3) presenta un suelo de textura franco arenoso, lo que muestra una mediana capacidad de retención de humedad, buena aireación y buena permeabilidad, presenta un pH de 7.7 que la describe como ligeramente alcalina, con escaso porcentaje de materia orgánica (0.43%) lo cual indica también bajo nivel de nitrógeno. En cuanto a  $\text{CaCO}_3$  (3.80) está entre moderadamente calcáreo a calcáreo. El suelo es moderadamente salino con un CEE de 7.9 dS/m. Así mismo, el contenido de fósforo y potasio disponible (11.3) y (143) ppm respectivamente, están en un nivel medio. La CIC ( $10.84 \text{ cmol}^+ / \text{kg}$ ) está en un nivel bajo, lo que está demostrando una baja fertilidad potencial del suelo. Respecto a la distribución de cationes cambiables se observa las siguientes relaciones catiónicas:  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+} = 3.3$ ,  $\text{Ca}^{2+}/\text{K}^+ = 23,2$  y  $\text{Mg}^{2+}/\text{K}^+ = 7.0$ , lo que indica que magnesio se halla por encima del nivel adecuado respecto a calcio y a potasio, lo cual determinaría repuesta potencial a la aplicación de fertilizantes con ambos cationes esenciales.

**Cuadro 3: Análisis físico – químico del suelo**

DETERMINACION	VALOR	UNIDAD	METODO DE ANALISIS
Conductividad eléctrica (CEe)	7.9	dS/m	Lectura del extracto de la pasta saturada
Análisis mecánico			Hidrómetro de Bouyucos
Arena	58	%	
Limo	23	%	
Arcilla	19	%	
Clase textural	Franco arenoso		Triangulo textural
pH	7.71		Potenciómetro 1:1 agua suelo
Calcáreo total	3.80		Gaso-volumétrico utilizando un calcímetro
Materia orgánica	0.43	%	Walkley y Black
Fosforo disponible	11.3	%	Olsen modificado
Potasio disponible	143	Ppm	Extracción con acetato de amonio, pH 7.0
CIC	10.84	Ppm	Extracción con acetato de amonio, pH 7.0
Cationes cambiabiles			
Ca <sup>++</sup>	7.43	Meq/100 g	Fotometría de llama y/o absorcion atómica
Mg <sup>++</sup>	2.25	Meq/100 g	
K <sup>+</sup>	0.32	Meq/100 g	
Na <sup>+</sup>	0.84	Meq/100 g	

*Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. Universidad Nacional Agraria La Molina*

### **3.1.3 Características del agua de riego**

El agua de riego empleado en el trabajo de investigación proviene de la red de agua potable de la universidad nacional agraria La Molina. El análisis del agua (cuadro 4), muestra que el agua de riego es básica, pero tiene un nivel muy alto de salinidad; según FAO 1987, se clasifica como C4-S1. La elevada salinidad (3.3 d S/m) que indica que el agua generalmente no es aceptable para el riego de cultivos con sistemas superficiales excepto para aquellas especies muy tolerantes a sales o con sistemas de riego localizado, donde los suelos tengan excelente drenaje y lixiviación. De otra parte, reporta que la relación de absorción de sodio (RAS) de 4.2, indica que no existe peligro respecto del sodio (S1) por lo cual, el agua podría usarse para el riego sin peligro de alcalinización del suelo.

Así mismo, se observa predominio de sodio y cloruros que podrían tener efecto de toxicidad y afectar la productividad del cultivo.

### **3.1.4 Características climatológicas de la zona de experimentación**

El (cuadro 5) presenta los registros climáticos, obtenidos de la estación meteorológica de la Universidad Nacional Agraria LaMolina, durante el crecimiento y desarrollo del cultivo (junio – diciembre del año 2017). Durante este periodo el promedio de la radiación circunglobal fue de 143.1 ly/día, heliofanía media mensual 3.8 horas, temperatura media mensual 20.1 °C, humedad relativa media mensual de 79.13 %, evaporación del tanque media mensual 2.43 mm/día y precipitación total mensual de 2.44 mm.

### **3.1.5 Variedades de maíz morado en estudio**

#### **INIA 601 “INIA negro”**

Se originó el año de 1,990 en la sub estación experimental de Cajabamba (Cajamarca). El mejoramiento se realizó mediante selección recurrente de medios hermanos, incidiendo en el color morado intenso de la tusa y el grano, prolificidad, rendimiento, buen tipo de planta y sanidad de la mazorca. Principales características de la variedad: Altura de planta: 2.16 m, altura de mazorca: 1.24 m, días a la floración femenina: 98, días a la madurez: 170, n° de hojas por planta: 12, n° de mazorcas por planta de 1 a 2, forma de la mazorca: ligeramente cónica, color de la mazorca morado intenso, color de la coronta morado, longitud de la mazorca: 17.5 cm, n° de

**Cuadro 4: Análisis del agua de riego**

DETERMINACION	VALOR	UNIDAD
CEa	3.3	dS/m
pH	7.4	
Calcio	15.3	meq/l
Magnesio	4.9	meq/l
Sodio	13.5	meq/l
Potasio	0.26	meq/l
<b>Suma de cationes</b>	33.9	
Nitratos	0.65	meq/l
Carbonatos	0.00	meq/l
Bicarbonatos	1.52	meq/l
Sulfatos	9.13	meq/l
Cloruros	22.2	meq/l
<b>Suma de aniones</b>	33.5	
Sodio	35.1	%
RAS	4.2	
Boro	0.75	Ppm
<b>Clasificación</b>		C4-S1

*Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM*

hileras de granos: 10 a 12, n° de granos por hilera: 26, peso de 1000 semillas: 456.2 g con un potencial de rendimiento de 6.0 t/ha. Fuente: Plegable N° 03 INIA 2009.

### **INIA 615 “Negro Canaán”**

Material genético trabajado por el INIA-Ayacucho, con el germoplasma regional de la raza Kulli. Principales características de la variedad: Altura de planta: 2.28 m, altura de mazorca: 1.25 m, días al 50% de la floración femenina: 84 a 92, días a la madurez: 150 a 170, forma de la mazorca cilíndrica, color de la tusa morado oscuro, color del grano negro, n° de hileras: 10 a 12, n° de granos por hileras: 30 a 34, peso promedio de 1 000 granos: 569 g y potencial de rendimiento 9.6 t/ha. Fuente: Plegable N° 17 INIA 2007

### **PMV 581**

Sevilla y Valdez (1,985), refieren que la variedad fue obtenida por la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM). Así mismo indican que muy utilizado en la costa peruana. Principales características de la variedad: Altura de planta: 2.10 m, altura de mazorca: 1.20 m, días a la floración masculina: 90 a 110, días a la madurez: 170, n° de hojas por planta: 12, n° de mazorcas por planta: 1.5, longitud de mazorca: 14.5 cm, diámetro de mazorca: 4.8 cm y potencial de rendimiento 6.0 t/ha de mazorcas.

#### **3.1.6 Módulo de riego por goteo**

##### **Matriz:**

2 válvulas de 1 pulg. (llave de apertura y cierre)

1 válvula de ½ pulg. (llave de ingreso del fertilizante)

22 m de tubería principal de PVC de 1 pulg.

1 filtro de anillos de ¾ de pulg.

Un contómetro de agua tipo reloj

12 micro-válvulas de 16 mm de diámetro

**Cuadro 5: Variables meteorológicas de la zona de estudio: Periodo junio – diciembre del 2017**

<b>Mes</b>	<b>Radiación circunglobal (ly/día)</b>	<b>Heliofanía media mensual (hrs)</b>	<b>Temperatura media mensual (°C)</b>	<b>Humedad relativa media mensual (%)</b>	<b>Evaporación del tanque media mensual (mm/día)</b>	<b>Precipitación total mensual (mm)</b>
Junio	79.3	1.9	17.5	80.6	1.52	2.5
Julio	113.9	2.7	16.8	78.5	1.81	1.1
Agosto	115.7	2.8	15.7	81.6	1.85	3.9
Setiembre	128.2	3.2	15.7	82.4	2.18	4.6
Octubre	203.6	6.3	17.0	78.2	2.76	0.3
Noviembre	182.6	5.4	17.8	76.3	3.10	0.3
Diciembre	178.5	4.6	20.0	76.3	3.78	4.4
<b>Promedio</b>	<b>143.1</b>	<b>3.8</b>	<b>20.1</b>	<b>79.13</b>	<b>2.43</b>	<b>2.44</b>

*Fuente: Observatorio meteorológico Alexander Von Humbolt - UNALM*

**Cuadro 6. Fuentes fertilizantes**

<b>ELEMENTO/INSUMO ORGANICO</b>	<b>FUENTE</b>	<b>LEY</b>
Nitrógeno	Nitrato de amonio	33.5 % de N
Fosforo	Fosfato mono amónico	12 % de N - 62 % de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Potasio	Sulfato de potasio	50 % de K <sub>2</sub> O
Calcio	Nitrato de calcio	15.5 % de N – 26 % de CaO
Hierro	Sulfato ferroso hepta hidratado	20.0 %
Manganeso	Sulfato de manganeso mono hidratado	31.8 %
Zinc	Sulfato de zinc	22.3 %
Materia orgánica	Compost	10 t/ha (localizado)

**Fuente de materia orgánica:** La materia orgánica aplicada, fue bajo la forma de compost, de manera localizada al momento del 1er aporque.

**Cuadro 7. Análisis de la materia orgánica (COMPOST)**

<b>Determinación</b>	<b>Valor</b>	<b>unidad</b>
pH	4.75	
C.E.	0.62	dS/m
M.O.	25.54	%
N	0.96	%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.68	%
K <sub>2</sub> O	0.23	%
CaO	0.14	%
MgO	0.44	%
Hd	28.80	%
Na	0.03	%

**Fuente:** Laboratorio de agua suelos y plantas UNALM- 2018

**Laterales:**

122.40 m de laterales de goteo de 16 mm (PE)

396 goteros auto compensados Katiff de 2.1 l/h

12 conectores de salida

12 terminales en línea

**Fertilización:**

1 tanque de inyección de fertilizantes

1 inyector Venturi

**3.1.7 Otros materiales**

Computadora, mochila de fumigación, cámara fotográfica balanza electrónica de precisión, estufa, libreta de campo, insecticidas, fungicidas, bolsas plásticas, bolsas de papel Kraft, lápiz, cartulina, tijeras, palas, pico, rastrillo, serrucho, cinta métrica, cordeles, vernier, estacas de fierro, malla para cubrir el campo, alambre galvanizado n° 12, Caña de bambú, letreros.

**3.2 MÉTODOS**

El campo estuvo constituido de 12 parcelas experimentales, con un distanciamiento de 1.25 m, entre parcelas. Cada parcela contó con un lateral de riego, dotado de sus respectivos emisores, con un espaciamiento de 30 cm, entre sí. Así mismo cada parcela experimental estuvo subdividida en 4 subparcelas, provista de 7 emisores, con un área efectiva de 2.625 m<sup>2</sup>. Las plantas estuvieron distribuidas en líneas, a 10 cm entre plantas, con una densidad promedio de 68,500 plantas por hectárea.

Se probaron en tres variedades de maíz morado: INIA 601, INIA 615 y PMV 581; cuatro niveles nutricionales: T1 (NPK), T2 (NPK + (Ca, Fe, Mn, Zn)), T3 (NPK + (Ca, Fe, Mn, Zn) + MO), y un testigo absoluto (T0). La fórmula de abonamiento NPK fue 140-80-140, Ca = 80 kg/ha, micro elementos (Fe, Mn y Zn) con (12, 8 y 6) kg/ha respectivamente y materia orgánica (MO) = 10 t/ha para el T3, aplicado de forma localizada.

Los trabajos de campo y control sanitario del cultivo (cuadro 9), se llevaron a cabo de manera que no afecten los resultados del estudio. El sistema de conducción del

experimento fue mediante siembra directa, depositando 2 semillas por golpe. El control de malezas fue llevado a cabo de forma manual. El desahije o entresaque se llevó a cabo a los 17 días después de la siembra (dds) dejando solo una planta por golpe. Se efectuaron aplicaciones fitosanitarias: a la siembra se aplicó un insecticida (Clorpirifos) y un fungicida (Carbendazim) para proteger la semilla del gusano de tierra (*Agrotis ipsilon* y *Copitarsia sp.*) y la chupadera principalmente, a los 6 días después de la siembra (dds) se aplicó de forma preventiva un cebo toxico para el control del gusano de tierra, 13 días después de la germinación (ddg); se aplicó un insecticida del grupo de los (Neonicotinoides) para el control de cigarritas (*Peregrinus maidis*) y mosca blanca (fam. *Aleyrodidae*), posteriormente se realizaron aplicaciones de un insecticida granulado (Diazinon) a los 25, 41 y 53 (ddg) para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Las dos primeras aplicaciones se hicieron al ataque de un promedio de (10 y 25) % respectivamente de plantas dañadas, mientras que la última aplicación se efectuó de forma preventiva. Cabe indicar que el crecimiento rápido se inició en promedio a los 37 (ddg).

Los fertilizantes se incorporaron de manera fraccionada en fechas distintas, según los niveles nutricionales definidos (cuadro 8). Se inició con el fosforo que fue fraccionado en 5 partes y aplicado cada 7 días, la primera tuvo lugar 4 (ddg) y termino 12 (ddg). El nitrógeno fue fraccionado en 12 partes y aplicado cada 7 días, la primera aplicación fue 11 (ddg) y la ultima 88 (ddg). El potasio fue fraccionado en 10 partes y aplicado cada 7 días, la primera aplicación fue 46 (ddg) y la ultima 88 (ddg). El Calcio fue fraccionado en 6 partes y aplicado cada 7 días, la primera aplicación fue 7 (ddg) y la ultima 42 (ddg). Finalmente, los micronutrientes: Hierro, Manganeso y Zinc, fueron fraccionados en 5 partes y aplicados también cada 7 días, la primera aplicación fue 16 (ddg) y la ultima 44 (ddg). La aplicación de los fertilizantes fue manual y de forma localizada.

Los riegos fueron controlados en base a un medidor de agua, situado en la parcela experimental y fueron suspendidos a los 139 (ddg). La cosecha se llevo a cabo a los 144 (ddg), para ser evaluadas, cuando las mazorcas alcanzaron su completa formación morfológica y fisiológica, según los parámetros del trabajo de investigación.

### 3.2.1 Factores en estudio

#### Factor 1: Variedades de maíz morado

Clave	Variedad
V <sub>1</sub>	INIA 601 (INIA Negro)
V <sub>2</sub>	INIA 615 (Negro Canaán)
V <sub>3</sub>	PMV 581

*Fuente: Elaboración propia*

#### Factor 2: Niveles nutricionales

Clave	Tratamiento	Niveles (kg/ha)							Materia orgánica compost (t/ha)
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	Fe	Mn	Zn	
T <sub>0</sub>	Testigo	0	0	0	0	0	0	0	0
T <sub>1</sub>	NPK	140	80	140	0	0	0	0	0
T <sub>2</sub>	NPK+(Ca, Fe, Mn, Zn)	140	80	140	80	12	8	6	0
T <sub>3</sub>	NPK+(Ca, Fe, Mn, Zn)+ MO	140	80	140	80	12	8	6	10

*Fuente: Elaboración propia*

**Cuadro 8. Aplicación nutricional días después de la germinación (ddg)**

<b>DDG</b>	<b>Nitrógeno</b>	<b>Fosforo</b>	<b>Potasio</b>	<b>Calcio</b>	<b>Micro elementos</b>	<b>Materia orgánica</b>
4		1ra				
7				1ra		
11	1ra	2da				Aplic.
14				2da		
16					1ra	
18	2da	3ra				
21				3ra		
23					2da	
25	3ra	4ta				
28				4ta		
30					3ra	
32	4ta	5ta				
35				5ta		
37					4ta	
39	5ta					
42				6ta		
44					5ta	
46	6ta		1ra			
53	7ma		2da			
60	8va		3ra			
67	9na		4ta			
74	10ma		5ta			
81	11va		6ta			
88	12va		7ma			
95			8va			
102			9na			
109			10ma			

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.2.2 Características del campo experimental**

Largo efectivo: 8.40 m

Ancho efectivo: 15.00 m

Área efectiva: 126.0 m<sup>2</sup>

#### **Del bloque**

Largo efectivo: 8.40 m

Ancho efectivo: 3.75 m

Área efectiva: 31.5 m<sup>2</sup>

Número de bloques: 4

#### **De la parcela**

Largo efectivo: 8.40 m

Ancho efectivo: 1.25 m

Área efectiva: 10.5 m<sup>2</sup>

Número de parcelas: 12

#### **De la sub parcela**

Largo efectivo: 2.10 m

Ancho efectivo: 1.25 m

Área efectiva: 2.625 m<sup>2</sup>

Número de subparcelas: 48

### **3.2.3 Diseño experimental**

El diseño experimental empleado en el presente trabajo de investigación fue el de parcelas divididas. Las variedades de maíz morado en estudio fueron asignadas aleatoriamente a nivel de parcelas dentro de cada bloque y los niveles nutricionales se asignaron aleatoriamente a nivel de sub parcelas dentro de cada parcela. Las diferencias de medias se establecieron a través de la aplicación de la prueba de Duncan. Así mismo ésta y el análisis de variancia se realizaron a través del software

estadístico SAS V.8. (Statistical análisis system). Modelo aditivo lineal:  $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \rho_j + \delta_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + \xi_{ijk}$

Donde:

**Y<sub>ijk</sub>**: es el rendimiento observado en el i-ésimo nivel nutricional, j-ésimo bloque y k-ésima variedad de maíz morado.

**μ**: es el efecto de la media general

**α<sub>i</sub>**: es el efecto del i-ésimo nivel nutricional

**ρ<sub>j</sub>**: es el efecto del j-ésimo bloque.

**δ<sub>ij</sub>**: es el efecto del error experimental en parcelas

**β<sub>k</sub>**: es el efecto del k-ésimo de las variedades

**(αβ)<sub>ik</sub>**: es el efecto de la interacción del i-ésimo nivel nutricional y la k-ésima variedad de maíz morado.

**ξ<sub>ijk</sub>**: es efecto del error experimental en las subparcelas.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad
<b>Parcela</b>	
Bloques	3
Variedades de maíz morado (V)	2
Error (a)	6
<b>Sub parcela</b>	
Niveles nutricionales (T)	3
Interacción (VxT)	6
Error (b)	27
Total	47

**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 1. Disposición de las parcelas experimentales**

BLOQUE 4			BLOQUE 3			BLOQUE 2			BLOQUE 1		
V3	V1	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V3	V2	V1
T3	T1	T0	T2	T3	T1	T3	T1	T0	T3	T2	T1
T1	T2	T1	T3	T1	T0	T1	T2	T2	T1	T0	T3
T0	T3	T2	T0	T2	T3	T2	T0	T3	T2	T3	T0
T2	T0	T3	T1	T0	T2	T0	T3	T1	T0	T1	T2

*Fuente: Elaboración propia*

**Cuadro 9. Cronología de la conducción del experimento**

<b>Labores de campo</b>	<b>Fecha</b>
Preparación del suelo	13-jun-17
Apertura del sistema de riego	15-jun-17
Siembra	16-jun-17
Resiembra	23-jun-17
Aplicación de cebo toxico para gusano de tierra	24-jun-17
1ra fertilización con P	26-jun-17
1ra fertilización con Ca	29-jun-17
2da fertilización con P, 1ra con N, desahíje y aplicación de pesticida para cigarrita y mosca blanca.	03- jul-17
Incorporación de M.O. a T <sub>3</sub> y primer aporque	04-jul-17
Aplicación de insecticida para cigarrita y mosca blanca	05-jul-17
2da fertilización con Ca	06-jul-17
1ra fertilización con micro elementos (Fe, Mn, Zn)	08-jul-17
3ra fertilización con P y 2da con N	10-jul-17
3ra fertilización con Ca	13-jul-17
2da fertilización con micro elementos (Fe, Mn, Zn) y 2do aporque.	15-jul-17
4ta fertilización con P, 3ra con N y aplicación de pesticida para el cogollero.	17-jul-17
4ta fertilización con Ca	20-jul-17
3ra fertilización con micro elementos (Fe, Mn, Zn) 5ta fertilización con P y 4ta con N.	22-jul-17
5ta fertilización con Ca	24-jul-17
4ta fertilización con micro elementos (Fe, Mn, Zn)	27-jul-17
5ta fertilización con N	29-jul-17
Aplicación de insecticida para el control de cogollero	31-jul-17
Aplicación de insecticida para el control de cogollero	01-ago-17
6ta fertilización con Ca	02-ago-17
5ta fertilización con micro elementos (Fe, Mn, Zn)	03-ago-17
6ta fertilización con N y 1ra con K	05-ago-17
	07-ago-17

7ma fertilización con N, 2da con K y aplicación de insecticida para el control de cogollero	14-ago-17 21-ago-17
8va fertilización con N, 3ra con K y 3er aporque	28-ago-17
9na fertilización con N y 4ta con K	04-set-17
10ma fertilización con N y 5ta con K	11-set-17
11va fertilización con N y 6ta con K	18-set-17
12va fertilización con N y 7ma con K	25-set-17
8va fertilización con K	02-oct-17
9na fertilización con K	09-oct-17
10ma fertilización con K	14-oct-17
Cierre del sistema de riego	08-nov-17
Cosecha	13-nov-17

*Fuente: elaboración propia*

### **3.2.4 Variables evaluadas**

#### **i. Variables de crecimiento**

##### **Altura de planta (m)**

Se cogió al azar una planta por subparcela, para tomar la medida desde el cuello de la planta hasta el último nudo del tallo, donde emerge la panoja.

##### **Altura de la mazorca principal (m)**

Referida a la mazorca más grande de la planta, medida desde el cuello hasta el nudo que sostiene dicha mazorca.

##### **Número de hojas por planta**

Se contabilizo el total de hojas por planta

##### **Número de hojas encima de la mazorca principal**

Se contabilizo el número de hojas sobre la mazorca principal, incluida la hoja de la mazorca.

**Diámetro del tallo (cm)**

Medida en el centro del primer entrenudo emergente del suelo, en 10 plantas evaluadas al azar.

**Área foliar (cm<sup>2</sup>/pta.)**

Medida en base a la relación entre el peso fresco del total de la masa foliar y el peso fresco de una muestra de hoja de área conocida.

**Materia seca total de la parte aérea (g/pta.)**

Se evaluó por separado cada uno de sus componentes (hojas, tallo, mazorcas, panca, panoja) para su desecación posterior en la estufa hasta lograr peso constante. Para completar la materia seca total se adicionó el peso promedio de mazorcas/pta. y el peso promedio de panca, al final de la cosecha.

**Peso seco de 100 semillas**

Evaluado en base al conteo y pesado de 100 semillas al azar por subparcela.

**ii. Rendimiento de maíz morado (kg/ha) – Mazorca al 14 % de humedad**

Antes de iniciar la cosecha se procedió a contar el número de plantas por subparcela, para evaluar la cantidad de fallas respecto a la densidad de siembra. El cálculo del rendimiento económico se obtuvo contando y pesando las mazorcas de cada subparcela; clasificándolas en mazorcas comerciales (primera, segunda), y descarte o tercera. Mazorcas comerciales: aquellas completas, sin daño y de mayor longitud, mazorcas de descarte: aquellas con daños físicos, sin granos completos, albinas y pequeñas.

Para determinar el contenido de humedad de las mazorcas a la cosecha, se tomaron 04 muestras de mazorcas por subparcela. luego, se corrigió el peso de campo en función de las fallas de la humedad de la mazorca al 14 % de humedad, por contorno de área expresandose en kg/ha de mazorcas de rendimiento total y comercial, para lo cual se efectuó la eliminación del rendimiento descarte. Con lo cual se pudo determinar los rendimientos por categorías: primera, segunda y descarte.

### **Determinación del porcentaje de humedad de la mazorca**

Para determinar el porcentaje de humedad de la mazorca se tomó 4 mazorcas comerciales por subparcela, sometida a desecamiento en estufa a una temperatura aproximada de 65 °C por 72 horas y luego promediada.

$$\% H(m) = [p(hd) - p(s)] \times p(hd)^{-1} \times 100 \%$$

%H(m) = Porcentaje de humedad de la mazorca

P(hd) = Peso húmedo

P(s) = Peso seco

Los rendimientos se ajustaron utilizando una adaptación para riego por goteo de la fórmula de Jenkins utilizada en riego por surcos.

### **Determinación del factor de corrección por fallas**

$$\text{Peso corregido por fallas} = \text{Peso de campo} \times [(M - 0.3N) / M - N]$$

M = número de golpes cuando la población es perfecta (0 fallas)

N = número de fallas; una falla cuando no hay plantas en el golpe.

Para realizar la corrección por humedad y expresar el peso a 14 % de humedad, se utilizó la siguiente relación:

$$\text{Determinación del factor de corrección por humedad (FC)} = (100 - \% \text{ de humedad de la mazorca a la cosecha}) / 86$$

Peso corregido al 14 % de humedad (PCH)

$$PCH = FC \times \text{peso de campo corregido por fallas}$$

Para expresar el rendimiento de mazorca de maíz en kg/ha, se aplicará el siguiente factor de producción (FP).

$$FP = 10\,000 \times 0.971 / A$$

A = área de la subparcela en m<sup>2</sup>

0,971 = coeficiente de contorno

Finalmente:

**Rendimiento (kg/ha)** = FP x Rendimiento por parcela corregido por fallas y humedad.

### iii. Componentes del rendimiento

#### **Número de plantas por metro cuadrado**

Se contabilizó el número de plantas por subparcela antes de la cosecha, con ello se calculó el número promedio de plantas por metro cuadrado.

#### **Número de mazorcas por planta**

El número de mazorcas por planta, se determinó en base al número de plantas por subparcela y el número total de mazorcas cosechadas en dicha subparcela.

#### **Peso promedio de mazorcas comerciales**

Se calculó en base al peso total por subparcela de las mazorcas de primera y segunda y al número determinado por conteo en campo.

### iv Parámetros agronómicos del cultivo de maíz morado

#### **Eficiencia de uso del agua (EUA – kg/m<sup>3</sup>)**

Kilogramos de mazorcas de maíz producidos por m<sup>3</sup> de agua aplicada en el riego.

$$\text{EUA (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Rendimiento comercial (kg/ha)}}{\text{Riego aplicado (m}^3\text{/ha)}}$$

#### **Evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub> = m<sup>3</sup>/ha/campaña)**

Cantidad de agua evapotranspirada durante el ciclo vegetativo del cultivo de maíz. Se obtuvo en base al registro del contómetro (caudalímetro) de agua. Diferencia entre lectura final e inicial. El promedio de la eficiencia del sistema de riego por goteo se considera en 85 %.

#### **Coefficiente de transpiración (CT – l/kg)**

Relación entre la cantidad total de agua evapotranspirada por kilogramo de materia seca total producida.

$$\text{CT (l/kg)} = \frac{\text{Requerimiento neto de riego (ETC - l/ha)}}{\text{Materia seca total (kg/pta.) x N}^\circ \text{ plantas/ha}}$$

### **Índice de cosecha (IC - %)**

Relación porcentual entre el peso promedio de la materia seca de la mazorca comercial respecto de la materia seca total de la parte aérea.

$$\text{IC (\%)} = \frac{\text{Materia seca de mazorca (kg)}}{\text{Materia seca total (kg)}}$$

### **Índice de área foliar (IAF)**

Relación entre la superficie foliar expuesta a la radiación solar (m<sup>2</sup>), respecto a los metros cuadrados de la superficie del terreno.

$$\text{IAF} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas/ha} \times \text{área foliar (m}^2\text{/planta)}}{10\,000 \text{ m}^2\text{/ha}}$$

### **v. Concentración de antocianinas del maíz morado**

Para efectuar este estudio se seleccionaron 4 mazorcas comerciales por subparcela para ser secadas en estufa a 65 °C hasta peso constante, luego molidas y tamizadas en malla de 1,0 mm. La determinación de antocianinas se llevó a cabo para granos y coronta por separado. En cuanto la extracción y cuantificación de antocianinas se realizó en medios alcohólicos, siguiendo la metodología reportada por Fuleki y Francis (1968), cuyo procedimiento se describe a continuación.

Se pesó 5.0 g para grano y 1.0 g para coronta (WS), se colocó en un Erlenmeyer con 25 ml del disolvente de extracción que consistió en etanol 96 % y HCl (1,5 N) en proporción de (85:15) respectivamente.

Se tapó el Erlenmeyer con plástico Phill, para reposar por 24 horas en oscuridad a 8 °C.

Se filtró la muestra con papel Whatman 1, se enjuagó el Erlenmeyer y el filtro con la solución de extracción y se enrazó a 50 ml (TEV).

Se extrajo una alícuota de 1.0 ml para grano y 0,5 ml para coronta (SV) y se enrazó a 50 ml (DV) con la solución de extracción. Luego se dejó reposar por 30 minutos en oscuridad a temperatura ambiente.

A continuación, se hizo un blanco con el espectrofotómetro con la solución de extracción como blanco.

De esta disolución se tomó el volumen necesario para realizar la lectura de la absorbancia o densidad óptica (OD) a 535 nanómetros (nm.) La absorbancia no debe ser mayor a 0.7.

El cálculo del contenido total de antocianinas (T Acy) para 100 gramos de muestra se cuantificó de la siguiente manera:

Cálculo de la densidad óptica total (TOD) para 100 ml de extractante.

$$TOD = OD \times DV \times VF$$

Donde  $VF = 100/SV$

Cálculo de TOD para 100 g de muestra

$$TOD \text{ para } 100 \text{ g de muestra} = TOD \times TEV/WS$$

$$T \text{ Acy en mg/100 g de muestra} = TOD/9.8$$

Donde 98.2 es el coeficiente de extinción.

Las formulas anteriores se reducen a:

$$T \text{ Acy} = (OD \times DV \times 100/SV) \times TEV/WS \times 1/98.2$$

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

En este capítulo se hace la presentación y discusión de la información de los cuadros que se encuentran en el anexo; donde se muestran los valores promedios de las variables de crecimiento, de la materia seca, del rendimiento y de sus componentes, contenido de antocianinas y el análisis agroeconómico. Se presenta así mismo el análisis de variancia de los factores en estudio y la prueba de comparación de medias de Duncan.

### **4.1 RESULTADOS GENERALES Y PARÁMETROS AGRONÓMICOS DEL MAÍZ MORADO.**

Los cuadros del 10 al 15 presentan los resultados generales y los parámetros agronómicos que caracterizan a las variedades de maíz morado en estudio, tales como la eficiencia de uso de agua (EUA –  $\text{kg}/\text{m}^3$ ), índice de área foliar (IAF –  $\text{m}^2/\text{m}^2$ ), índice de cosecha (IC - %), coeficiente de transpiración (CT –  $\text{l}/\text{kg}$ ), evapotranspiración del cultivo (ETc –  $\text{mm}/\text{campana}$  y concentración de antocianinas.

Bajo las condiciones de clima, suelo y manejo agronómico de la presente investigación, el periodo vegetativo promedio de las tres variedades de maíz morado fue de 150 días después de la siembra (dds), el consumo de agua de riego de 3 300.9  $\text{m}^3/\text{ha}$ , siendo la ETc/campana de 297.08 mm, con una media de 1.98 mm/día y un Kc medio de 0.92.

#### **4.1.1 Respuesta del nivel nutricional en tres variedades de maíz morado**

##### **Variedad INIA-601**

El rendimiento comercial promedio de mazorcas obtenido con el testigo no fertilizado (T0), fue de 3,830.8  $\text{kg}/\text{ha}$ . A nivel de T1: NPK, el rendimiento fue de 4,071.1  $\text{kg}/\text{ha}$ , registrándose un pequeño incremento de 6.3 % respecto del testigo, al nivel nutricional T2: NPK+ (Ca, Fe, Mn, Zn)  $\text{kg}/\text{ha}$ , aumenta a 4,258.3  $\text{kg}/\text{ha}$ , otro pequeño incremento de 4.6 % respecto del nivel T1; en cambio con el nivel nutricional T3: NPK+ (Ca, Fe, Mn, Zn) + MO. El rendimiento se eleva de manera importante a 5,390.7  $\text{kg}/\text{ha}$ , con un incremento del 26.6 % respecto del nivel T2.

Bajo estas condiciones las plantas alcanzaron una altura de 1.95 m, 1,84 m, 2.15m y 2.07 m, respectivamente. Una expansión de superficie foliar de 6 565.0, 6 171.3, 5 746.3 y 6518.6 cm<sup>2</sup>/planta por nivel nutricional. Así mismo a nivel del testigo no fertilizado la variedad INIA 601 presenta la mayor cantidad de mazorcas: 1.16 mazorcas por planta, con el menor peso promedio de mazorca: 112.93 gramos. A nivel de NPK, presenta 1.08 mazorcas por planta, con un peso medio de mazorca de 116.74 gramos, ligeramente mayor que el testigo; a nivel de NPK+ (Ca, Fe, Mn, Zn), la cantidad de mazorcas por planta es la misma que en el nivel NPK, 1.08 mazorcas, con un peso promedio de 118.97 gramos, el peso mayor, y el nivel de NPK+ (Ca, Fe, Mn, Zn) + MO, presenta 1.12 mazorcas por planta con un peso promedio de 118.37 gramos.

### **Variedad INIA-615**

En esta variedad de maíz morado, el testigo no fertilizado alcanzo el rendimiento promedio de mazorcas de 5,262,4 kg/ha. A nivel de T1: NPK, el rendimiento fue de 5,720.3 kg/ha, registrándose un pequeño incremento de 8.7 % respecto del testigo, al nivel nutricional T2: NPK+ (Ca,Fe,Mn,Zn), aumenta a 5,896.6 kg/ha, otro pequeño incremento de 3.1 % respecto del nivel T1; lo mismo ocurrió con el nivel nutricional T3: NPK+ (Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO, donde el rendimiento fue de 6 026.3 kg/ha, con un incremento del 2.2 % respecto del nivel T2. Bajo estas condiciones las plantas alcanzaron una altura de 2.05 m, 1.95 m, 1.98 m y 2.08 m respectivamente. Una expansión de superficie foliar de 5 764.2, 6 700.2, 6 746.8 y 6817,0 cm<sup>2</sup>/planta por nivel nutricional. Así mismo a nivel del testigo no fertilizado la variedad INIA 615 presenta la menor cantidad de mazorcas: 1.09 mazorcas por planta, con el menor peso promedio de mazorca: 100.68 gramos. A nivel de NPK, presenta 1.18 mazorcas por planta, con un peso medio de mazorca de 116.13 gramos, ligeramente mayor que el testigo; a nivel de NPK+ (Ca, Fe, Mn, Zn), presenta la mayor cantidad de mazorcas por planta 1.36 mazorcas, con un peso promedio de 109.06 gramos y el nivel de NPK+ (Ca, Fe, Mn, Zn) + MO, presenta 1.32 mazorcas por planta con el mayor peso promedio, 122.75 gramos.

### **Variedad PMV-581**

En la variedad PMV-581, el testigo no fertilizado alcanzo el rendimiento promedio de mazorcas de 6,105.9 kg/ha. A nivel de T1: NPK, se obtuvo el mayor rendimiento

**Cuadro 10. Respuesta del cultivo de maíz morado y parámetros agronómicos a nivel del testigo**

Características	Unidad	Variedades de maíz morado			
		INIA 601	INIA 615	PMV 581	Promedio
<b>Rendimiento comercial</b>	kg/ha	3 830.8	5 262.4	6 105.9	5 066.4
<b>Variables de crecimiento</b>					
Altura de planta	m	1.95	2.05	1.98	1.99
Área foliar	cm <sup>2</sup> /pta	6 565.0	5 764.2	7 407.8	6 579.0
Materia seca total parte aérea	g/pta	156.4	186.6	174.0	172.3
<b>Componentes del rendimiento</b>					
N° de plantas/ m <sup>2</sup>	Plantas/m <sup>2</sup>	6.10	6.67	6.77	6.51
N° de mazorcas/planta	unidad	1.16	1.09	1.21	1.15
Peso promedio de mazorca	g	112.9	100.6	121.3	111.6
<b>Parámetros agronómicos</b>					
Eficiencia de uso de agua (EUA)	kg/m <sup>3</sup>	1.16	1.59	1.85	1.53
Índice de área foliar (IAF)	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	3.99	3.82	5.02	4.28
Índice de cosecha (IC)	%	52.60	51.97	51.75	52.11
Coefficiente de transpiración (CT)	l/kg	318.4	245.8	258.3	274.2
<b>Calidad del producto</b>					
Concentración de antocianinas (coronta)	mgA/100 g	2,023	1,219	1,390	1,627

**Cuadro 11. Respuesta del cultivo de maíz morado y parámetros agronómicos a nivel de NPK**

Características	Unidad	Variedades de maíz morado			
		INIA 601	INIA 615	PMV 581	Promedio
<b>Rendimiento comercial</b>	kg/ha	4071.1	5720.3	9577.7	6456.4
<b>Variables de crecimiento</b>					
Altura de planta	m	1.84	1.95	2.27	2.02
Área foliar	cm <sup>2</sup> /pta	6 171.3	6 700.2	7 496.6	6 789.4
Materia seca total parte aérea	g/pta	180.1	182.7	202.4	188.4
<b>Componentes del rendimiento</b>					
N° de plantas/ m <sup>2</sup>	Plantas/m <sup>2</sup>	6.10	6.58	6.48	6.39
N° de mazorcas/planta	unidad	1.08	1.18	1.28	1.18
Peso promedio de mazorca	g	116.7	116.1	129.8	120.9
<b>Parámetros agronómicos</b>					
Eficiencia de uso de agua (EUA)	kg/m <sup>3</sup>	1.23	1.73	2.90	1.95
Índice de área foliar (IAF)	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	3.86	4.42	4.82	4.37
Índice de cosecha (IC)	%	54.15	56.01	52.02	54.06
Coefficiente de transpiración (CT)	l/kg	298.37	256.74	227.30	260.80
<b>Calidad del producto</b>					
Concentración de antocianinas (coronta)	mgA/100 g	2 228	1 309	1 524	1 687

**Cuadro 12. Respuesta del maíz morado y parámetros agronómicos a nivel de NPK+ (Ca,Fe,Mn,Zn)**

Características	Unidad	Variedades de maíz morado			
		INIA 601	INIA 615	PMV 581	Promedio
<b>Rendimiento comercial</b>	kg/ha	4 258.3	5 896.6	8 721.2	6 292.0
<b>Variables de crecimiento</b>					
Altura de planta	m	2.15	1.98	2.07	2.07
Área foliar	cm <sup>2</sup> /pta	5 746.3	6 746.8	8 075.8	6 856.3
Materia seca total parte aérea	g/pta	179.5	169.4	201.8	183.6
<b>Componentes del rendimiento</b>					
N° de plantas/ m <sup>2</sup>	Plantas/m <sup>2</sup>	6.29	6.38	6.38	6.35
N° de mazorcas/planta	unidad	1.08	1.36	1.38	1.27
Peso promedio de mazorca	g	118.9	109.0	113.7	113.9
<b>Parámetros agronómicos</b>					
Eficiencia de uso de agua (EUA)	kg/m <sup>3</sup>	1.29	1.79	2.64	1.91
Índice de área foliar (IAF)	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	3.59	4.35	5.15	4.36
Índice de cosecha (IC)	%	54.41	48.88	53.35	52.55
Coefficiente de transpiración (CT)	l/kg	271.4	276.1	232.6	260.1
<b>Calidad del producto</b>					
Concentración de antocianinas (coronta)	mgA/100 g	2 466	1 204	1 430	1 700

**Cuadro 13. Respuesta del maíz morado y parametros agronomicos a nivel de NPK+ (Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO**

Características	Unidad	Variedades de maíz morado			
		INIA 601	INIA 615	PMV 581	Promedio
<b>Rendimiento comercial</b>	kg/ha	5 390.7	6 026.3	8 349.7	6 588.9
<b>Variables de crecimiento</b>					
Altura de planta	m	2.07	2.08	2.21	2.12
Área foliar	cm <sup>2</sup> /pta	6 518.6	6 817.0	8 969.6	7 435.1
Materia seca total parte aérea	g/pta	180.1	171.5	210.6	187.4
<b>Componentes del rendimiento</b>					
N° de plantas/ m <sup>2</sup>	Plantas/m <sup>2</sup>	6.29	6.39	6.58	6.42
N° de mazorcas/planta	unidad	1.12	1.32	1.49	1.31
Peso promedio de mazorca	g	118.3	122.7	129.7	123.6
<b>Parámetros agronomicos</b>					
Eficiencia de uso de agua (EUA)	kg/m <sup>3</sup>	1.63	1.83	2.53	2.00
Índice de área foliar (IAF)	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	4.13	4.33	5.88	4.78
Índice de cosecha (IC)	%	49.60	45.07	47.09	47.25
Coefficiente de transpiración (CT)	l/kg	271.1	272.7	217.1	253.7
<b>Calidad del producto</b>					
Concentración de antocianinas (coronta)	mgA/100 g	1,752	994	1,029	1,258

con 9,577.7 kg/ha, con un incremento de 56.9 % respecto del testigo, con el nivel nutricional T2: NPK+ (Ca,Fe,Mn,Zn), se registró 8,721.2 kg/ha, disminuyendo en 8.9 % respecto del nivel T1; algo similar ocurrió con el nivel nutricional T3: NPK+ (Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO, donde el rendimiento fue de 8,349.7 kg/ha, con un disminución del 4.4 % respecto del nivel T2. Bajo estas condiciones las plantas alcanzaron una altura de 1.98 m, 2.27 m, 2.07 m y 2.21 m respectivamente. Una expansión de superficie foliar de 7,407.8; 7,496.6; 8,075.8 y 8,969.6 cm<sup>2</sup>/planta por nivel nutricional. Así mismo a nivel del testigo no fertilizado la variedad PMV-581 presenta la menor cantidad de mazorcas: 1.21 mazorcas por planta, con el menor peso promedio de mazorca: 121.38 gramos. A nivel de NPK, presenta un ligero incremento respecto al testigo con 1.28 mazorcas por planta, con un peso medio de mazorca de 129.84 gramos; a nivel de NPK+ (Ca, Fe, Mn, Zn), también hay otro pequeño incremento con 1.38 mazorcas, con un peso promedio de 113.74 gramos y el nivel de NPK+ (Ca, Fe, Mn, Zn) + MO, presenta el mayor número de mazorcas con 1.49 mazorcas por planta y con el mayor peso promedio, 129.76 gramos.

#### **4.1.2 Parámetros agronómicos por nivel nutricional en tres variedades de maíz morado**

##### **Eficiencia de uso de agua (EUA – kg/m<sup>3</sup>)**

La eficiencia de uso de agua, relaciona los kilos de mazorca de maíz morado producidos por cada metro cubico de agua aplicado mediante el riego. El valor promedio de EUA hallado para el cultivo de maíz morado bajo las condiciones experimentales fue de 1.85 kg de mazorca por metro cubico de agua aplicado, Sin embargo, el análisis de variancia indica que existen diferencias altamente significativas para niveles nutricionales, variedades e interacción de niveles por variedades.

Para niveles nutricionales, Duncan señala que los niveles: NPK, NPK+(Ca, Fe, Mn, Zn) y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, son similares estadísticamente y difieren del testigo no fertilizado, con una diferencia porcentual de 30.2 % respecto del nivel NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO que presenta el más alto valor de EUA con 2.00 kg/m<sup>3</sup>.

Respecto las variedades, el análisis de Duncan refiere que todas las medias son diferentes estadísticamente, donde la variedad PMV-581 registra el valor más alto de EUA, con 2.48 kg/m<sup>3</sup>, en segundo lugar, está la variedad INIA-615, que alcanzo una EUA de 1,74 kg/m<sup>3</sup> y finalmente la variedad INIA-601 que llegó a 1.33 kg/m<sup>3</sup>.

De otro lado, los efectos de interacción VxT y el respectivo análisis de efectos simples establece de significativo en cuanto al nivel nutricional en la variedad INIA-601 y alta significación en cuanto al nivel nutricional en la variedad PMV-581, mientras que en la variedad INIA-615 el análisis de variancia reportó de no significativo. Al respecto el análisis de Duncan indica que en la variedad INIA-601, la media del nivel nutricional de NPK+(Ca, Fe, Mn, Zn) +MO, difiere de los demás niveles nutricionales, siendo la diferencia porcentual de 40.8 % respecto del testigo no fertilizado y que representa el mayor valor de EUA con 1.63 kg/m<sup>3</sup>. En la variedad PMV-581, el análisis de Duncan refiere que las medias de los niveles nutricionales de NPK con NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) son diferentes estadísticamente de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) con NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO y estos a su vez del testigo. El mayor valor de EUA se encuentra en NPK, con 2.9 kg/m<sup>3</sup>, con un incremento de 56.8 % respecto del testigo que alcanzo el menor valor con 1.85 kg/m<sup>3</sup>.

Para variedades, el análisis de efectos simples según Duncan, indica que a nivel de las variedades en el testigo, PMV-581 e INIA-615 estadísticamente están en el mismo nivel y difieren de la variedad INIA-601 en 59.5 % y 37.3 % respectivamente del testigo; a nivel de las variedades en NPK, las medias entre las tres variedades son diferentes estadísticamente, el mayor valor de EUA reporta la variedad PMV-581, seguido de INIA-615 y finalmente INIA-601, con diferencias porcentuales de 134.8 % y 40.3 % respectivamente del testigo; a nivel de las variedades en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), las medias entre las tres variedades también son diferentes, el mayor valor de EUA reporta la variedad PMV-581, seguido de INIA-615 y finalmente INIA-601, con diferencias porcentuales de 104.7 % y 38.6 % respectivamente del testigo; por ultimo a nivel de las variedades en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, las variedad PMV-581 difiere estadísticamente de las variedades INIA-615 e INIA 601 que son similares. Al respecto **Giles (2011)**, **Ore (2015)** y **Cabrera (2016)**, hallaron valores promedio de EUA de 0.93, 1.74 y 2.42 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: 0, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño) halló como valor medio de la EUA de 2.41 kg/m<sup>3</sup>. **Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada y momentos de aplicación de fosforo en PMV-581, encontró el valor medio de EUA de 2.43 kg/m<sup>3</sup>. Así mismo para los niveles de fertilización fosforada: P1 (60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), P2 (120 kg/ha

de P2O5) y P3 (180 kg/ha de P2O5), se registraron los valores de EUA de 3.10; 2.55 y 2.46 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

### **Índice de área foliar (IAF – m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)**

El índice de área foliar expresa la relación entre la superficie foliar expuesta a la radiación solar por unidad de terreno. Al respecto, se ha encontrado en el estudio un promedio de índice de área foliar (IAF) de 4.45 m<sup>2</sup> de superficie foliar por m<sup>2</sup> de superficie cultivada.

Según los niveles nutricionales: La prueba de Duncan indica que las medias son estadísticamente similares, sin embargo, el nivel NPK+(Ca, Fe, Mn, Zn) +MO, presenta el mayor IAF con 4.78 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, 11.7 % encima del testigo sin fertilizar que alcanzo un IAF de 4.28 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

Según las variedades: La prueba de medias de Duncan refiere que la variedad PMV-581 es diferente de INIA-615 e INIA 601 y que la variedad PMV-581 logró el mayor IAF con 5.22 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, seguida del INIA-615, que alcanzo un IAF de 4.23 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, y finalmente el INIA-601 con un IAF de 3.89 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. Al respecto, **Giles (2011)**, **Retuerto (2014)** y **Ore (2015)**, en sus estudios hallaron valores medio de IAF de 5.71, 2.42 y 3.64 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, respectivamente. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, halló el valor promedio del IAF de 9.80 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. **Mejía (2017)** probando niveles nutricionales y variedades de maíz morado encontró el valor promedio para el IAF de 6.27 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>; mientras que para los niveles nutricionales el testigo reportó un IAF de 5.79 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, NPK 6.18 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> y NPK + Ca + microelementos 6.83 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. En lo que respecta a los IAF hallados a nivel de variedades PMV-581, INIA- 601, INIA-615 y Canteño, alcanzaron los valores de 6.47; 6.39; 5.57 y 6.66 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, respectivamente. **Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada y momentos de aplicación de fósforo en la variedad PMV-581, encontró para los niveles de fósforo P1(60 kg/ha de P2O5) un IAF de 5.4 de m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, P2 (120 kg/ha de P2O5) un IAF de 4,6 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> y P3 ( 180 kg/ha de P2O5) un IAF de 5.1 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>; mientras que según los momentos de aplicación: para M0 presenta un IAF de 4.8 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, para M1 el IAF es de 5.1 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, para M2 el IAF es de 5.4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> y para M3 de 5.0 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

### **Índice de cosecha (IC - %)**

El índice de cosecha (IC) expresa la eficiencia del cultivo, relacionando la materia seca del producto cosechado (mazorcas) respecto de la materia seca total producida (hojas, tallo, panca, panoja y mazorca). En el presente trabajo de investigación el cultivo de maíz morado bajo las condiciones del estudio presenta el promedio de índice de cosecha (IC) de 51.49 %.

Según los niveles nutricionales: El nivel NPK con NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) y el testigo difieren estadísticamente de NPK+ (Ca,Fe,Mn,Zn)+MO; presentando NPK el mayor IC con 54.06 %, seguido del nivel NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), que reportó un IC de 52.55 %, En tercer lugar se ubicó el testigo sin fertilizar con un IC de 52.11 % y el último lugar fue para el nivel NPK+ (Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, con un IC de 47.25 %.

Según las variedades: Las tres variedades en estudios son estadísticamente similares, sin embargo, la variedad INIA-601 logró el mayor IC con 52.69 %, seguida del PMV-581, que alcanzó un IC de 51.05 %, y finalmente el INIA-615 con un IC de 50.73 %. Por su parte **Giles (2011)**, **Retuerto (2014)** y **Ore (2015)**, reportan valores promedio de IC de 35.3, 49.0 y 46.1 %, respectivamente. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, halló el valor promedio de IC de 44.27 %. **Mejía (2017)** en su estudio de niveles nutricionales y variedades de maíz morado encontró el valor promedio de IC de 55.1 %; mientras que para los niveles nutricionales el testigo reportó un IC de 60,7 %, NPK 54.4 % y NPK + Ca + micro elementos 50.1 %. En lo que respecta a los IAF hallados a nivel de variedades PMV-581, INIA- 601, INIA-615 y Canteño, alcanzaron los valores de 54.4; 52.5; 57.7 y 55.8 %, respectivamente. **Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada y momentos de aplicación de fósforo en la variedad PMV-581, encontró para los niveles de fósforo P1(60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) un IC de 50.5 %, P2 (120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) un IC de 51.0 % y P3 (180 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) un IC de 49.2 %; mientras que según los momentos de aplicación: para M0 presenta un IC de 51.9 %, para M1 el IC es de 47.9 %, para M2 el IC es de 49.9 % y para M3 de 49.6 %.

### **Coefficiente de transpiración (CT – l/kg)**

El coeficiente de transpiración (CT) es el parámetro agronómico que indica la cantidad de agua evapotranspirada para producir un kilogramo de materia seca – parte aérea y mide

la eficiencia del cultivo en el uso del agua. Al respecto, el promedio de las tres variedades de maíz morado probados es 262.20 litros de agua evapotranspirados por kilogramo de materia seca producida.

Según los niveles nutricionales: No existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo, el nivel NPK+ (Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, presenta la mayor eficiencia en el uso de agua con 253.71 l/kg, seguido del nivel NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), con 260.09 l/kg, en tercer lugar se ubicó el nivel NPK con un CT de 260.80 l/kg y en último lugar el nivel testigo no fertilizado, con un CT de 274.20 l/kg.

Según las variedades: La variedad PMV-581 mostró mayor eficiencia en el uso del agua con un CT de 233.88 l/kg, seguida de la variedad INIA-615, que alcanzo un CT de 262.88 l/kg y finalmente el INIA-601, variedad con la menor eficiencia en el uso de agua con un CT de 289.84 l/kg. Al respecto **Giles (2011)**, halló el valor medio del CT de 205.8 l/kg. **Retuerto (2014) y Ore (2015)**, hallaron valores medio de (CT) de 253.9 y 204 .8 l/kg, respectivamente. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, halló el valor promedio del CT de 624.13 litros evapotranspirados por kilogramos de materia producida. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: 0, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño) halló como valor medio del CT 158.45 litros evapotranspirados por kilogramo de materia seca producida. **Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada y momentos de aplicación de fosforo en PMV-581, encontró para los niveles de fertilización fosforada: P1 (60 kg/ha de P2O5), P2 (120 kg/ha de P2O5) y P3 (180 kg/ha de P2O5), valores de CT de 248.9; 263.0 y 238.1 l/kg respectivamente.

**Cuadro 14. Parámetros agronómicos del cultivo de maíz morado**

Factor en estudio		Eficiencia de uso de agua	Índice de área foliar	Índice de cosecha	Coefficiente de transpiración
<b>Nivel nutricional</b>					
TESTIGO		1.53	4.28	52.1	274.2
NPK		1.95	4.37	54.0	260.8
NPK+ (Ca,Fe,Mn,Zn)		1.91	4.36	52.5	260.1
NPK+ (Ca,Fe,Mn,Zn)+MO		2.00	4.78	47.2	253.7
<b>Variedades</b>					
INIA 601		1.33	3.89	52.6	289.8
INIA 615		1.74	4.23	50.7	262.8
PMV 581		2.48	5.22	51.0	233.8
<b>Promedio general</b>		<b>1.85</b>	<b>4.45</b>	<b>51.4</b>	<b>262.2</b>
<b>Análisis de variancia</b>					
Fuentes de variación	GL	Significación			
Niveles nutricionales (T)	3	**	NS	**	NS
Variedades (V)	2	**	*	NS	NS
Interacción (VxT)	6	**	NS	NS	NS
CV (%)		11.5	20.3	8.4	18.4

**Cuadro 15. Análisis de los efectos simples para la eficiencia de uso del agua de tres variedades de maíz morado**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Significación</b>
Variedad en testigo	2	0.973	0.486	10.72	**
Variedad en NPK	2	5.844	2.922	64.43	**
Variedad en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2	3.729	1.865	41.12	**
Variedad en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	2	1.783	0.891	19.66	**
Nivel Nutricional en V1	3	0.524	0.175	3.85	*
Nivel Nutricional en V2	3	0.127	0.042	0.93	NS
Nivel Nutricional en V3	3	2.406	0.802	17.68	**
Error (b)	27	1.224	0.045		

<b>Nivel Nutricional en INIA-601</b>	<b>Promedio</b>	<b>Duncan</b>	<b>% Δ</b>
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.63	A	140.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.29	B	111.2
NPK	1.24	B	106.5
Testigo	1.16	B	100.0

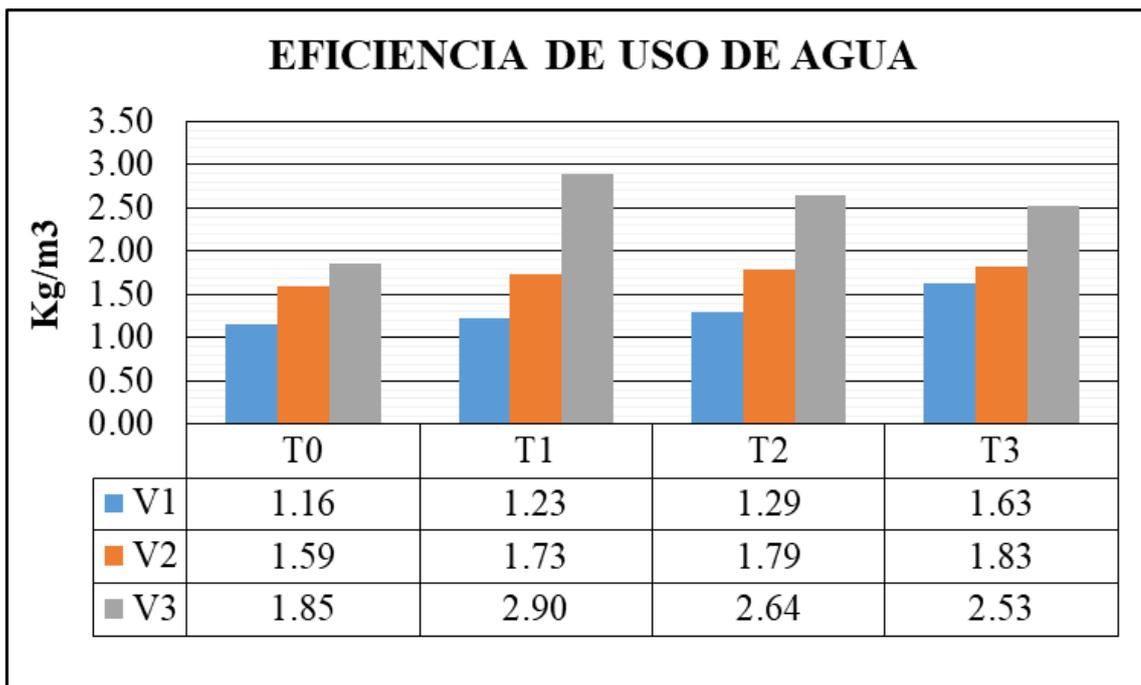
<b>Nivel Nutricional en PMV 581</b>	<b>Promedio</b>	<b>Duncan</b>	<b>% Δ</b>
NPK	2.90	A	156.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2.64	AB	142.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	2.53	B	136.8
Testigo	1.85	C	100.0

<b>Variedades en Testigo</b>	<b>Promedio</b>	<b>Duncan</b>	<b>% Δ</b>
PMV-581	1.85	A	159.5
INIA-615	1.59	A	137.3
INIA-601	1.16	B	100.0

<b>Variedades en NPK</b>	<b>Promedio</b>	<b>Duncan</b>	<b>% Δ</b>
PMV-581	2.90	A	234.8
INIA-615	1.73	B	140.3
INIA-601	1.24	C	100.0

<b>Variedades en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)</b>	<b>Promedio</b>	<b>Duncan</b>	<b>% Δ</b>
PMV-581	2.64	A	204.7
INIA-615	1.79	B	138.6
INIA-601	1.29	C	100.0

<b>Variedades en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO</b>	<b>Promedio</b>	<b>Duncan</b>	<b>% Δ</b>
PMV-581	2.53	A	154.9
INIA-615	1.83	B	111.9
INIA-601	1.63	B	100.0



**Gráfico 1. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la eficiencia de uso de agua de tres variedades de maíz morado**

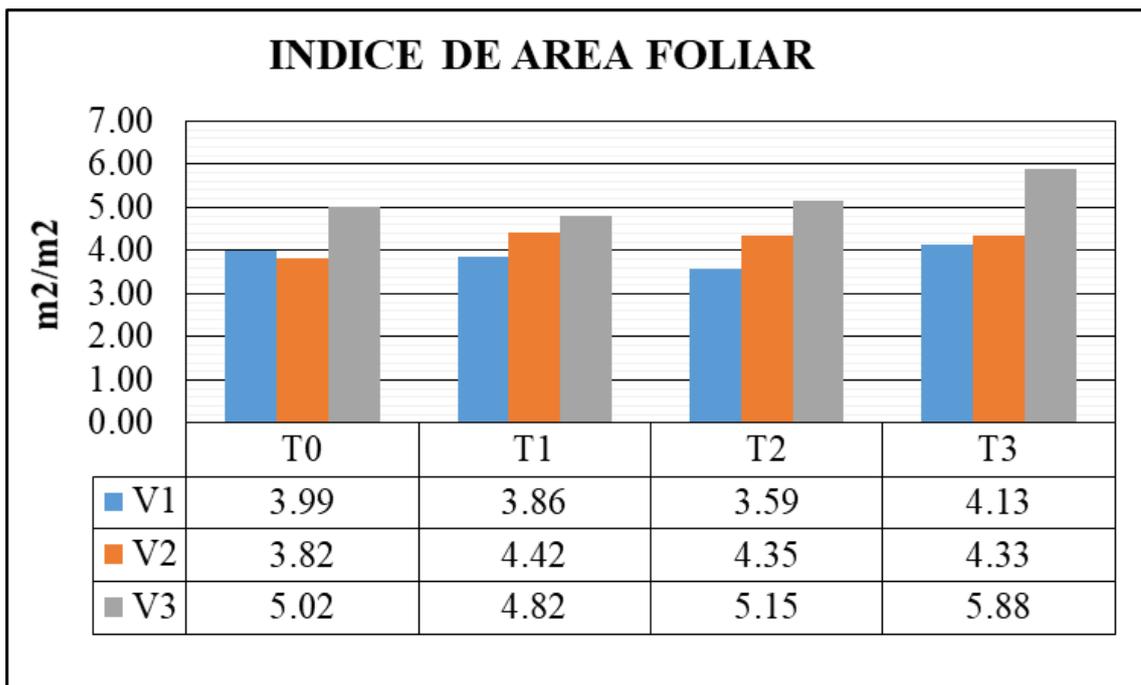
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre la eficiencia de uso de agua

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.99	A	130.2
NPK	1.96	A	127.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.91	A	124.3
Testigo	1.53	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre la eficiencia de uso de agua

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	2.48	A	186.6
INIA-615	1.74	B	130.5
INIA-601	1.33	C	100.0



**Gráfico 2. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el índice de área foliar de tres variedades de maíz morado**

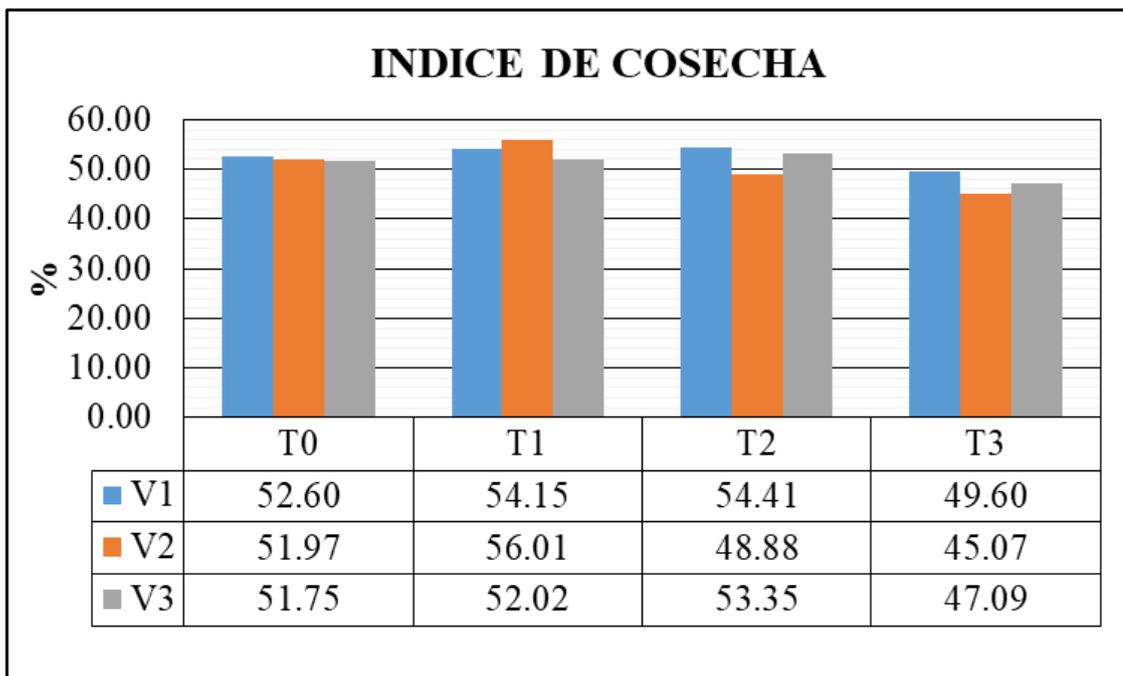
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el índice de área foliar

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	4.78	A	111.7
NPK	4.37	A	102.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	4.36	A	101.9
Testigo	4.28	A	100.0

Respuesta de la variedad sobre el índice de área foliar

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	5.22	A	134.1
INIA-615	4.23	B	108.8
INIA-601	3.89	B	100.0



**Gráfico 3. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el índice de cosecha de tres variedades de maíz morado**

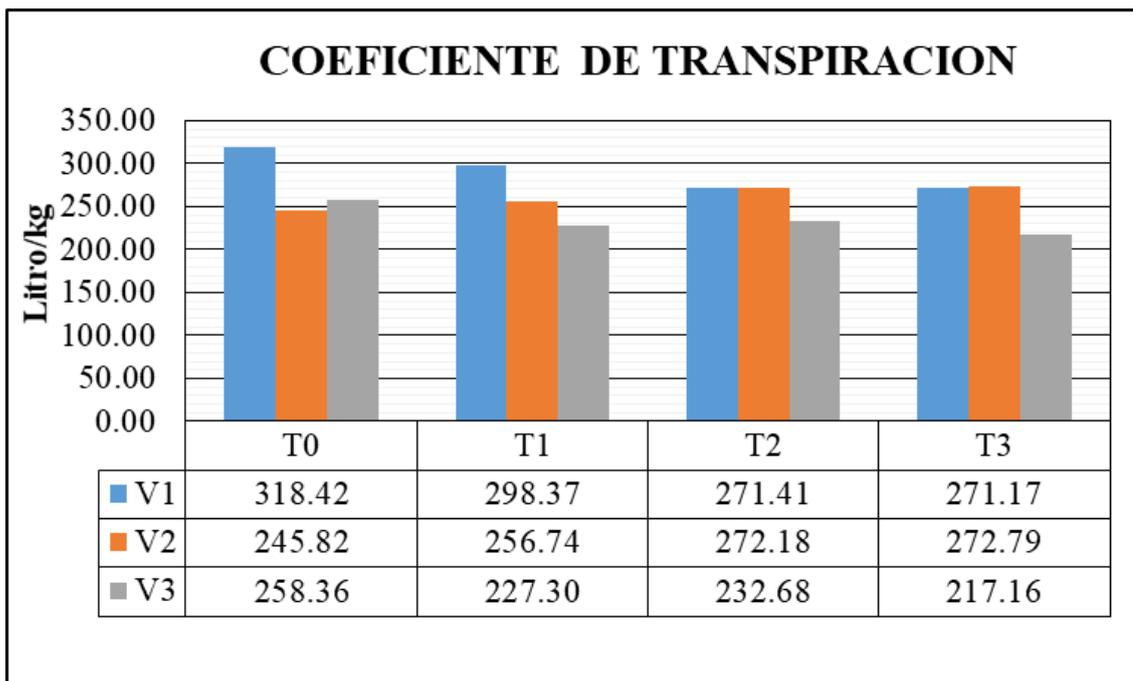
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el índice de cosecha

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK	54.06	A	114.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	52.55	A	111.2
Testigo	52.11	A	110.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	47.25	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre el índice de cosecha

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
INIA-601	52.69	A	103.9
PMV-581	51.05	A	100.6
INIA-615	50.73	A	100.0



**Gráfico 4. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el coeficiente de transpiración de tres variedades de maíz morado**

**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el coeficiente de transpiración

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
Testigo	274.2	A	108.1
NPK	260.8	A	102.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	260.1	A	102.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	253.7	A	100.0

Respuesta de la variedad sobre el coeficiente de transpiración

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
INIA-601	289.8	A	123.9
INIA-615	262.8	A	112.4
PMV-581	233.8	A	100.0

### **4.1.3 Fenología del cultivo de maíz morado y consumo de agua de riego**

El cuadro 16, presenta el consumo de agua de riego por estado fenológico del cultivo, durante los 144 días que duro el ciclo vegetativo, contabilizado a partir de la emergencia. Se considera para el riego por goteo una eficiencia de 90 %,

El consumo total de agua de riego fue de 3,300.90 m<sup>3</sup>/ha, con una ETc media de 1.98 mm/día y Kc medio de 0.92.

El riego de pre siembra y los aplicados antes de la emergencia fueron de 73.44 m<sup>3</sup>/ha. A los 6 días después de la siembra (dds), se produjo en promedio la germinación de las semillas, donde el consumo acumulado fue de 122,77 m<sup>3</sup>/ha, que representa el 3.7 % del total aplicado; así mismo, la evapotranspiración del cultivo (ETc) fue de 0.74 mm/día y el Kc estimado de 0.49.

A los 17 días el cultivo en crecimiento lento, se pudo observar 5 hojas verdaderas en promedio, habiéndose consumido 362.09 m<sup>3</sup>/ha, de agua, que representa el 11.0 % del total aplicado; así mismo, la evapotranspiración del cultivo (ETc) fue de 1.27 mm/día y el Kc estimado de 0.70.

A los 33 días, se visualiso una media de 9 hojas verdaderas en el cultivo, y consumido 613.08 m<sup>3</sup>/ha, de agua, que representa el 18.6 % del total aplicado; en este lapso, la evapotranspiración del cultivo (ETc) fue de 1.41 mm/día y el Kc estimado de 0.78.

A los 51 días el cultivo inició la elongación del tallo, con un gasto de agua de 960.88 m<sup>3</sup>/ha, que representa el 29.1 % del total aplicado; en este periodo, la evapotranspiración del cultivo (ETc) fue de 1.74 mm/día y el Kc estimado de 0.94.

A los 69 días se inició la floración masculina, consumiendose 1,371.58 m<sup>3</sup>/ha, de agua, que representa el 41.5 % del total aplicado; mientras que la evapotranspiración del cultivo (ETc) llegaba a 2.05 mm/día y el Kc estimado de 1.11.

A los 79 días se inició la floración femenina, el gasto de agua en esta etapa fue de 1 652.56 m<sup>3</sup>/ha, que significa el 50.0 % del total aplicado; en este estadio, la evapotranspiración del cultivo (ETc) fue de 2.53 mm/día y el Kc de 1.16.

A los 86 días después de la emergencia, en plena polinización, el gasto de agua acumulado fue de 1 852.64 m<sup>3</sup>/ha, que significa el 56.1 % del total aplicado; en este estadio, la evapotranspiración del cultivo (ETc) fue de 2.57 mm/día y el Kc de 1.18.

A los 94 días el cultivo se encontraba en el estadio de grano lechoso, momento en que el gasto parcial de agua fue de 2 085.17 m<sup>3</sup>/ha, que significa el 63.1 % del total del riego aplicado; en este estadio, la evapotranspiración del cultivo (ETc) fue de 2.62 mm/día y el Kc estimado de 1.20.

A los 116 días el cultivo estuvo en el estadio reproductivo de grano pastoso, con 2,746.34 m<sup>3</sup>/ha, de gasto de agua, representando el 83.1 % del riego aplicado; en este estadio, la evapotranspiración promedio del cultivo (ETc) fue de 2.70 mm/día y el Kc estimado de 0.98.

A los 139 días el cultivo dió inicio a la madurez fisiológica, con un gasto total de agua de riego de 3,300.90 m<sup>3</sup>/ha, representando el 100.0 % del riego aplicado; en este periodo, la evapotranspiración del cultivo (ETc) fue de 2.17 mm/día y el Kc estimado de 0.70. A los 144 días después de la emergencia se inició con la cosecha. Al respecto **Solano (1999)**, **Retuerto (2014)** y **Rubiños (2017)** en sus investigaciones reportaron consumos de agua total similares al estudio con: 3,765, 3,406.9 y 3,336 m<sup>3</sup>/ha, respectivamente; mientras que **Giles (2011)**, **Ore (2015)**, **Cabrera (2016)** y **Mejía (2017)** obtuvieron consumos de agua mayores con: 4,294.5, 3,976, 4,667 y 4,234.2, m<sup>3</sup>/ha, respectivamente.

#### **4.2 VARIABLES DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ MORADO.**

Los cuadros 17, 18, 19 y los gráficos 5, 6, 7, 8, 9 y 10; presentan los resultados obtenidos en las principales variables de crecimiento de las tres variedades de maíz morado en estudio, tales como: altura de planta, altura de la mazorca principal, área foliar, número de hojas por planta, número de hojas encima de la mazorca principal y diámetro del tallo. Para las variables número de hojas por planta, número de hojas encima de la mazorca principal y diámetro del tallo, el análisis de variancia no muestra diferencias estadísticas para los factores en estudio, tampoco se aprecian efectos de interacción niveles x variedades. Sin embargo, sí se evidencia diferencias estadísticas significativas para las variables de crecimiento; altura de planta, a nivel de la interacción de VxT; altura de mazorca principal, en los niveles nutricionales y la interacción VxT; finalmente a nivel de variedades en el área foliar.

**Cuadro 16. Fenología del cultivo de maíz morado y requerimiento de riego**

	Estado fenológico	Fecha	Ciclo vegetativo		Requerimiento de riego		ETc (mm/día)	Eo (mm/día)	Kc estimado
			Parcial (días)	Acumulado (días)	Neto (mm)	Aplicado (m <sup>3</sup> /ha)			
Siembra	-----	16 jun	-6		6.61	73.44	-	-	-
Estadios vegetativos	Emergencia	22 jun	0	0	4.44	49.33	0.74	1.52	0.49
	Crecimiento lento (5 hojas)	09 jul	17	17	21.54	239.32	1.27	1.81	0.70
	Desarrollo de hojas (9 hojas)	25 jul	16	33	22.59	250.99	1.41	1.81	0.78
	Elongación del tallo	12 ago	18	51	31.30	347.80	1.74	1.85	0.94
Estadios reproductivos	Órgano floral masculino	30 ago	18	69	36.96	410.70	2.05	1.85	1.11
	Floración femenina (12 hojas)	09 set	10	79	25.29	280.98	2.53	2.18	1.16
	polinización	16 set	7	86	18.01	200.08	2.57	2.18	1.18
	Grano lechoso (R3)	24 set	8	94	20.93	232.53	2.62	2.18	1.20
	Grano pastoso (R4)	04 oct	22	116	59.51	661.17	2.70	2.76	0.98
	Grano maduro (R6)	08 nov	23	139	49.91	554.56	2.17	3.10	0.70
Cosecha		13 nov	5	144					
<b>Promedios y totales:</b>					<b>297.08</b>	<b>3300.9</b>	<b>1.98</b>	<b>2.12</b>	<b>0.92</b>

Eficiencia de riego: 90 %

ETc = Eo x Kc

Eo = Evaporación del tanque clase A

Kc = Coeficiente del cultivo

#### 4.2.1 Altura de planta

La prueba de comparación de medias de Duncan (Gráfico 5), indica que para el efecto de niveles nutricionales las medias son estadísticamente similares. Sin embargo, NPK+(Ca, Fe, Mn, Zn) +MO, presenta la mayor altura de planta con 2.12 m, siendo la diferencia porcentual de 6.5 % respecto del testigo no fertilizado que presenta la menor altura de 1.99 m. Para variedades, tampoco se presentaron diferencias estadísticas, aunque la variedad PMV-581 presentó la mayor altura de planta con 2.13 m, con una diferencia porcentual de 6.4 % respecto de la variedad INIA-601, que tuvo la menor altura con 2.00 m.

Respecto la interacción entre niveles nutricionales y variedades VxT. El análisis de los efectos simples muestra que solo los niveles nutricionales en las variedades INIA-601 y PM-581 muestran diferencias significativas. En INIA-601, los niveles: NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO y el testigo difieren estadísticamente del testigo y NPK según el análisis de medias de Duncan; correspondiendo la mayor altura de planta a NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), con 2.15 m y la menor altura a NPK con 1.84 m. En la variedad PMV-581, los niveles: NPK, NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) difieren estadísticamente de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) y el testigo, según el análisis de medias de Duncan; correspondiendo la mayor altura de planta a NPK, con 2.27 m y la menor altura al testigo con 1.98 m. Así mismo, a nivel de variedades en NPK, Duncan indica que las medias de PMV-581 difieren estadísticamente de INIA-615 e INIA 601. Correspondiendo la mayor altura de la planta a la variedad PMV-581 con 2.27 m, respecto de la variedad INIA-601, que reportó el menor valor con 1.84 m. **Solano (1999)**, en su estudio de niveles de fertilización NPK (T0: 0-0-0, T1: 60-40-60, T2: 120-80-120, T3:180-120-180 y 240-160-240) kg/ha sobre tres variedades de maíz morado (Morado Canteño, PMV-581-Huanuco y PMV-581-Cañete), encontró que el tratamiento T3 mostró la mayor altura de planta con 2.53 m y T4 la menor altura con 2.39 m; a nivel variedades, el Morado Canteño reportó mayor altura de planta con 2.45 m, mientras que PMV-581-Cañete, refirió el menor valor con 2.43 m. **Giles (2011)**, **Retuerto (2014)** y **Ore (2015)** en trabajos de investigación de maíz morado encontraron promedios de altura de planta en 2.21, 2.25 y 2.57 m, respectivamente. Ligeramente de mayor tamaño que los hallados en el estudio. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, halló valores promedio para altura de planta de: (2.65; 2.49;

2.44 y 2.53) m, para variedades. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), respecto la altura de planta, halló los valores promedio de: (2.26, 2.44 y 2.56) m, para los niveles nutricionales y (2.48, 2.48, 2.23 y 2.48) m, para las variedades. **Rubiños (2017)**, probando niveles de fertilización fosforada y momentos de aplicación de fosforo en la variedad PMV-581, encontró para los niveles de fertilización fosforada: P1 (60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), P2 (120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y P3 (180 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), la mayor altura de planta en el tratamiento P3 con 1.92 m, y la menor altura con P1 con 1.86 m.

#### **4.2.2 Altura de la mazorca principal**

El análisis de variancia indica la existencia de diferencias significativas en el nivel nutricional y la interacción VxT. la prueba de comparación de medias de Duncan (Gráfico 6), para el efecto de niveles nutricionales indica que NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO con 1.52 m y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) con 1.46 m son similares y difieren estadísticamente de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) con NPK y a su vez del testigo no fertilizado que reportó la menor altura de la mazorca principal con 1.24 m. Para variedades, no se presentaron diferencias estadísticas según el comparativo de Duncan, aunque la variedad INIA-601 reportó la mayor altura de la mazorca principal con 1.46 m, con una diferencia porcentual de 11.2 % respecto de la variedad INIA-615, que tuvo la menor altura con 1.32 m.

Respecto la interacción entre niveles nutricionales y variedades VxT. El análisis de los efectos simples refiere que los niveles nutricionales en las variedades INIA-601 e INIA 615 muestran diferencias altamente significativas, mientras que el PMV-581 registra diferencias significativas. En la variedad INIA-601, los niveles: NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO difieren estadísticamente de NPK y el testigo, según el análisis de medias de Duncan; correspondiendo la mayor altura de la mazorca principal a NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), con 1.65 m. respecto del testigo que alcanzo la menor altura con 1.32 m. En la variedad INIA-615, el nivel NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO hizo la diferencia estadística con NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), NPK y el testigo (similares estadísticamente), según el análisis de medias de Duncan; correspondiendo la mayor altura de la mazorca principal a NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, con 1.54 m. respecto del testigo que alcanzo la menor altura con 1.17 m. En la variedad PMV-581, los niveles: NPK,

NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) difieren estadísticamente del testigo según el análisis de medias de Duncan; correspondiendo la mayor altura de la mazorca principal a NPK, con 1.56 m. respecto del testigo que alcanzo la menor altura con 1.24 m. Así mismo, los niveles nutricionales NPK y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, similares estadísticamente según Duncan, difieren de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) y el testigo. Para variedades, el análisis de los efectos simples indica que las variedades en el testigo y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO no presentan diferencias significativas, sin embargo, en NPK y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), presentan diferencias significativas y altamente significativas, respectivamente. Al respecto, Duncan indica para las variedades en NPK, que la media de PMV-581 con el valor más alto de la mazorca principal: 1.56 m. difiere de INIA-601 e INIA-615 en 22.1%. Para las variedades en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), Duncan refiere que la media de INIA-601 presenta el valor más alto de la mazorca principal con 1.65 m y difiere estadísticamente de PMV-581 e INIA-615 en 25.8 % respecto de INIA-615, que tiene la altura de la mazorca principal más baja, de 1.28 m. **Solano (1999)**, en su estudio sobre niveles de fertilización NPK sobre tres variedades de maíz morado encontró alturas de 1.60 m a 1.50 m. para variedades, el Morado Canteño reportó la mayor altura de la mazorca principal con 1.56 m. **Ore (2015)**, registro 1.58 m. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), respecto la altura de la mazorca principal, halló los valores promedio de: (1.46; 1.38 y 1.36) m, para los niveles nutricionales y (1.56; 1.49; 1.35 y 1.21) m, para las variedades.

#### 4.2.3 Área foliar

El análisis de variancia refiere que no existen diferencias significativas en los niveles nutricionales ni la interacción VxT, solo se evidencia diferencias significativas a nivel de variedades. La prueba de comparación de Duncan (Gráfico 7), para el efecto de niveles nutricionales indica que todos los tratamientos son estadísticamente similares. El mayor valor caracteriza a NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO con 7,435.00 cm<sup>2</sup>/planta, con una diferencia porcentual de 13 % respecto del testigo no fertilizado. Respecto al efecto variedades, el mayor valor caracteriza a PMV-581 con 7,987.40 cm<sup>2</sup>/planta y difiere estadísticamente de las variedades INIA-615 y PMV-581 en la cual el ultimo expresa el valor mas bajo de (6,250.30 cm<sup>2</sup>/planta), siendo la diferencia porcentual con PMV-581

de 27.8 %. Otros estudios, tales como: **Solano (1999)**, refiere haber hallado para sus variables en estudio los mayores valores en 5,724 y 5048 cm<sup>2</sup>/ planta, y sus menores valores en 4,915 y 4,005 cm<sup>2</sup>/planta. **Giles (2011)**, **Ore (2015)** y **Cabrera (2016)**, en sus trabajos de investigación hallaron valores medios para el área foliar de 10,988, 7,163 y 4,487 cm<sup>2</sup>/planta, respectivamente. Donde solo Oré coincide con los resultados del estudio. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), respecto el área foliar, encontró los valores promedio de: (3 109, 3301 y 3 621) cm<sup>2</sup>/planta, para los niveles nutricionales y (3 483, 3 485, 2 976 y 3 432) cm<sup>2</sup>/planta, para las variedades. **Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada P1(60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), P2 (120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), P3 (180 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y momentos de aplicación de fosforo (M1, M2, y M3) en la variedad PMV-581, encontró para los niveles de fosforo valores de área foliar de: 8 897, 8 049 y 8 308 cm<sup>2</sup>/planta respectivamente; mientras que según los momentos de aplicación: obtuvo los valores de: 8 053, 8 406, 8 981 y 8 491 cm<sup>2</sup>/planta, respectivamente.

#### 4.2.4 Número de hojas por planta

El análisis de variancia indica que no existen diferencias significativas en los niveles nutricionales, variedades ni la interacción variedades por niveles nutricionales (VxT), sin embargo, la prueba de comparación de medias de Duncan (Gráfico 8), para el efecto de niveles nutricionales indica que NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) y NPK; son similares estadísticamente y difieren del testigo, donde el mayor valor caracteriza a NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO con 12.17 hojas/planta, con una diferencia porcentual de 9.8 % respecto del testigo no fertilizado que presentó 11.08 hojas/planta. Así mismo se encontró que NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, difiere de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), NPK y el testigo (similares estadísticamente). Respecto al efecto variedades, según la prueba de comparación de las medias de Duncan, las medias son estadísticamente similares. El mayor valor se registra en la variedad PMV-581 con 11.88 hojas/planta y la variedad INIA-615 presenta 11.50 hojas/planta, siendo esta última, la variedad con el menor valor promedio. **Solano (1999)**, probando niveles de fertilización NPK (T0: 0-0-0, T1: 60-40-60, T2: 120-80-120, T3:180-120-180 y 240-160-240) kg/ha sobre tres variedades de maíz morado (Morado Canteño, PMV-581-Huanuco y PMV-581-Cañete), halló en todos los tratamientos y las tres variedades en estudio el mismo número de hojas

por planta que es igual a 12.0. De otro lado, **Giles (2011)**, **Retuerto (2014)** y **Ore (2015)**, obtuvieron un promedio de hojas/planta de 11.6, 12.1 y 11.35 unidades, respectivamente. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, halló valores promedio para el número de hojas/planta de: (11.3; 10.8; 11.4 y 11.3) hojas, para variedades y (11.5; 11.1 y 10.9) hojas, para láminas de riego. **Mejía (2017)**, encontró valores promedio de 10.6; 10.6 y 11.1 hojas/planta, para los niveles nutricionales y de 11.0; 11.2; 10.0 y 10.9 hojas/planta, para las variedades. **Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada y momentos de aplicación de fosforo en la variedad PMV-581, encontró para los niveles de fosforo valores respecto el número promedio de hojas de: 10.70, 10.95 y 10.80 hojas/planta, respectivamente; mientras que según los momentos de aplicación: obtuvo una media de: 10.83 hojas/planta. Todas muy similares al estudio efectuado.

#### **4.2.5 Número de hojas encima de la mazorca principal**

El análisis de variancia reporta la no existencia de diferencias significativas en los niveles nutricionales, variedades ni en la interacción variedades por niveles nutricionales (VxT). Según el (Gráfico 9), Duncan señala la no existencia de diferencias significativas para niveles nutricionales ni variedades. Sin embargo, cabe mencionar que existe una pequeña diferencia porcentual: En cuanto a niveles nutricionales NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, presenta el mayor número de hojas encima de la mazorca principal (6.33). En variedades INIA-601, refiere la mayor cantidad de hojas encima de la mazorca principal (6.25) respecto PMV-581 con la menor cantidad, habiendo una diferencia porcentual de 3.1 %. Al respecto, **Solano (1999)**, probando niveles de fertilización NPK (T0: 0-0-0, T1: 60-40-60, T2: 120-80-120, T3:180-120-180 y 240-160-240) kg/ha sobre tres variedades de maíz morado (Morado Canteño, PMV-581-Huanuco y PMV-581-Cañete), reportó también para esta variable que las medias de todos los tratamientos y las tres variedades en estudio presentaron el mismo número de hojas encima de la mazorca principal igual a 5.0. **Giles (2011)**, **Retuerto (2014)** y **Ore (2015)** obtuvieron medias generales de: 5.5, 6.3 y 5.27, respectivamente. Siendo los resultados de Retuerto similares al estudio, mientras que los de Giles y Ore muestran diferencias.

#### 4.2.6 Diámetro del tallo

El análisis de variancia muestra que no existen diferencias estadísticas en los niveles nutricionales, variedades ni en la interacción variedades por niveles nutricionales (VxT) para la variable diámetro del tallo. Sin embargo, el (Gráfico 10) señala, según el análisis de medias de Duncan, para la respuesta del nivel nutricional que las medias de los tratamientos NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), son similares estadísticamente y que difieren del testigo y de NPK, donde NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, presenta el diámetro mayor del tallo (1.60 cm), representando un incremento de 7.3 % respecto de NPK (1.49 cm) con el diámetro menor del tallo.

La comparación de medias de Duncan para variedades, indica que las medias son similares, con una pequeña diferencia porcentual de 6.8% entre ellas, donde PMV-581, muestra el mayor diámetro de tallo (1.56 cm) respecto INIA-601 con el menor diámetro (1.46 cm), **Giles (2011)**, **Retuerto (2014)** y **Ore (2015)**, reportan para sus trabajos de investigación los siguientes diámetros de tallo hallados: 2.15, 2.13 y 2.24 cm, respectivamente. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, halló valores promedio para el diámetro del tallo de: (2.16; 2.16; 2.29 y 2.32) cm, para variedades y (2.33; 2.22 y 2.14) cm, para láminas de riego. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), respecto al diámetro del tallo, encontró los valores promedio de: (1.81; 1.90; y 2.0) cm, para los niveles nutricionales y (1.90; 1.98; 1.85 y 1.89) cm, para las variedades. **Rubiños (2017)**, halló diámetros de tallos de: 1.47; 1.49; y 1.51 cm para niveles de 60, 120 y 180 kg/ha de P205 respectivamente mientras que para los momentos de aplicación obtuvo medias de 1.40; 1.57; 1.51; y 1.49 cm.

**Cuadro 17. Variables de crecimiento del maíz morado**

<b>Factor en estudio</b>	<b>Altura de planta (m)</b>	<b>Altura de la mazorca principal (m)</b>	<b>Área foliar (cm<sup>2</sup>/pta)</b>	<b>N° de hojas por planta</b>	<b>N° de hojas encima de la mazorca principal</b>	<b>Diámetro del tallo (cm)</b>	
<b>Niveles nutricionales</b>							
TESTIGO	1.99	1.24	6 579.0	11.08	6.08	1.49	
NPK	2.02	1.39	6 789.4	11.75	6.08	1.49	
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2.07	1.46	6 856.3	11.75	6.08	1.52	
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	2.12	1.52	7 435.1	12.16	6.33	1.60	
<b>Variedades</b>							
INIA 601	2.00	1.46	6 250.3	11.69	6.25	1.46	
INIA 615	2.02	1.32	6 507.1	11.50	6.13	1.55	
PMV 581	2.13	1.43	7 987.4	11.88	6.06	1.56	
<b>Promedio general</b>	<b>2.05</b>	<b>1.40</b>	<b>6 915.0</b>	<b>11.68</b>	<b>6.14</b>	<b>1.52</b>	
<b>Análisis de variancia</b>							
<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Significación</b>					
Niveles nutricionales (T)	3	NS	*	NS	NS	NS	NS
Variedades (V)	2	NS	NS	*	NS	NS	NS
Interacción (VxT)	6	*	*	NS	NS	NS	NS
CV (%)		7.1	9.4	20.0	8.5	8.7	7.4

**Cuadro 18. Análisis de los efectos simples para la altura de planta de tres variedades de maíz morado**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Variedad en Testigo	2	0.018	0.009	0.43	NS
Variedad en NPK	2	0.389	0.195	9.09	**
Variedad NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) en	2	0.058	0.029	1.36	NS
Variedad NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO en	2	0.048	0.024	1.12	NS
Nivel Nutricional en V <sub>1</sub>	3	0.211	0.070	3.28	*
Nivel Nutricional en V <sub>2</sub>	3	0.042	0.014	0.66	NS
Nivel Nutricional en V <sub>3</sub>	3	0.206	0.069	3.20	*
Error (b)	27	0.578	0.021		

Nivel Nutricional en INIA-601	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2.15	A	116.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	2.07	A	112.2
Testigo	1.95	AB	106.0
NPK	1.84	B	100.0

Nivel Nutricional en PMV-581	Promedio	Duncan	% Δ
NPK	2.27	A	114.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	2.21	A	111.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2.07	AB	104.8
Testigo	1.98	B	100.0

Variedades en NPK	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	2.27	A	123.1
INIA-615	1.95	B	106.0
INIA-601	1.84	B	100.0

**Cuadro 19. Análisis de los efectos simples para la altura de la mazorca principal de tres variedades de maíz morado.**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Variedad en Testigo	2	0.042	0.021	1.21	NS
Variedad en NPK	2	0.186	0.093	5.35	*
Variedad en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2	0.287	0.143	8.25	**
Variedad en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	2	0.024	0.012	0.69	NS
Nivel Nutricional en V <sub>1</sub>	3	0.350	0.117	6.72	**
Nivel Nutricional en V <sub>2</sub>	3	0.291	0.097	5.59	**
Nivel Nutricional en V <sub>3</sub>	3	0.215	0.072	4.13	*
Error (b)	27	0.469	0.017		

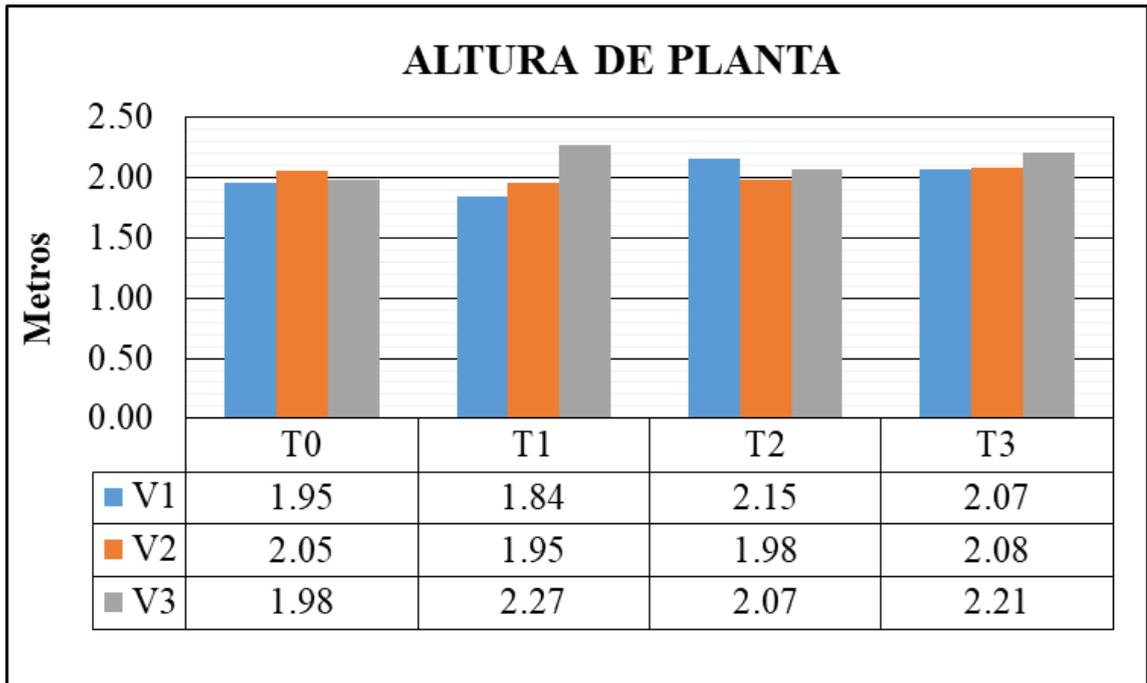
Nivel Nutricional en INIA-601	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.65	A	125.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) + MO	1.56	A	118.6
NPK	1.32	B	100.2
Testigo	1.32	B	100.0

Nivel Nutricional en INIA-615	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) + MO	1.54	A	131.1
NPK	1.28	B	109.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.28	B	108.7
Testigo	1.17	B	100.0

Nivel Nutricional en PMV-581	Promedio	Duncan	% Δ
NPK	1.56	A	125.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) + MO	1.46	A	117.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.44	AB	116.1
Testigo	1.24	B	100.0

Variedades en NPK	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	1.56	A	122.1
INIA-601	1.32	B	103.3
INIA-615	1.28	B	100.0

Variedades en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	Promedio	Duncan	% Δ
INIA-601	1.65	A	129.6
PMV-581	1.44	B	113.0
INIA-615	1.28	B	100.0



**Gráfico 5. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la altura de planta de tres variedades de maíz morado**

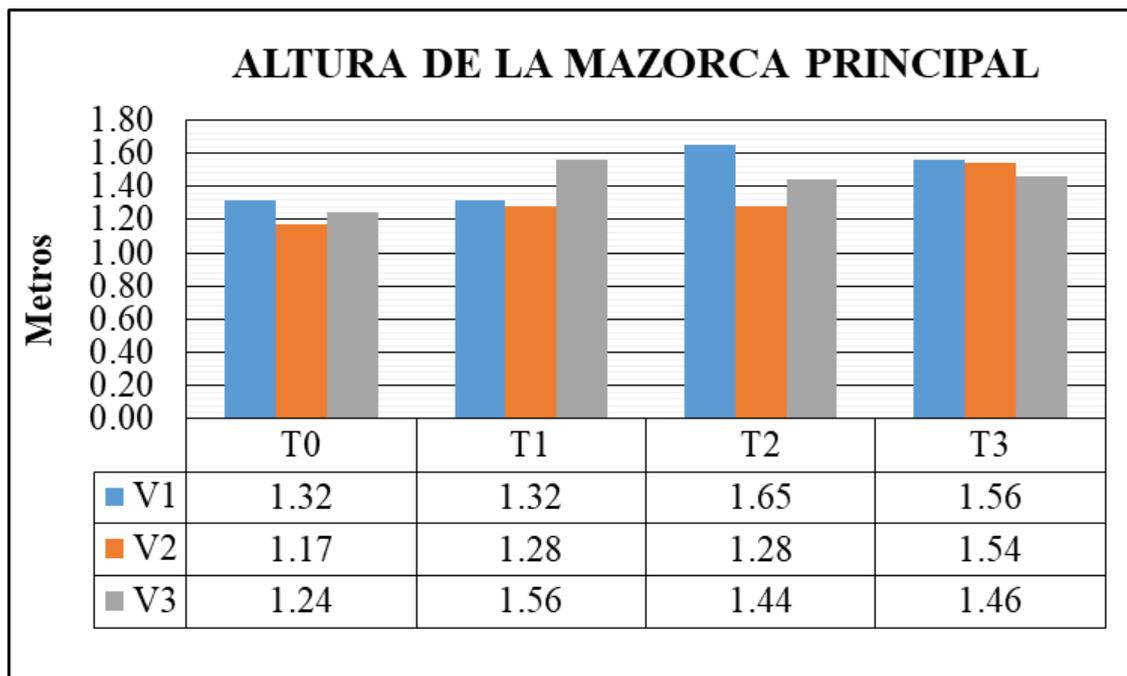
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre la altura de planta

Nivel Nutricional	promedio (m)	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	2.12	A	106.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2.06	A	103.6
NPK	2.02	A	101.5
Testigo	1.99	A	100.0

Respuesta de la variedad sobre la altura de planta

Variedades	Promedio (m)	Duncan	% Δ
PMV-581	2.13	A	106.4
INIA-615	2.01	A	100.5
INIA-601	2.00	A	100.0



**Gráfico 6. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la altura de la mazorca principal de tres variedades de maíz morado**

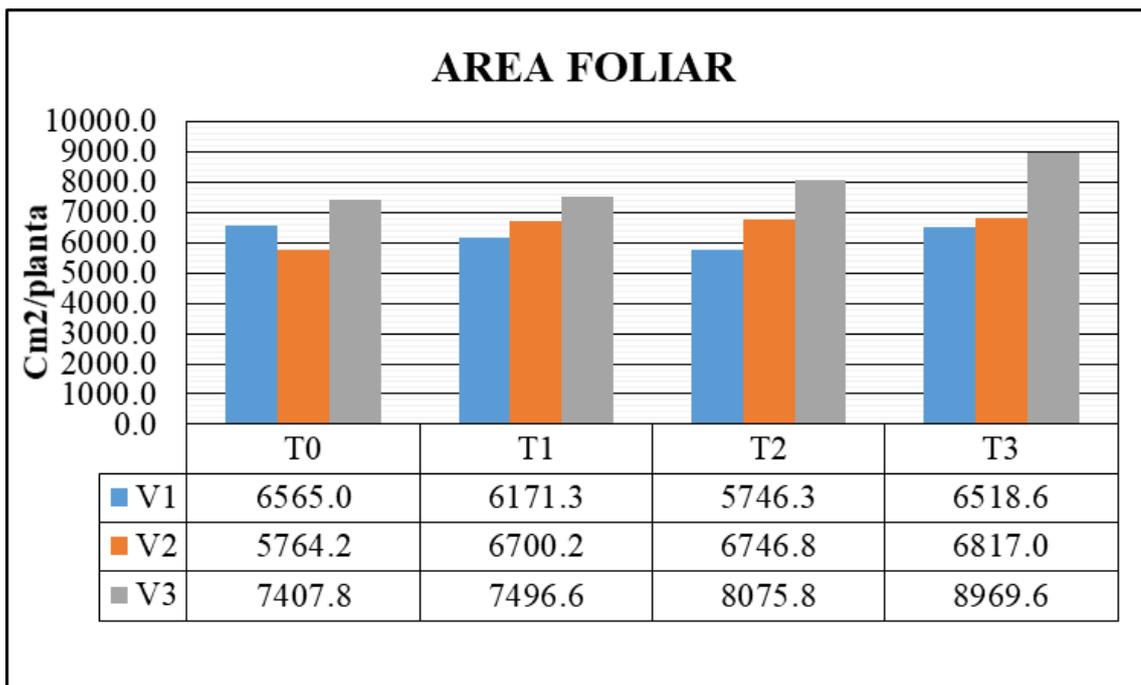
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre la altura de la mazorca principal

Nivel Nutricional	Promedio (m)	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	1.52	A	122.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.46	AB	117.1
NPK	1.39	B	111.5
Testigo	1.24	C	100.0

Respuesta de la variedad sobre la altura de la mazorca principal

Variedades	Promedio (m)	Duncan	% Δ
INIA-601	1.46	A	111.2
PMV-581	1.44	A	108.2
INIA-615	1.326	A	100.0



**Gráfico 7. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el área foliar de tres variedades de maíz morado**

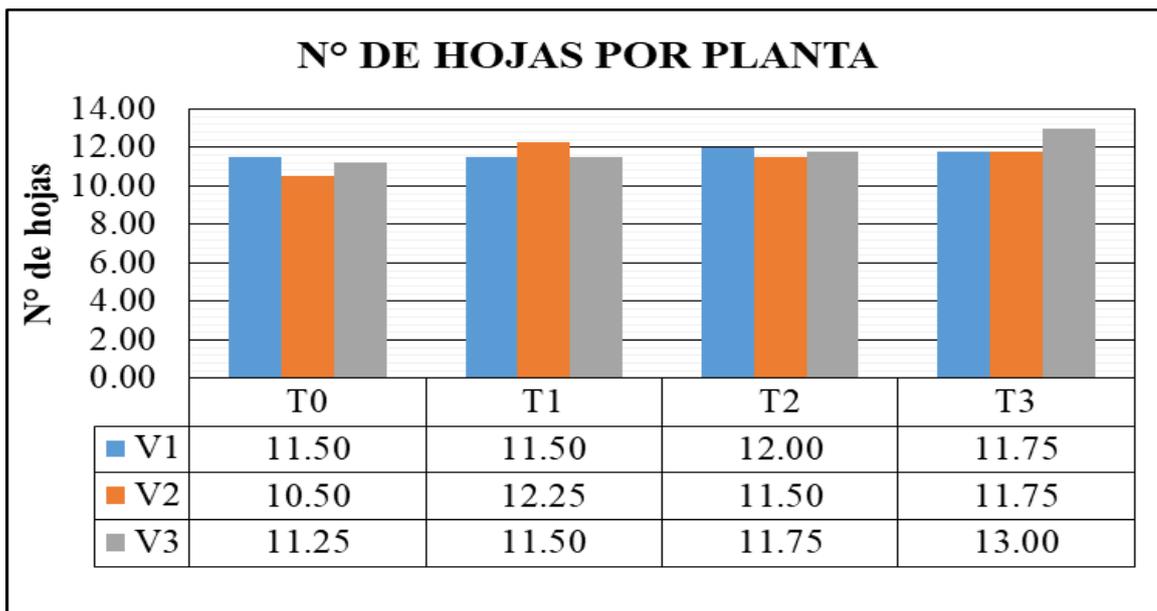
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el área foliar

Nivel Nutricional	Promedio (cm <sup>2</sup> /pta)	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	7 435	A	113.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	6 856	A	104.2
NPK	6 789	A	103.2
TESTIGO	6 579	A	100.0

Respuesta de la variedad sobre el área foliar

Variedades	Promedio (cm <sup>2</sup> /pta)	Duncan	% Δ
PMV-581	7 987	A	127.8
INIA-615	6 507	B	104.1
INIA-601	6 250	B	100.0



**Gráfico 8. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el número de hojas por planta de tres variedades de maíz morado**

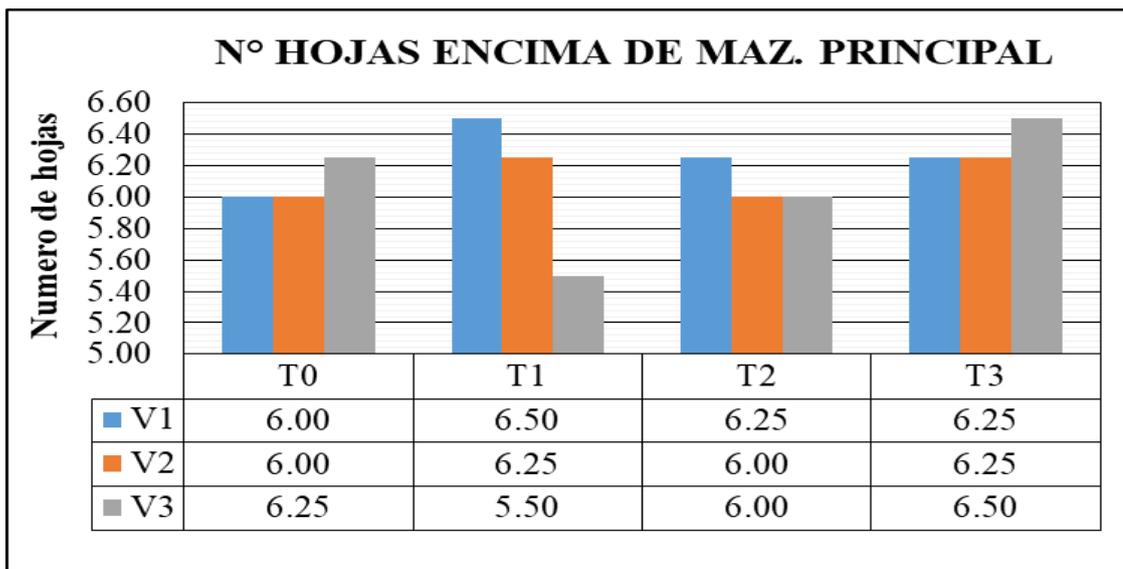
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el número de hojas por planta

Nivel Nutricional	Promedio (Numero)	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	12.16	A	109.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	11.75	AB	106.0
NPK	11.75	AB	106.0
TESTIGO	11.08	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre el número de hojas por planta

Variedades	Promedio (Numero)	Duncan	% Δ
PMV-581	11.87	A	103.3
INIA-601	11.68	A	101.6
INIA-615	11.50	A	100.0



**Gráfico 9. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el número de hojas encima de la mazorca principal de tres variedades de maíz morado**

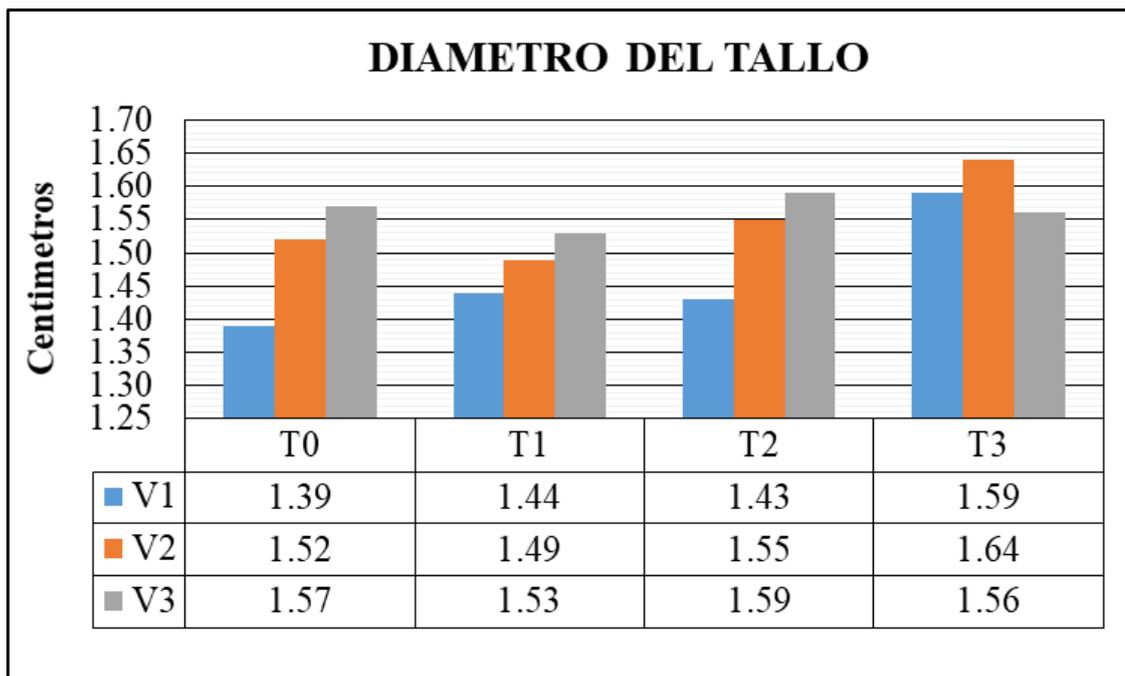
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el número de hojas encima de la mazorca principal

Nivel Nutricional	Promedio (numero )	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	6.33	A	104.1
Testigo	6.08	A	100.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	6.08	A	100.0
NPK	6.08	A	100.0

Respuesta de la variedad sobre el número de hojas encima de la mazorca principal

Variedades	Promedio (numero de hojas)	Duncan	% Δ
INIA-601	6.250	A	103.1
INIA-615	6.125	A	101.0
PMV-581	6.063	A	100.0



**Gráfico 10. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el diámetro del tallo de tres variedades de maíz morado**

**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el diámetro del tallo

Nivel Nutricional	Promedio (cm)	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	1.59	A	107.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.52	AB	102.2
Testigo	1.49	B	100.3
NPK	1.48	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre el diámetro del tallo

Variedades	Promedio (cm)	Duncan	% Δ
PMV-581	1.56	A	106.8
INIA-615	1.55	A	106.0
INIA-601	1.46	A	100.0

#### 4.3 MATERIA SECA TOTAL PARTE AÉREA Y SUS COMPONENTES

El cuadro 20 presenta los resultados de la aplicación de cuatro niveles nutricionales y tres variedades de maíz morado, sobre la materia seca total y sus componentes; materia seca de tallo, materia seca de hojas, materia seca de panoja, materia seca de panca y materia seca de mazorca. El análisis de variancia indica que existen diferencias estadísticas por efecto de los niveles nutricionales y las variedades a nivel de materia seca de hojas, también existen diferencias estadísticas en la materia seca de la panoja. Así mismo para la interacción (VxT), se encontró diferencias estadísticas en la materia seca de la panca.

##### 4.3.1 Materia seca total

Según se aprecia en el Gráfico 11, para la respuesta de los niveles nutricionales y las variedades, Duncan señala que las medias son estadísticamente similares. Observándose en los niveles nutricionales que el mayor valor de la materia seca total, se presenta en NPK con 188.47 g/planta, que representa el 9.3 % de incremento respecto del testigo, mientras que, a nivel de variedades, PMV-581, con 197.25 g/planta, presenta un incremento de 13.3 % frente a la variedad INIA-601, que reportó el menor peso con 174.09 g/planta. Al respecto, **Giles (2011)**, **Retuerto (2014)** y **Ore (2015)**, refieren haber encontrado en sus estudios: 298.1, 226.7 y 341.82 g/planta, respectivamente, de materia seca total. **Cabrera (2016)**, registró valores promedio de: 167.0; 161.6; 151.9 y 177.9 g/planta. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), respecto a la materia seca total, encontró los valores promedio de: (220.7; 271.7 y 275.5) g/planta, para los niveles nutricionales y (279.6; 250.1; 232.1 y 262.1) g/planta, para las variedades. **Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada P1(60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), P2 (120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), P3 (180 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y momentos de aplicación de fósforo (M1, M2, y M3) en la variedad PMV-581, encontró para los niveles de fósforo valores respecto a la materia seca total valores de: 203.00, 204.6 y 209.90 g/planta, respectivamente; mientras que según los momentos de aplicación: obtuvo los promedios de: 189.40; 218.23; 213.23 y 202.86 g/planta, respectivamente. De estos

trabajos similares se observa que los registros de Rubiños se acercan a los datos del estudio, mientras que difiere de los otros.

#### 4.3.2 Materia seca del tallo

Según el Gráfico 12, para niveles nutricionales, la prueba de Duncan, señala que las medias NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO con NPK, y NPK con NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) y el testigo son estadísticamente similares, sin embargo, NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO y el testigo difieren estadísticamente, teniendo un incremento porcentual NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO de 25.3 % respecto del testigo. Aparte, para variedades, Duncan señala que no existen diferencias estadísticas, aunque la variedad PMV-581, con 35.42 g/planta muestra el mayor peso de materia seca del tallo, mientras que INIA-601 el menor peso con 30.03 g/planta. Otros trabajos tales como la de: **Giles (2011)**, **Retuerto (2014)** y **Ore (2015)**, hacen mención haber hallado valores de: 83.6, 55.3 y 148.49 g/planta, respectivamente, como promedios de materia seca del tallo. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, encontró: (71.38; 71.80; 72.46 y 97.28) g/planta, para variedades y (86.14; 78.65 y 69.92) g/planta, para láminas de riego. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), respecto a la materia seca del tallo, encontró los valores promedio de: (56.6; 69.1 y 82.0) g/planta, para los niveles nutricionales y (69.1; 79.9; 59.5 y 68.5) g/planta, para las variedades. **Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada P1(60 kg/ha de P2O5), P2 (120 kg/ha de P2O5), P3 (180 kg/ha de P2O5) y momentos de aplicación de fosforo (M1, M2, y M3) en la variedad PMV-581, encontró para los niveles de fosforo valores respecto a la materia seca del tallo valores de: 36.97; 37.76; y 38.62 g/planta, respectivamente; mientras que según los momentos de aplicación: obtuvo los promedios de: 33.12; 44.84; 40.18 y 36.91 g/planta, respectivamente.

#### 4.3.3 Materia seca de hojas

Según el (Gráfico 13), para niveles nutricionales Duncan, señala que NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO difiere estadísticamente de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), NPK y el testigo que son estadísticamente similares, donde NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO con 38.88

g/planta presenta un incremento de 24.4 % respecto al testigo. En lo que refiere al efecto de las variedades sobre la materia seca de las hojas, Duncan indica que no existen diferencias estadísticas, aunque la variedad PMV-581, con 36.45 g/planta muestra el mayor peso de materia seca de hojas, mientras que INIA-601 el menor peso con 30.84 g/planta. **Giles (2011), Retuerto (2014) y Ore (2015)**, registraron medias para materia seca de hojas de 76.1, 28.6 y 40.42 g/planta respectivamente en sus trabajos de experimentación. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, halló valores promedio de: (31.41; 30.40; 32.53 y 33.75) g/planta, para variedades y (34.59; 31.95 y 29.55) g/planta, para láminas de riego. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), encontró los valores promedio de: (25.6; 29.2 y 32.4) g/planta, para los niveles nutricionales y (30.9; 29.6; 24.1 y 31.5) g/planta, para las variedades. **Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada P1(60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), P2 (120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), P3 (180 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y momentos de aplicación de fósforo (M1, M2, y M3) en la variedad PMV-581, encontró para los niveles de fósforo valores respecto a la materia seca de hojas valores de: 35.99; 33.88; y 38.52 g/planta, respectivamente; mientras que según los momentos de aplicación: obtuvo los promedios de: 32.67; 38.30; 38.25; y 36.46 g/planta, respectivamente. Observándose que los datos obtenidos por Cabrera, Mejía y Rubiños guardan relación con el presente estudio.

#### 4.3.4 Materia seca de panoja

El Gráfico 14, muestra para el efecto del nivel nutricional, el análisis de medias de Duncan expresa que las medias son estadísticamente similares, sin embargo, se observa que NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, presenta el mayor valor con 8.56 g/planta, que representa el 21.4 % de incremento respecto de NPK, que registro el menor peso con 7.05 g/planta. En cambio, para el efecto de las variedades sobre la materia seca de la panoja indica que las medias de la variedad PMV-581 con 8.77 g/planta, difiere estadísticamente de las variedades INIA-601 e INIA-615, donde la variedad INIA-615 alcanzo el valor mas bajo con 6.97 g/planta, con una diferencia porcentual de 25.9 % respecto de PMV-581. De otro lado, otros investigadores en maíz morado, tales como: **Giles (2011), Retuerto (2014) y Ore (2015)**, registraron los siguientes promedios: (9.9, 5.3 y 7.59) g/planta.

respectivamente. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, halló valores promedio de: (6.54; 5.67; 6.33 y 5.92) g/planta, para variedades y (6.36; 6.11 y 5.87) g/planta, para láminas de riego. **Mejía (2017)**, refiere los valores de 5.1; 5.5 y 5.8 g/planta, para los niveles nutricionales y 5.2; 6.0; 5.2 y 5.5 g/planta, para las variedades. **Rubiños (2017)**, en la variedad PMV-581, encontró valores de: 5.89; 6.21; y 5.68 g/planta para niveles de fosforo, mientras que para momentos de aplicación: obtuvo 4.98, 6.63, 6.25 y 5.40 g/planta. Se observa que solo Retuerto coincide con los datos promedios obtenidos en el estudio, los valores obtenidos en los demás trabajos difieren del presente trabajo.

#### 4.3.5 Materia seca de panca

Según el (Gráfico 15), Duncan, en cuanto a la respuesta del nivel nutricional sobre la materia seca de la panca, indica que las medias de NPK, NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, son similares entre si y se diferencian del testigo estadísticamente. El nivel NPK, presenta el mayor valor (15.55 g/planta), representando el 22.7 % de incremento respecto al menor valor (12.67 g/planta) que caracteriza al testigo no fertilizado. En cuanto la respuesta de las variedades sobre la materia seca de panca, Duncan señala que las medias de PMV-581 con INIA-601 e INIA-601 con INIA-615 son similares estadísticamente. Sin embargo, PMV-581 e INIA-615, difieren estadísticamente, teniendo PMV-581 el mayor valor con 15.99 g/planta, que representa el 24.4 % de incremento respecto de INIA-615 que reportó el menor peso con 12.85 g/planta.

En cuanto la interacción entre niveles nutricionales y variedades (VxT), el análisis de variancia indica que existen diferencias altamente significativas. El análisis de los efectos simples indica que al interactuar las variedades con NPK existen diferencias altamente significativas, lo mismo sucede al interactuar los niveles nutricionales con la variedad PMV-581, donde también existe diferencias altamente significativas. Sobre el tema, **Giles (2011)**, **Retuerto (2014)** y **Ore (2015)**, reportan: 23.3, 26.4 y 30.37, g/planta, respectivamente. De su parte, **Cabrera (2016)**, reportó los siguientes promedios: 23.59; 23.56; 25.16 y 26.38 g/planta, en variedades. **Mejía (2017)**, halló valores promedio de: 28.4; 28.2 y 29.4 g/planta para los niveles nutricionales y 29.1; 30.6; 30.8 y 24.2g/planta para las variedades. **Rubiños (2017)**, refirió: 23.06; 23.57 y 24.08 g/planta; para los

niveles de fosforo, y para los momentos de aplicación: 20.91; 25.49; 23.50 y 24.05 g/planta.

Se aprecia claramente que los registros del presente estudio difieren de los estudios efectuados en la bibliografía revisada respecto esta variable.

#### 4.3.6 Materia seca de mazorca

Según muestra el Gráfico 16, para el efecto del nivel nutricional, el análisis de Duncan, indica que las medias de NPK, NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) y el testigo son estadísticamente similares y difieren de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), el testigo y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, también estadísticamente similares entre sí. El nivel NPK, presenta el mayor valor (101.95 g/planta), representando el 15.7 % de incremento respecto al menor valor (88.14 g/planta) para NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO. Respecto a variedades, Duncan señala, que las medias son estadísticamente similares. El mayor peso de la mazorca se registra en la variedad PMV-581 con 100.64 g/planta, mientras que la variedad INIA-615 presenta 90.67 g/planta, siendo esta última variedad que reporta el menor peso promedio de mazorca. Otros estudios como: **Giles (2011)**, **Retuerto (2014)** y **Ore (2015)**, hallaron los siguientes promedios referidos a materia seca de mazorca: 105.2, 111.1 y 114.95, g/planta, respectivamente. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, halló valores promedio de: (114.52; 106.20; 111.51 y 110.47) g/planta, para variedades y (119.55; 107.96 y 104.52) g/planta, para láminas de riego. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), encontró los valores promedio de: (133.2; 145.5 y 138.2) g/planta, para los niveles nutricionales y (150.5; 128.6; 133.2 y 143.2) g/planta, para las variedades.

**Cuadro 20. Materia seca total parte aérea y sus componentes**

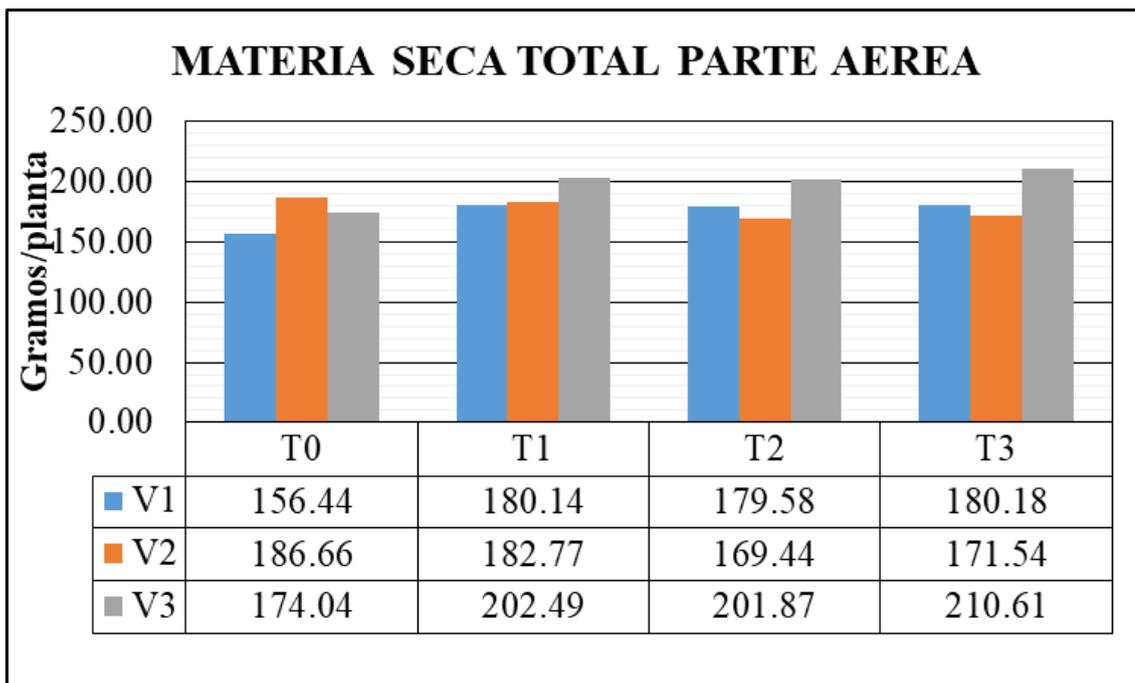
<b>Factor en estudio</b>	<b>Materia seca total (g/pta)</b>	<b>Materia seca tallo (g/pta)</b>	<b>Materia seca hojas (g/pta)</b>	<b>Materia seca panoja (g/pta)</b>	<b>Materia seca panca (g/pta)</b>	<b>Materia seca mazorca (g/pta)</b>	
<b>Niveles nutricionales</b>							
TESTIGO	172.38	30.62	31.16	7.36	12.67	90.49	
NPK	188.47	32.06	31.84	7.05	15.55	101.98	
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	183.64	31.13	32.35	8.12	15.21	96.82	
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	187.44	38.37	38.88	8.56	13.50	88.14	
<b>Variedades</b>							
INIA 601	174.09	30.03	30.78	7.27	13.87	91.77	
INIA 615	177.60	33.67	33.45	6.97	12.85	90.67	
PMV 581	195.25	35.42	36.45	8.77	15.99	100.64	
<b>Promedio general</b>	<b>182.9</b>	<b>33.0</b>	<b>33.5</b>	<b>7.7</b>	<b>14.2</b>	<b>94.3</b>	
<b>Análisis de variancia</b>							
<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Significación</b>					
Niveles nutricionales (T)	3	NS	NS	*	NS	NS	NS
Variedades (V)	2	NS	NS	NS	*	NS	NS
Interacción (VxT)	6	NS	NS	NS	NS	**	NS
CV (%)		12.2	23.0	18.5	21.8	20.2	15.3

**Cuadro 21. Análisis de los efectos simples para la materia seca de panca de tres variedades de maíz morado**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Variedad en testigo	2	5.314	2.657	0.32	NS
Variedad en NPK	2	218.393	109.196	13.17	**
Variedad en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2	23.597	11.799	1.42	NS
Variedad en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	2	48.572	24.286	2.93	NS
Nivel Nutricional en V <sub>1</sub>	3	72.836	24.279	2.93	NS
Nivel Nutricional en V <sub>2</sub>	3	25.038	8.346	1.01	NS
Nivel Nutricional en V <sub>3</sub>	3	184.127	61.376	7.40	**
Error (b)	27	223.849	8.291		

Nivel Nutricional en PMV-581	Promedio	Duncan	% Δ
NPK	21.53	A	173.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	15.41	B	124.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	14.62	B	118.3
Testigo	12.36	B	100.0

Variedades en NPK	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	21.53	A	181.1
INIA-615	13.22	B	111.3
INIA-601	11.88	B	100.0



**Gráfico 11. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la materia seca total de tres variedades de maíz morado**

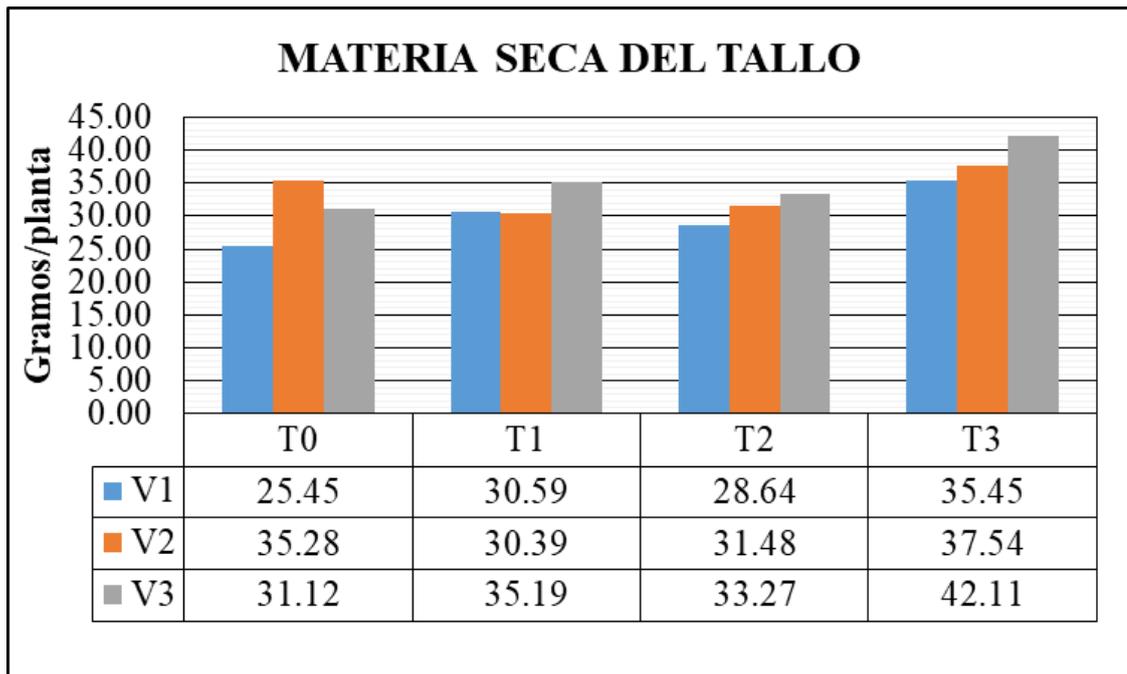
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre la materia seca total parte aérea.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK	188.46	A	109.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	187.44	A	108.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	183.63	A	106.5
Testigo	172.38	A	100.0

Respuesta de la variedad sobre la materia seca total parte aérea.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	197.25	A	113.3
INIA-615	177.60	A	102.0
INIA-601	174.09	A	100.0



**Gráfico 12. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la materia seca del tallo de tres variedades de maíz morado**

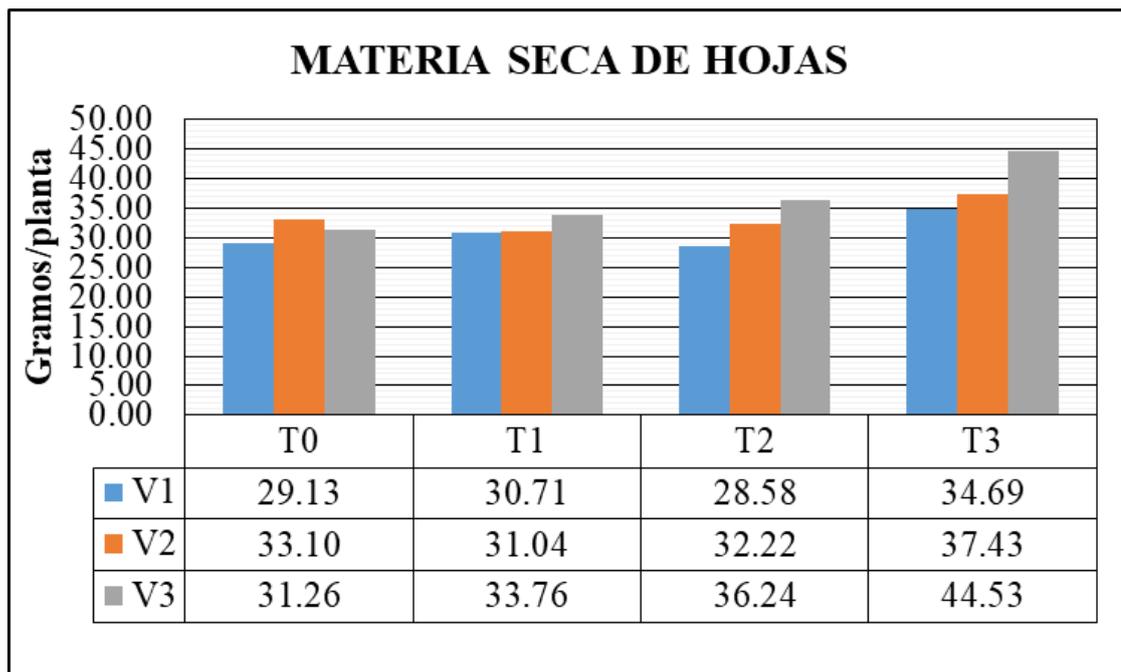
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre la materia seca del tallo.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	38.36	A	125.3
NPK	32.05	AB	104.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	31.12	B	101.7
Testigo	30.61	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre la materia seca del tallo.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	35.41	A	117.9
INIA-615	33.67	A	112.1
INIA-601	30.03	A	100.0



**Gráfico 13. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la materia seca de hojas de tres variedades de maíz morado**

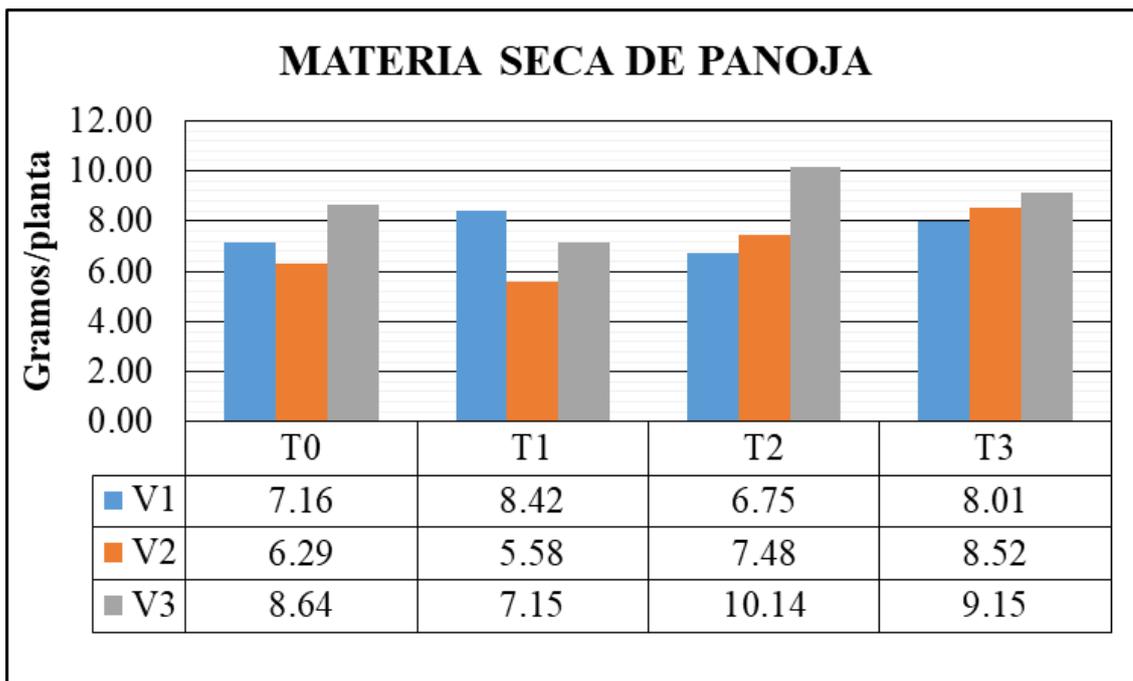
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre la materia seca de hojas.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	38.88	A	124.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	32.34	B	103.5
NPK	31.83	B	101.9
Testigo	31.24	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre la materia seca de hojas.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	36.44	A	118.2
INIA-615	33.44	A	108.5
INIA-601	30.83	A	100.0



**Gráfico 14. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la materia seca de panoja de tres variedades de maíz morado**

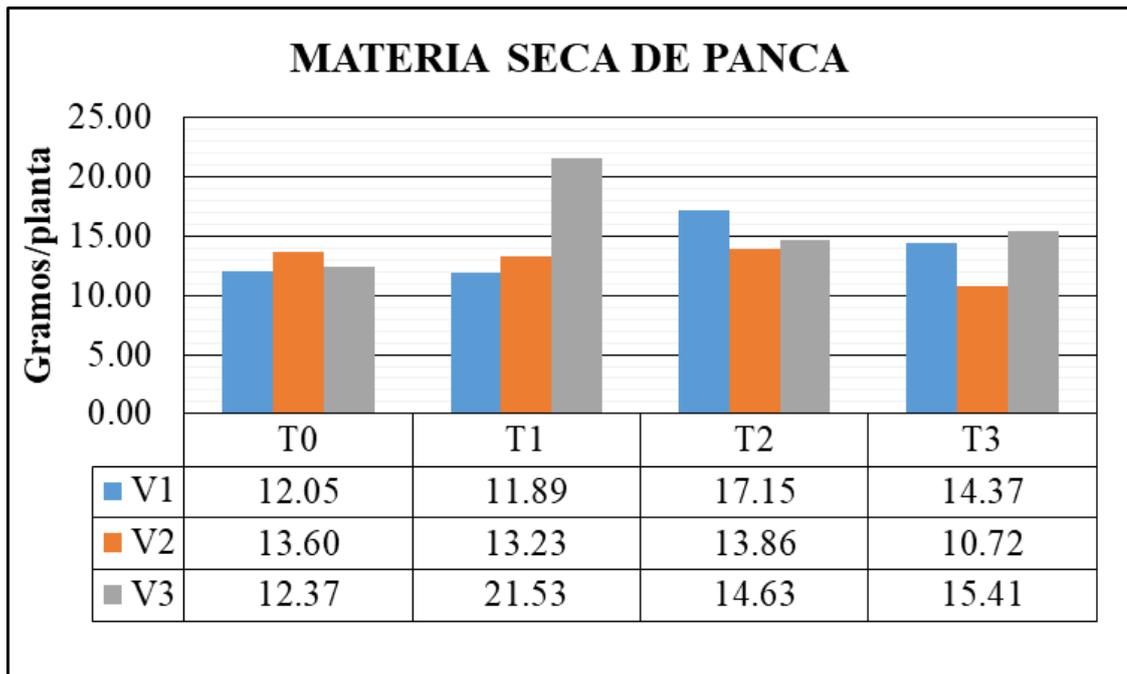
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre la materia seca de panoja.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	8.55	A	121.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	8.12	A	115.3
Testigo	7.36	A	104.4
NPK	7.04	A	100.0

Respuesta de la variedad sobre la materia seca de panoja.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	8.76	A	125.9
INIA-601	7.58	B	108.9
INIA-615	6.96	B	100.0



**Gráfico 15. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la materia seca de panca de tres variedades de maíz morado**

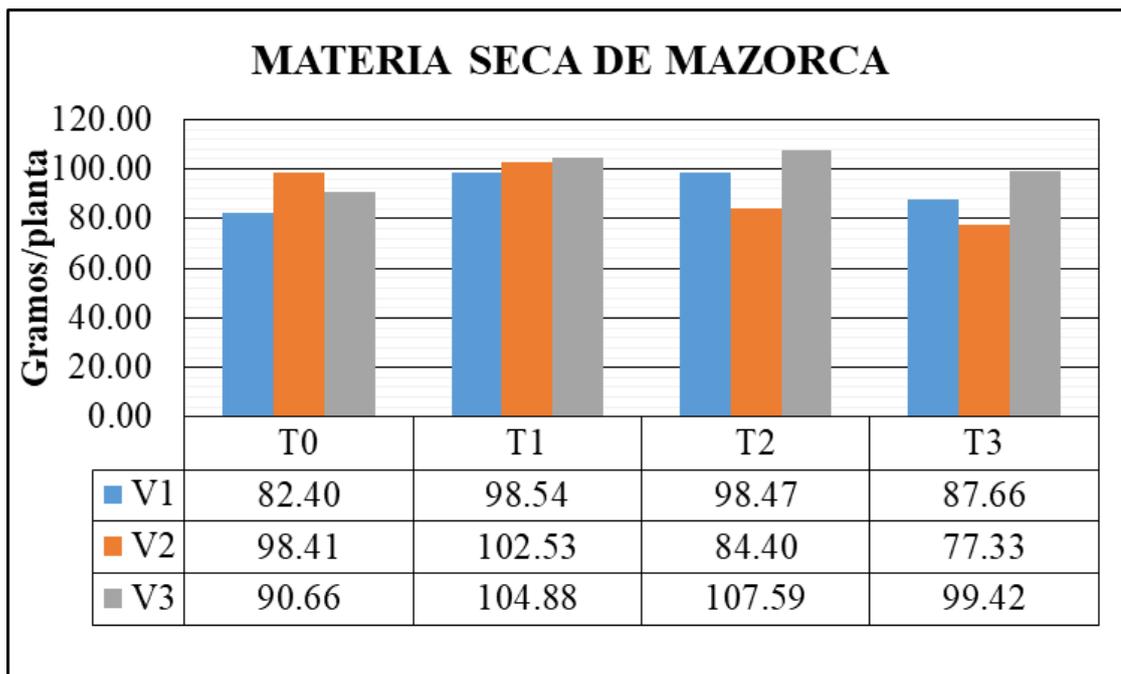
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre la materia seca de panca.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK	15.54	A	122.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	15.21	A	120.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	13.50	AB	106.5
Testigo	12.67	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre la materia seca de panca.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	15.98	A	124.4
INIA-601	13.86	AB	107.9
INIA-615	12.85	B	100.0



**Gráfico 16. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la materia seca de mazorca de tres variedades de maíz morado**

**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre la materia seca de mazorca.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK	101.95	A	115.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	96.82	AB	109.9
Testigo	90.48	AB	102.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	88.13	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre la materia seca de mazorca.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	100.63	A	111.0
INIA-601	91.74	A	101.2
INIA-615	90.66	A	100.0

**Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada P1(60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), P2 (120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), P3 (180 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y momentos de aplicación de fosforo (M1, M2, y M3) en la variedad PMV-581, encontró para los niveles de fosforo valores respecto a la materia seca de mazorca valores de: 101.60; 102.72 y 102.68 g/planta, respectivamente; mientras que según los momentos de aplicación: obtuvo los promedios de: 97.00; 102.94; 105.02; y 100.04 g/planta, respectivamente. . Respecto esta variable se observa que el presente estudio presenta valores similares a los encontrados por Rubiños y difiere de los demás.

#### **4.4 RENDIMIENTO DE MAZORCAS DE MAÍZ MORADO**

El cuadro 21 muestra los resultados de las variables rendimiento total y rendimiento comercial como resultado de la aplicación de cuatro niveles nutricionales en tres variedades de maíz morado.

##### **4.4.1 Rendimiento total y rendimiento comercial**

El análisis de variancia del rendimiento total y del rendimiento comercial muestran diferencias estadísticas altamente significativas para niveles nutricionales y para las variedades en estudio. Así mismo, la interacción de niveles nutricionales por variedades (VxT), resulta altamente significativa en el rendimiento comercial, mientras que para el rendimiento total no es significativa estadísticamente.

En el rendimiento total, (Gráfico 17) el análisis Duncan para niveles nutricionales, expresa que estadísticamente las medias son similares, mas cabe señalar que el valor mas alto pertenece a NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO, con 8,152.3 kg/ha, representando un incremento de 21.5 % respecto al testigo sin fertilizar que presenta el menor rendimiento con 6707.7 kg/ha. Así mismo la prueba de comparación de medias de Duncan para la respuesta de las variedades sobre el rendimiento total indica, que todas las medias son diferentes estadísticamente, pero, PMV-581 con 10044.3 kg/ha, supera a las demás, presentando un incremento de 70.4% respecto de la variedad INIA-601 y un incremento de 47.3 % respecto de la variedad INIA-615.

De otro lado en cuanto al rendimiento comercial, Duncan señala, que en la respuesta de los niveles nutricionales, las medias de los tratamientos NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO, NPK y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn); son similares estadísticamente pero difieren del testigo, siendo la diferencia porcentual de 30.1 % respecto de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO, que presenta

el mayor rendimiento con 6,588.9 kg/ha. En cuanto a la respuesta de las variedades sobre el rendimiento comercial, la prueba de comparación de medias de Duncan indica que las tres variedades son estadísticamente diferentes. Mostrando el mayor rendimiento de mazorcas comerciales PMV-581 con 8,188.6 kg/ha y el menor rendimiento de mazorcas comerciales la variedad INIA-601 con 4,387.8 kg/ha.

De otro lado de los efectos de interacción VxT que se dieron en el rendimiento comercial, el análisis de los efectos simples reporta alta significación estadística para los niveles nutricionales en la variedad PMV-581 y significación estadística en la variedad INIA-601. Al respecto, el análisis de medias de Duncan indica que en la variedad PMV-581, las medias de los tratamientos: NPK con NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), difieren estadísticamente de las medias de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) con NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO, a su vez estas del testigo. Observándose que el mayor rendimiento corresponde a NPK con 9,577.7 kg/ha con incremento de 14.1 % respecto de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) y 56.9 % respecto del testigo, que tuvo un rendimiento de 6,105.9 kg/ha. En la variedad INIA-601, la media de: NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO, difiere de los demás tratamientos: NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), NPK y testigo, similares estadísticamente. Donde el mayor rendimiento corresponde a NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO, con 5,390.8 kg/ha, un incremento de 40.7 % respecto del testigo que presentó el rendimiento más bajo con 3,830.8 kg/ha.

Así mismo el análisis de los efectos simples de las variedades sobre los niveles en estudio (Testigo, NPK, NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO), reporta alta significación estadística en todos los casos. Al respecto Duncan indica que, a nivel del testigo, las medias de las variedades PMV-581 e INIA-615 son estadísticamente similares, pero, diferentes de la variedad INIA-601. Caracterizando el mayor rendimiento a PMV-581 con 6,105.9 kg/ha, presenta una diferencia porcentual de 22.0 % respecto de INIA-615 y 59.4 % respecto de INIA-601.

A nivel de NPK la prueba de comparación de medias de Duncan, hace referencia que las medias de las variedades son estadísticamente diferentes. Donde el mayor rendimiento corresponde a la variedad PMV-581 con 9 577.7 kg/ha, siendo el incremento de 94.8 % respecto de INIA-615 y 135.3 % respecto de INIA-601. También a nivel de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), la prueba de Duncan, indica que las medias de las variedades son estadísticamente diferentes. Donde el mayor rendimiento corresponde a la variedad

PMV-581 con 8,721.2 kg/ha, siendo el incremento de 66.3 % respecto de INIA-615 y 104.8 % respecto de INIA-601.

Respecto a la respuesta de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO), sobre las variedades de maíz, la prueba de medias de Duncan, reporta que la media de la variedad PMV-581 es diferente de las medias de las variedades INIA-615 e INIA 615 estadísticamente similares entre sí, identificando a la variedad PMV-581 con 8,349.7 kg/ha, con el mejor rendimiento, siendo el incremento porcentual de 43.1% respecto de INIA-615 y 54.9 % respecto de INIA-601, que alcanzo el menor rendimiento con 5,390.8 kg/ha. **Solano (1999)**, en su estudio de niveles de fertilización NPK (T0: 0-0-0, T1: 60-40-60, T2: 120-80-120, T3:180-120-180 y 240-160-240) kg/ha sobre tres variedades de maíz morado (Morado Canteño, PMV-581-Huanuco y PMV-581-Cañete), encontró que el tratamiento T2 mostró el mayor rendimiento total con 4962.09 kg/ha y T0 el menor rendimiento total con 4,003.94 kg/ha; a nivel variedades, el PMV-581-Huanuco reportó el mayor rendimiento con 4,553.54 kg/ha, mientras que PMV-581-Cañete, refirió el menor valor con 4,408.65 kg/ha. Por su parte **Giles (2011)**, en su trabajo de investigación sobre los efectos de los niveles de fertilización nitrogenada (N0= 0, N1=120 Y N2= 240) kg/ha sobre los niveles de ácidos húmicos (AH0=0, AH1=8, AH2=16 y AH3=24) kg/ha en el cultivo de maíz morado PMV-581, reportó los siguientes rendimientos promedio encontrados. Rendimiento total (6,427.2 kg/ha) Rendimiento comercial (4,010. 4 kg/ha). **Retuerto (2014)**, reportó haber hallado valores promedio de: 7,373.5 y 6,578.4 kg/ha, respectivamente. **Ore (2015)**, registró rendimientos totales y comerciales promedio de mazorca de: 9,314.3 y 6,907.0 kg/ha, respectivamente. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, Encontró los rendimientos totales en mazorca de: (8,462.6; 8,658.2; 8,529.1 y 8,371.6) kg/ha, para variedades y (9,516.0; 8,488.4 y 7,511.7) kg/ha, para láminas de riego. Así mismo halló los rendimientos comerciales en mazorca de: (8,155.4; 8,241.0; 8,100.2 y 7,871.8) kg/ha, para variedades y (9,182.5; 8,080.6 y 7,013.2) kg/ha, para láminas de riego. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), respecto el rendimiento total de mazorcas, encontró los valores promedio de: (8,900, 11,987 y 10,945) kg/ha, para los niveles nutricionales y (12,344, 9,728, 9,792 y 10,580) kg/ha, para las variedades. Del mismo

modo para el rendimiento comercial de mazorcas encontró los valores promedio de: (8,571, 11,479 y 10,356) kg/ha, para los niveles nutricionales y (11,955; 9,067; 9,217 y 10,304) kg/ha, para las variedades. **Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada y momentos de aplicación de fósforo en PMV-581, encontró para los niveles de fertilización fosforada: P1 (60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), P2 (120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y P3 (180 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), valores de rendimiento total de 10,893; 8,994, y 8,653 kg/ha, respectivamente. Mientras que para los momentos de aplicación: M0, M1, M2 y M3 halló los valores de rendimiento total de: 8,568; 10,846; 10,990 y 9,552 kg/ha, respectivamente. Mientras que, para valores de rendimiento comercial de 10,349, 8,512, y 8,213 kg/ha, respectivamente. Mientras que para los momentos de aplicación: M0, M1, M2 y M3 halló los valores de rendimiento comercial de: 8,072; 10,432; 10,569 y 8,979 kg/ha, respectivamente.

De la comparación con otras investigaciones se aprecia que los rendimientos total y comercial del presente estudio guardan relación alguna con los obtenidos por Oré, Cabrera y Rubiños.

#### **4.4.2 Rendimientos parciales de mazorca de maíz morado**

Los rendimientos parciales de mazorcas de maíz morado de primera, segunda y tercera por efecto de los niveles nutricionales y de las variedades en estudio se aprecian en el cuadro 23.

Según el análisis de variancia, el rendimiento de primera muestra diferencias altamente significativas para los niveles nutricionales (T), variedades (V) y la interacción de (VxT); el rendimiento de segunda, muestra diferencias altamente significativas solo a nivel de variedades, mientras que para niveles nutricionales e interacción son no significativos. En el rendimiento de tercera, los dos factores en estudio y la interacción resultaron no significativos.

**Cuadro 22. Rendimiento total y rendimiento comercial de mazorcas de maíz morado**

<b>Factor en estudio</b>	<b>Rendimiento total (kg/ha)</b>	<b>Rendimiento comercial (kg/ha)</b>	
<b>Nivel nutricional</b>			
TESTIGO	6 707.7	5 066.4	
NPK	8 060.9	6 456.4	
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	8 006.6	6 292.0	
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	8 152.4	6 588.9	
<b>Variedades</b>			
INIA 601	5 894.0	4 387.7	
INIA 615	7 257.5	5 726.4	
PMV 581	10 044.3	8 188.6	
<b>Promedio general</b>	<b>7 731.9</b>	<b>6 100.9</b>	
<b>Análisis de variancia</b>			
<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Significación</b>	
Niveles nutricionales (T)	3	**	**
Variedades (V)	2	**	**
Interacción (VxT)	6	NS	**
CV (%)		12.1	11.5

**Cuadro 23. Análisis de los efectos simples para el rendimiento comercial de tres variedades de maíz morado**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Variedad en Testigo	2	10582279.000	5291140.000	10.69	**
Variedad en NPK	2	63897300.000	31948650.000	64.52	**
Variedad en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2	40772424.000	20386212.000	41.17	**
Variedad en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	2	19410347.000	9705174.000	19.60	**
Nivel Nutricional en V <sub>1</sub>	3	5732807.000	1910936.000	3.86	*
Nivel Nutricional en V <sub>2</sub>	3	1336932.000	445644.000	0.90	NS
Nivel Nutricional en V <sub>3</sub>	3	26308143.000	8769381.000	17.71	**
Error (b)	27	13369628.200	495171.400		

Nivel Nutricional en INIA-601	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	5390.7	A	140.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	4258.3	B	111.2
NPK	4071.0	B	106.3
Testigo	3830.8	B	100.0

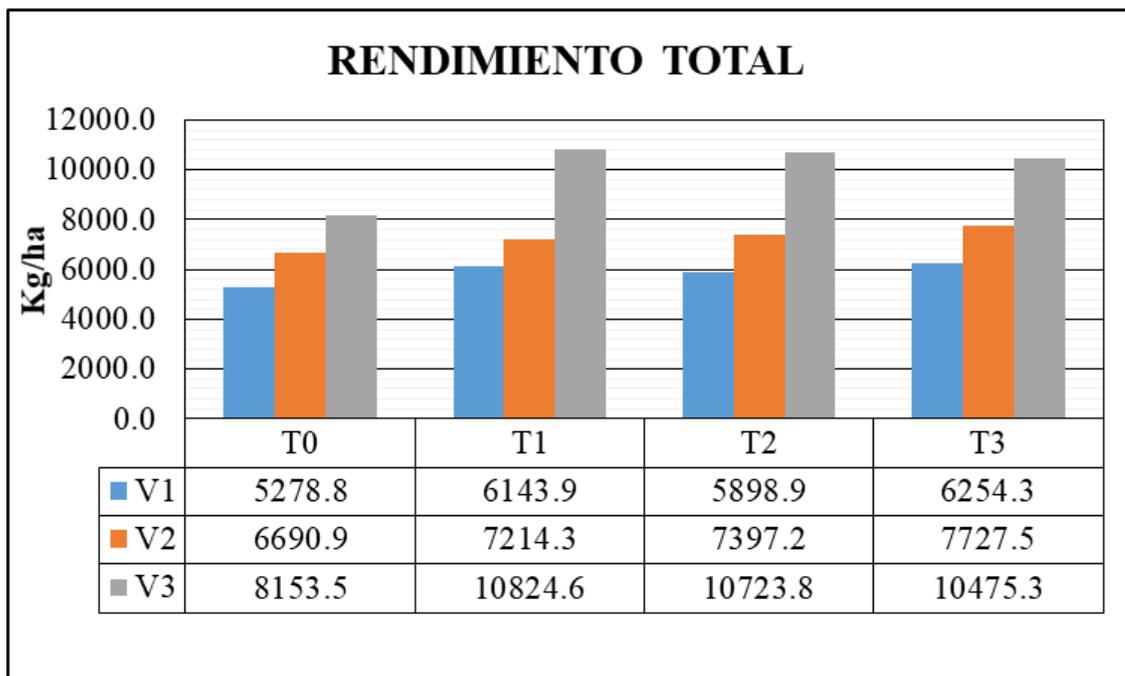
Nivel Nutricional en PMV-581	Promedio	Duncan	% Δ
NPK	9577.7	A	156.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	8721.2	AB	142.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	8349.7	B	136.7
Testigo	6105.8	C	100.0

Variedades en Testigo	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	6105.8	A	159.4
INIA-615	5262.4	A	137.4
INIA-601	3830.8	B	100.0

Variedades en NPK	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	9577.7	A	235.3
INIA-615	5720.2	B	140.5
INIA-601	4071.0	C	100.0

Variedades en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	8721.2	A	204.8
INIA-615	5896.5	B	138.5
INIA-601	4258.3	C	100.0

Variedades en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	8349.7	A	154.9
INIA-615	6026.3	B	111.8
INIA-601	5390.7	B	100.0



**Gráfico 17. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el rendimiento total de mazorca de tres variedades de maíz morado**

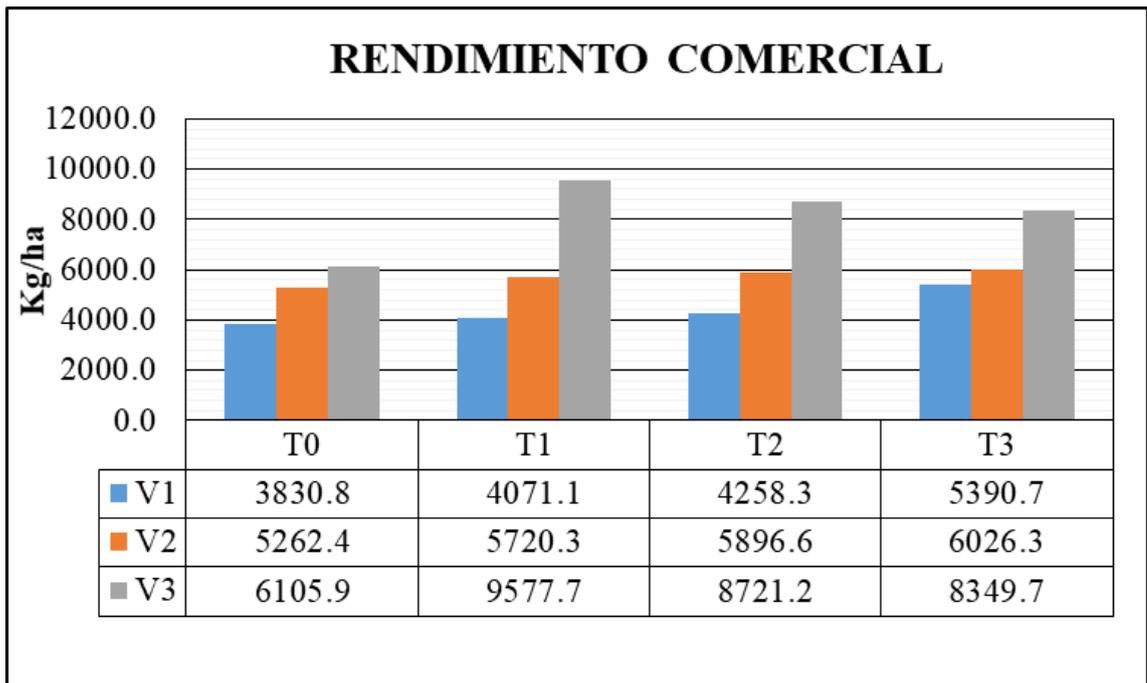
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el rendimiento total.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	8152.3	A	121.5
NPK	8061.0	A	120.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	8006.6	A	119.4
Testigo	6707.7	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre el rendimiento total.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	10044.3	A	170.4
INIA-615	7257.5	B	123.1
INIA-601	5894.0	C	100.0



**Gráfico 18. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el rendimiento comercial de mazorca de tres variedades de maíz morado**

**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el rendimiento comercial

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	6588.9	A	130.1
NPK	6456.4	A	127.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	6292.0	A	124.2
Testigo	5066.4	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre el rendimiento comercial

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	8188.6	A	186.6
INIA-615	5726.4	B	130.5
INIA-601	4387.8	C	100.0

## **Rendimiento de mazorcas de primera**

En el (Gráfico 19), la prueba de comparación de medias de Duncan para la respuesta del nivel nutricional, indica que los tratamientos NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, NPK y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), son similares estadísticamente y se diferencian del testigo. El mayor rendimiento caracteriza a NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO con 4,155.2 kg/ha, con un incremento porcentual de 36.8 % respecto del testigo que obtuvo el menor rendimiento con 3,038.1 kg/ha. Para el caso de las respuestas de las variedades, la prueba de Duncan reporta que la variedad PMV-581 se diferencia de las variedades INIA-615 e INIA-601 (estadísticamente similares), donde el mayor rendimiento lo obtuvo PMV-581 con 4,946.6 kg/ha, con una diferencia porcentual de 50.6 % respecto de INIA-615 y 65.8 %, respecto de INIA-601 que obtuvo el menor rendimiento promedio con 2,983.3 kg/ha.

Para los efectos de interacción VxT que se han registrado en el rendimiento de primera, el análisis de los efectos simples registra alta significación estadística para niveles nutricionales en la variedad PMV-581, mientras que para las otras variedades en estudio resulto no significativa. Al respecto, el análisis de medias de Duncan indica, que las medias de los tratamientos: NPK, NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), de la variedad PMV-581, son similares y se diferencian estadísticamente de las medias del testigo. Observándose que el mayor rendimiento corresponde a NPK con 5,957.2 kg/ha con incremento de 10.9 % respecto de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, 26.4 % respecto de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) y 95.3 % respecto del testigo, que tuvo el menor rendimiento con 3,050.6 kg/ha.

De otro lado, el análisis de los efectos simples de las variedades sobre los niveles nutricionales: NPK, NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), muestran alta significación estadística, excepto el testigo que resultó no significativo. Al respecto Duncan indica que a nivel de NPK, las medias de la variedad PMV-581 difieren de las medias de INIA-615 e INIA-601 (estadísticamente similares). Caracterizando el mayor rendimiento a PMV-581 con 5,957.2 kg/ha, con un incremento de 85.2 % respecto de INIA-615 y 126.0 % respecto de INIA-601, que presentó el menor rendimiento con 2,627.8 kg/ha.

A nivel de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) la prueba de comparación de medias de Duncan, hace referencia que las medias de las variedades son estadísticamente diferentes. Donde el mayor rendimiento corresponde a la variedad PMV-581 con 5,152.5 kg/ha, siendo el

incremento de 44.3 % respecto de INIA-615 y 93.5 % respecto de INIA-601, que presentó el menor rendimiento con 2,662.5 kg/ha.

En lo que concierne al resultado de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO), sobre las variedades, la prueba de medias de Duncan, reporta que la media de la variedad PMV-581 es diferente de las medias de las variedades INIA-615 e INIA 615 estadísticamente similares entre sí. Donde el mayor rendimiento caracteriza a la variedad PMV-581 con 5,626.1 kg/ha, siendo el incremento porcentual de 60.1% respecto de INIA-601 y de 85.2 % respecto de INIA-615, que alcanzo el menor rendimiento con 3,038.7 kg/ha.

### **Rndimiento de mazorcas de segunda**

En el Gráfico 20, para los resultados de los niveles nutricionales, el análisis de Duncan indica que las medias de todos los tratamientos son similares estadísticamente. El mayor valor (2,433. 7 kg/ha) caracteriza al nivel NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO), con una diferencia porcentual de 20.0 % sobre el testigo que presenta el menor valor con (2,028. 2 kg/ha). Para el efecto de las variedades, la prueba de medias de Duncan indica que las medias de las tres variedades son estadísticamente diferentes. De modo tal que el mayor rendimiento corresponde a la variedad PMV-581 con 3,242.0 kg/ha, que significa un aumento porcentual de 67.8 % respecto de INIA-615 y de 130.8 % respecto de INIA-601, que logro el menor rendimiento con 1,404.4 kg/ha.

### **Rendimiento de mazorcas de tercera**

En el (Gráfico 21), En la respuesta de los niveles nutricionales, Duncan señala que las medias de los 4 tratamientos en estudio son similares estadísticamente. El mayor valor (1,714.6 kg/ha) identifica al nivel NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), con un incremento porcentual de 9.7 % sobre NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, que reportó el mas bajo peso con (1,563.4 kg/ha). Para el efecto de las variedades, la prueba de medias de Duncan indica que las medias de las tres variedades son estadísticamente similares. Sin embargo, el mayor rendimiento corresponde a la variedad PMV-581 con 1,855.7 kg/ha, lo cual significa un incremento porcentual de 21.5 % respecto de INIA-615 y de 23.2 % respecto de INIA-601, que logro el menor rendimiento con 1,506.2 kg/ha.

Al respecto, otros estudios tales como la de Giles (2011), reportó los siguientes rendimientos parciales promedio encontrados: rendimiento de primera (2,415.4 kg/ha) rendimiento de segunda (1,595.0 kg/ha) y rendimiento de descarte (2,416.9 kg/ha).

**Retuerto (2014)**, probando niveles de fertilización NPK y la aplicación de ácidos húmicos comerciales en el cultivo de maíz morado variedad Negro Canaán – INIA-615, reportó haber hallado valores promedio de rendimientos de primera, segunda y descarte de mazorcas de: 2,917.4; 3,661.0 y 795.0 kg/ha, respectivamente. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, Encontró los rendimientos parciales de primera de: (7,189.7; 6,978.8; 6,887.4 y 6,889.4) kg/ha, para variedades y (8,128.3; 6,899.3 y 5,931.3) kg/ha, para láminas de riego. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), obtuvo rendimientos parciales de mazorcas de primera de: (6,173.0; 8,738.6 y 7,657.2) kg/ha, para las mazorcas de segunda los valores promedio de: (2,436.9; 2,886.1 y 2,790.4) kg/ha y para las mazorcas de tercera o descarte los valores promedio de: (241.7; 446.5 y 503.3) kg/ha. **Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada y momentos de aplicación de fosforo en PMV-581, encontró para los niveles de fertilización fosforada: P1 (60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), P2 (120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y P3 (180 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), valores de rendimiento de primera calidad de 5,591, 5,195, y 4,335 kg/ha, respectivamente. Mientras que para los momentos de aplicación: M0, M1, M2 y M3 halló los valores de rendimiento de primera calidad de: 4,621, 5,518, 6,043, y 4,923 kg/ha, respetivamente.

#### **4.5 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE MAÍZ MORADO**

El cuadro 25, muestra las respuestas en los componentes del rendimiento por efecto del nivel nutricional en las tres variedades de maíz morado. Sobre el tema, el análisis de variancia reporta que, por efecto del nivel nutricional, sobre el número de plantas por metro cuadrado y sobre el peso promedio de la mazorca no existen diferencias estadísticas significativas, pero, si evidencia diferencias significativas sobre el número de mazorcas por planta. Así mismo el análisis de variancia hace referencia que, por efecto de variedades, sobre el número de plantas por metro cuadrado y sobre el peso promedio de la mazorca no existen diferencias significativas, pero, si existen diferencias altamente significativas sobre el número de mazorcas por planta. Finalmente, el análisis de variancia muestra que por efecto de la interacción entre niveles nutricionales y variedades (VxT),

no existen diferencias significativas sobre ninguno de los componentes del rendimiento del maíz morado en estudio.

#### 4.5.1 Número de plantas por metro cuadrado

Según muestra el Gráfico 22, la prueba de comparación de medias de Duncan, en la respuesta de los niveles nutricionales indica que las medias de los tratamientos son estadísticamente similares, sin embargo el testigo presenta el mayor valor con 6.51 plantas/m<sup>2</sup> y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), refiere el menor valor con 6.35 plantas/m<sup>2</sup>. En la respuesta de las variedades respecto esta variable, Duncan indica que las medias de las tres variedades son estadísticamente similares, donde PMV-581 presenta el mayor promedio con 6.55 plantas/m<sup>2</sup>, mientras que la variedad INIA-601 reporta el menor valor con 6.19 plantas/m<sup>2</sup>. Al respecto otros autores como: **Giles (2011)**, encontró el promedio de 5.2 plantas/m<sup>2</sup> en el cultivo de maíz morado PMV-581. **Retuerto (2014)**, encontró el promedio de 5.03 plantas/m<sup>2</sup> en INIA-615, **Ore (2015)**, registró 5.09 plantas/m<sup>2</sup> **Mejía (2017)**, encontró valores promedio de: 7.24; 7.12 y 7.19 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente. **Rubiños (2017)** en PMV-581, encontró para los niveles de fertilización fosforada: 60, 120 y 180 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, valores promedio de: 6.00.; 5.91; 6.04; 5.91 y 5.85 plantas de maíz por metro cuadrado.

#### 4.5.2 Número de mazorcas por planta

Según muestra el (Gráfico 23), Duncan para niveles nutricionales indica que las medias de: NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO, NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) y NPK; estadísticamente son diferentes de: NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), NPK y el testigo, donde el mayor valor (1.31 mazorcas/planta) caracteriza a NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO, con un incremento de 13.4 % respecto del testigo que alcanzo la menor cantidad de mazorcas (1.15 mazorcas/planta).

**Cuadro 24. Rendimientos parciales de mazorcas de maíz morado**

<b>Factor en estudio</b>	<b>Rendimiento de primera (kg/ha)</b>	<b>Rendimiento de segunda (kg/ha)</b>	<b>Rendimiento de tercera (kg/ha)</b>
<b>Nivel nutricional</b>			
TESTIGO	3 038.1	2 028.2	1 641.3
NPK	4 034.2	2 422.1	1 604.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	3 928.7	2 363.4	1 714.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	4 155.2	2 433.8	1 563.4
<b>Variedades</b>			
INIA 601	2 983.4	1 404.4	1 506.3
INIA 615	3 437.3	2 289.2	1 531.1
PMV 581	4 946.6	3 242.1	1 855.6
<b>Promedio general</b>	<b>3 789.1</b>	<b>2 311.9</b>	<b>1 631.0</b>
<b>Análisis de variancia</b>			
<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Significación</b>	
Niveles nutricionales (T)	3	**	NS
Variedades (V)	2	**	**
Interacción (VxT)	6	**	NS
CV (%)		19.4	30.3

**Cuadro 25. Análisis de los efectos simples para el rendimiento de primera de tres variedades de maíz morado**

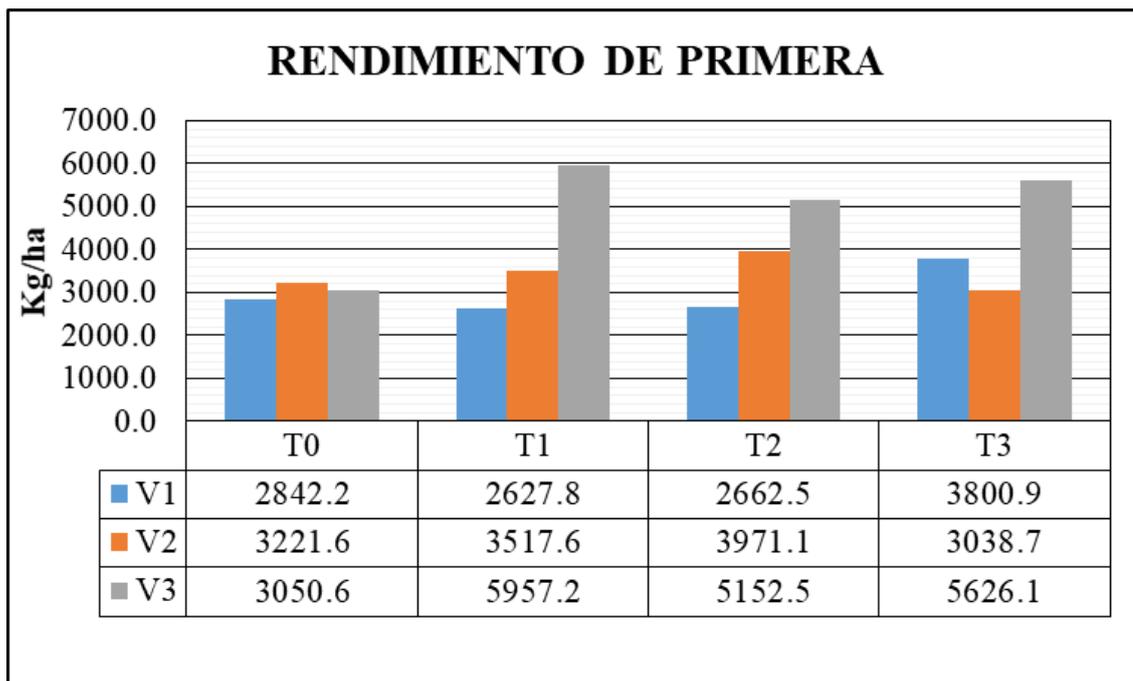
Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Variedad en Testigo	2	288934.0	144467.0	0.26	NS
Variedad en NPK	2	23770781.0	11885390.0	21.80	**
Variedad NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) en	2	12411485.0	6205742.000	11.38	**
Variedad NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO en	2	14143179.0	7071589.0	12.97	**
Nivel Nutricional en V <sub>1</sub>	3	3670545.0	1223515.0	2.24	NS
Nivel Nutricional en V <sub>2</sub>	3	1987189.0	662396.0	1.21	NS
Nivel Nutricional en V <sub>3</sub>	3	20481151.0	6827050.0	12.52	**
Error (b)	27	14720580.5	545206.6		

Nivel Nutricional en PMV-581	Promedio	Duncan	% Δ
NPK	5957.2	A	195.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	5626.1	A	184.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	5152.5	A	168.9
Testigo	3050.6	B	100.0

Variedades en NPK	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	5957.2	A	226.7
INIA-615	3517.6	B	141.5
INIA-601	2627.8	B	100.0

Variedades en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	5152.5	A	193.5
INIA-615	3971.1	B	149.2
INIA-601	2662.4	C	100.0

Variedades en NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	5626.1	A	185.2
INIA-601	3800.8	B	125.1
INIA-615	3038.6	B	100.0



**Gráfico 19. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el rendimiento de mazorcas de primera en tres variedades de maíz morado**

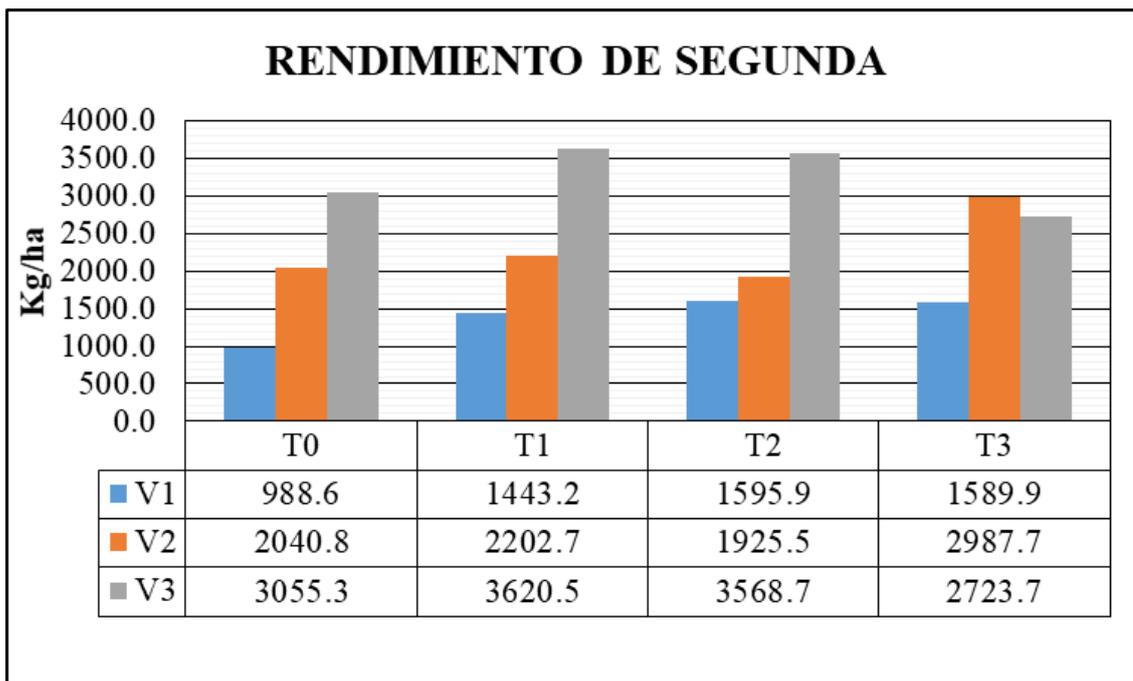
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el rendimiento de mazorcas de primera.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	4155.2	A	136.8
NPK	4034.2	A	132.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	3928.7	A	129.3
Testigo	3038.1	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre el rendimiento de mazorcas de primera.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	4946.6	A	165.8
INIA-615	3437.3	B	115.2
INIA-601	2983.3	B	100.0



**Gráfico 20. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el rendimiento de mazorcas de segunda en tres variedades de maíz morado**

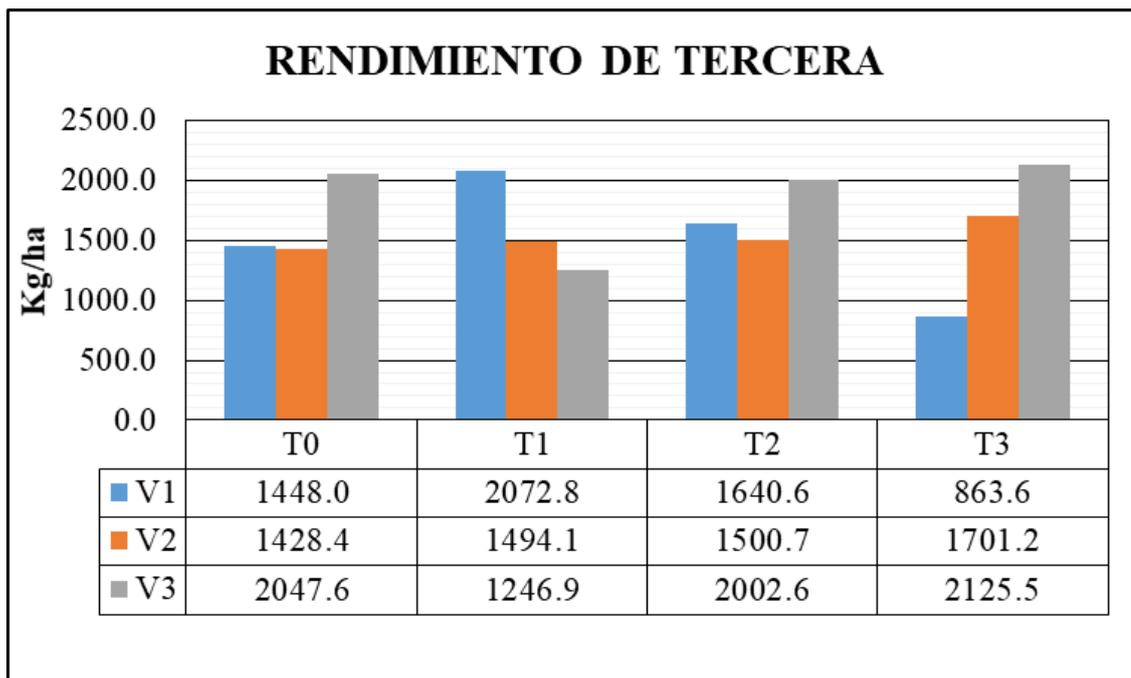
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el rendimiento de mazorcas de segunda.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	2433.7	A	120.0
NPK	2422.2	A	119.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2363.4	A	116.5
Testigo	2028.2	A	100.0

Respuesta de la variedad sobre el rendimiento de mazorcas de segunda.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	3242.0	A	230.8
INIA-615	2289.2	B	163.0
INIA-601	1404.4	C	100.0



**Gráfico 21. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el rendimiento de mazorcas de tercera en tres variedades de maíz morado**

**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el rendimiento de mazorcas de tercera.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1714.6	A	109.7
Testigo	1641.4	A	105.0
NPK	1604.6	A	102.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	1563.4	A	100.0

Respuesta de la variedad sobre el rendimiento de mazorcas de tercera.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	1855.7	A	123.2
INIA-615	1531.1	A	101.7
INIA-601	1506.2	A	100.0

Respecto de la respuesta de las variedades, la prueba de Duncan refiere que las medias son estadísticamente diferentes, correspondiendo el número de mazorcas más alto a PMV-581 con 1.34 mazorcas/planta, que hace una diferencia porcentual de 9.2 % respecto de INIA-615 y 20.8 % respecto de INIA-601 expresó el número más bajo de mazorcas con 1.11 mazorcas/planta. Otras investigaciones como las de: **Solano (1999)**, halló valores de 0.77 mazorcas por planta a nivel de niveles de fertilización y 0.78 mazorcas por planta a nivel de variedades. **Giles (2011)**, **Retuerto (2014)** y **Ore (2015)**, reportaron haber encontrado 1.3, 1.28 y 1.37 unidades de mazorca por planta, respectivamente. **Cabrera (2016)** halló valores promedio 1.0, 1.1, 1.0 y 1.0 mazorcas/ pta, para variedades y 1.1; 1.0 y 1.0 mazorcas/ pta, para láminas de riego. De otro lado, **Mejía (2017)** encontró valores promedio de: 0.83; 0.96 y 0.92 mazorcas/planta para los niveles nutricionales y 0.97; 0.83; 0.87 y 0.93 mazorcas/plantas, para las variedades. **Rubiños (2017)** en PMV-581, encontró para los niveles de fertilización fosforada: 60, 120 y 180 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, valores promedio de 1.18, 1.17 y 1.05 mazorcas/planta, respectivamente, mientras que para cuatro momentos de aplicación encontró: 1.11, 1.24, 1.12 y 1.12 mazorcas/planta.

#### 4.5.3 Peso promedio de mazorca

Según el (Gráfico 24), para las respuestas del nivel nutricional, Duncan señala que las medias del peso promedio de la mazorca son estadísticamente similares, presentando el peso más alto el tratamiento: NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO con 123.63 gramos, con un incremento de 10.7 % respecto del testigo que registró el menor valor con 111.66 gramos. Respecto las respuestas de las variedades, la prueba de Duncan señala también que las medias son estadísticamente similares, correspondiendo el peso promedio de mazorca más alto a PMV-581 con 123.68 g, con una diferencia porcentual de 10.3 % respecto de INIA-615 que presentó el menor valor con 112.15 g. Sobre el tema, **Solano (1999)**, para niveles de fertilización obtuvo 108.12 gramos, como el mayor peso de promedio de mazorca, a nivel de variedades, el mayor peso promedio de mazorca fue de 99.99 gramos. **Giles (2011)**, **Retuerto (2014)** y **Ore (2015)**, en sus respectivos trabajos de investigación, reportan haber hallado los valores promedio de peso de mazorca de maíz morado de: 90.8, 128.3 y 138.75 gramos. **Cabrera (2016)**, hace referencia haber encontrado los siguientes pesos de mazorca de: 156.7, 161.3, 174.2 y 164.4 gramos, para variedades y 183.1; 157.4 y 152.0 gramos, para láminas de riego. De otra parte, **Rubiños (2017)**, refiere haber hallado 141.4; 135.0 y 139.7 gramos, para los niveles de fertilización fosforada, mientras

que para momentos de aplicación reportó la cantidad de: 138.3; 146.1; 143.1 y 135.7 gramos.

#### **4.6 CARACTERÍSTICAS DE LA MAZORCA**

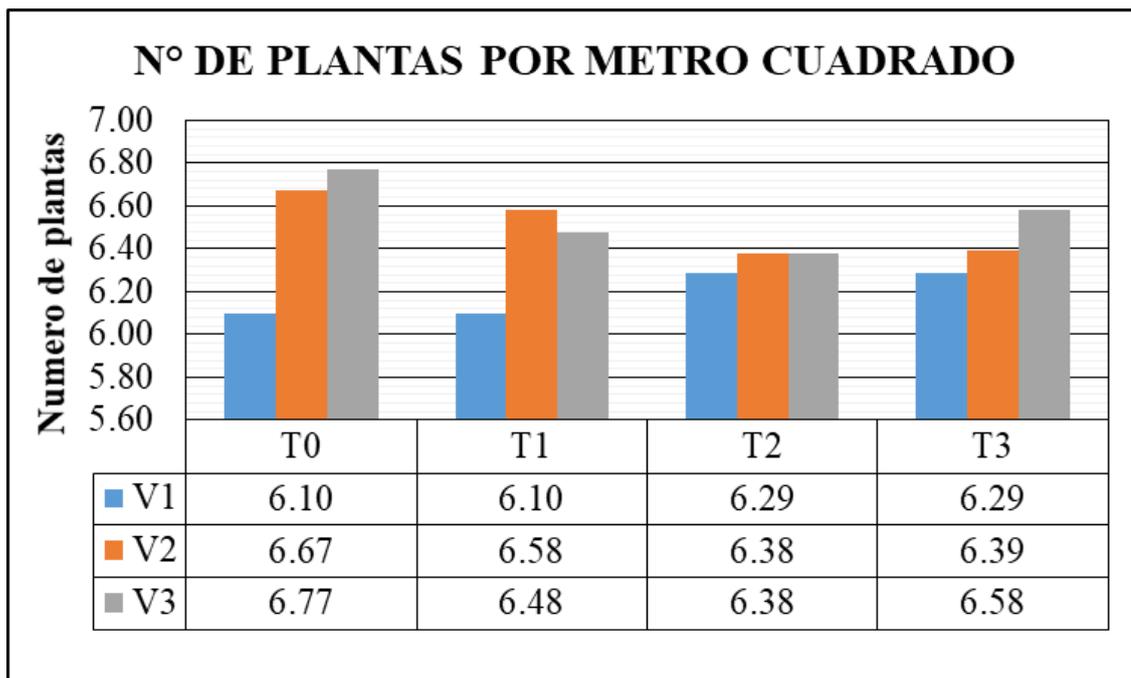
El (cuadro 26) presenta los resultados de las variables: longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso seco de 100 semillas, contenido de antocianinas en el grano y contenido de antocianinas en la coronta, Al respecto el análisis de variancia reporta: que por efecto de los niveles nutricionales, sobre la longitud de la mazorca y el contenido de antocianinas en el grano no existen diferencias significativas, pero, si evidencia diferencias significativas sobre el diámetro de mazorca, así mismo, diferencias altamente significativas sobre el peso seco de 100 semillas y el contenido de antocianinas en la coronta. El análisis de variancia indica también que, por efecto de variedades, sobre la longitud de mazorca y el diámetro de mazorca no existen diferencias significativas, pero, si existen diferencias significativas en el peso seco de 100 semillas y diferencias altamente significativas sobre el contenido de antocianinas tanto en el grano como en la coronta. Finalmente, el análisis de variancia muestra que por efecto de la interacción entre niveles nutricionales y variedades (VxT), no existen diferencias significativas sobre ninguna las variables que constituyen las características de la mazorca.

##### **4.6.1 Longitud de la mazorca**

La respuesta para niveles nutricionales y variedades en longitud de mazorca (Gráfico 25), Duncan expresa promrdios estadísticamente similares. Correspondiendo el valor más alto de longitud de mazorca para niveles nutricionales a NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO con 13.93 cm y para variedades el valor más alto la variedad PMV-581 con 14.31 cm. Otras investigaciones como las de **Ore (2015)** y **Cabrera (2016)**, registran longitudes promedio de mazorca de 15.28 y 16.56 cm, en maíz morado. **Mejía (2017)**, en cuatro variedades de maíz morado, identificó valores promedio de longitudes de mazorca de:18.5, 17.5, 16.2 y 18.0 cm, respectivamente. **Rubiños (2017)**, en PMV-581, encontró en su estudio valores para la longitud de mazorca de; 14.1, 13.8, y 13.0 cm.

**Cuadro 26. Componentes de rendimiento de maíz morado**

<b>Factor en estudio</b>	<b>Número de plantas por metro cuadrado</b>	<b>Número de mazorcas por planta</b>	<b>Peso promedio de mazorca (g)</b>	
<b>Nivel nutricional</b>				
TESTIGO	6.51	1.15	111.66	
NPK	6.39	1.18	120.90	
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	6.35	1.27	113.92	
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	6.42	1.31	123.63	
<b>Variedades</b>				
INIA 601	6.20	1.11	116.75	
INIA 615	6.53	1.24	112.16	
PMV 581	6.58	1.34	123.68	
<b>Promedio general</b>	<b>6.44</b>	<b>1.23</b>	<b>117.53</b>	
<b>Análisis de variancia</b>				
<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Significación</b>		
Niveles nutricionales (T)	3	NS	*	NS
Variedades (V)	2	NS	**	NS
Interacción (VxT)	6	NS	NS	NS
CV (%)		7.5	12.0	13.5



**Gráfico 22. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el número de plantas por metro cuadrado en tres variedades de maíz morado**

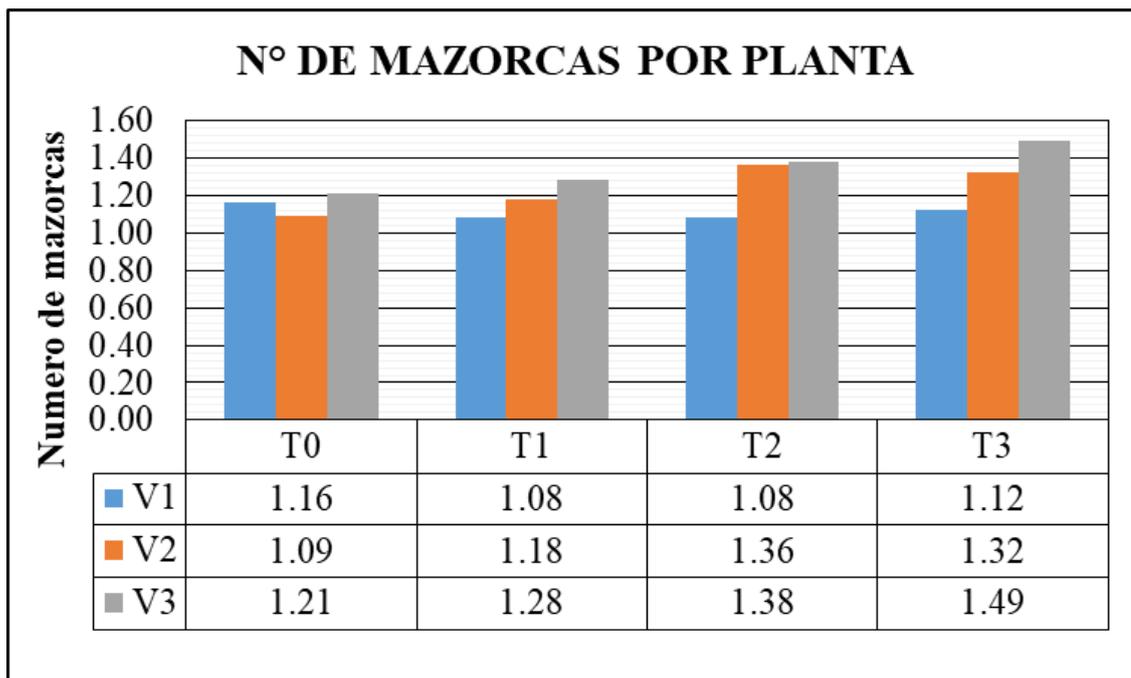
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el número de plantas por metro cuadrado.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
Testigo	6.5	A	102.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	6.4	A	101.0
NPK	6.3	A	100.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	6.3	A	100.0

Respuesta de la variedad sobre el número de plantas por metro cuadrado.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	6.5	A	105.8
INIA-615	6.5	A	105.0
INIA-601	6.1	A	100.0



**Gráfico 23. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el número de mazorcas por planta en tres variedades de maíz morado**

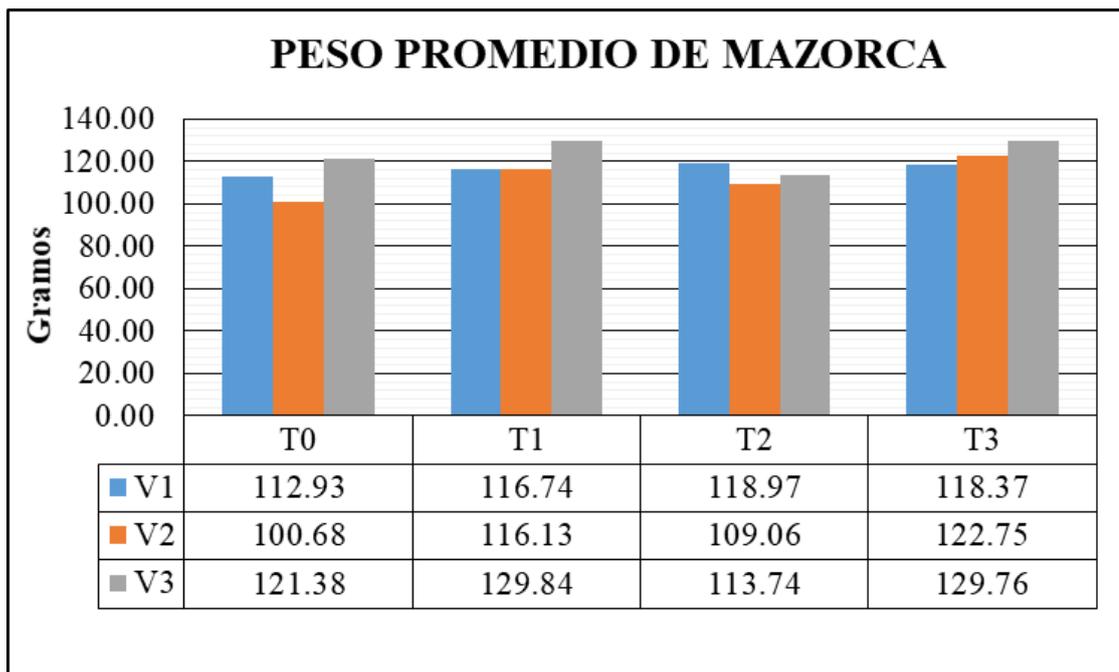
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el número de mazorcas por planta.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	1.3	A	113.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.2	AB	110.4
NPK	1.1	AB	102.1
Testigo	1.1	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre el número de mazorcas por planta.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	1.3	A	120.8
INIA-615	1.2	B	111.6
INIA-601	1.1	C	100.0



**Gráfico 24. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el peso promedio de mazorcas en tres variedades de maíz morado**

**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el peso promedio de mazorca.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	123.62	A	110.7
NPK	121.60	A	108.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	112.10	A	100.4
Testigo	111.66	A	100.0

Respuesta de la variedad sobre el peso promedio de mazorca.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	123.68	A	110.3
INIA-601	115.91	A	103.4
INIA-615	112.15	A	100.0

#### 4.6.2 Diámetro de mazorca

Según el Gráfico 26, Duncan indica que las medias de NPK, NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, son similares estadísticamente entre sí, pero diferentes del testigo. El valor mayor (4.92 cm) caracteriza a NPK con un incremento de 6.6 % respecto del testigo que reportó el menor valor (4.61 cm). Mientras que para variedades Duncan encontró medias estadísticamente similares. **Ore (2015)**, encontró un diámetro promedio de mazorca de 4.55 cm en maíz morado PMV-581. **Cabrera (2016)**, reportó valores promedio para el diámetro de mazorca de 5.22; 5.14; 5.21 y 5.20 cm, para variedades y 5.23; 5.13 y 5.23) cm, para láminas de riego. **Mejía (2017)**, encontró valores promedio de 4.8, 4.9 y 4.9 cm para los niveles nutricionales, y 5.0; 4.8; 5.0 y 4.9 cm, para las variedades. Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), respecto al diámetro de mazorca. **Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada y momentos de aplicación de fosforo en PMV-581, encontró para los niveles de fertilización fosforada: P1 (60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), P2 (120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y P3 (180 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), valores para el diámetro de mazorca de: 4.6; 4.7; y 4.7 centímetros, respectivamente. Mientras que para los momentos de aplicación: M0, M1, M2 y M3 reportó: 4.7; 4.7; 4.7 y 4.6 centímetros, respetivamente.

#### 4.6.3 Peso seco de 100 semillas

Respecto al peso seco de 100 semillas (Gráfico 27), Duncan indica medias estadísticamente diferentes para NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) con NPK, respecto de NPK con testigo y de éstos con el testigo y NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, a nivel de las respuesta a los niveles nutricionales, donde NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) refiere el valor más alto (47.67) g, con 7.1% de diferencia respecto de NPK que reportó (44.79)g, y 17.3 % de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO que obtuvo el menor peso con 40.54 g. Las respuestas de las variedades según el comparativo de medias de Duncan, halló que las medias de INIA-615 difieren estadísticamente de INIA-601 con PMV-581. Encontrándose que INIA-615 reportó el mayor peso con 46.10 g, mientras que la variedad PMV-581 registró el menor peso con 42.74 g. **Retuerto (2014)**, probando niveles de fertilización NPK y la aplicación de ácidos húmicos comerciales en el cultivo de maíz morado variedad Negro Canaán – INIA-615, reportó haber hallado los valores promedio para las variables: longitud de

mazorca, diámetro de la mazorca, peso seco de 100 semillas y contenido de antocianinas de 14.28 cm; 4.85 cm; 45.2 gramos y 1 518 mg A/ 100 g de muestra, respectivamente. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, obtuvo valores promedio para el peso seco de 100 semillas de: (42.49; 39.51; 43.68 y 39.21) gramos, para variedades y (40.76; 41.29 y 41.62) gramos, para láminas de riego. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), respecto al peso seco de 100 semillas, encontró los valores promedio de: (41.95; 42.85 y 42.58) g, para los niveles nutricionales, y (44.34; 39.59; 43.57 y 43.35) g, para las variedades.

#### **4.6.4 Contenido de antocianinas en el grano**

Según muestra el (Gráfico 28), la prueba de Duncan para las respuestas de los niveles nutricionales sobre el contenido de antocianinas indica que las medias son estadísticamente similares, sin embargo, cabe remarcar que el tratamiento: NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) con 247.92 mg A/100 g (muestra), es quien reporta el mayor incremento porcentual (25.7 %) respecto de NPK, que obtuvo el valor más bajo con 197.25 mg A/100 g (muestra). Respecto los efectos de las variedades sobre el contenido de antocianinas, la prueba de medias de Duncan arroja que la variedad INIA-601 difiere de PMV-581 e INIA-615 (estadísticamente similares entre sí), por cuanto INIA-601 muestra 288.81 mg A/100 g (muestra), que significa 42.1 % sobre PMV-581 y 45.1 sobre INIA-615, que reportó 199.06 mg A/100 g (muestra).

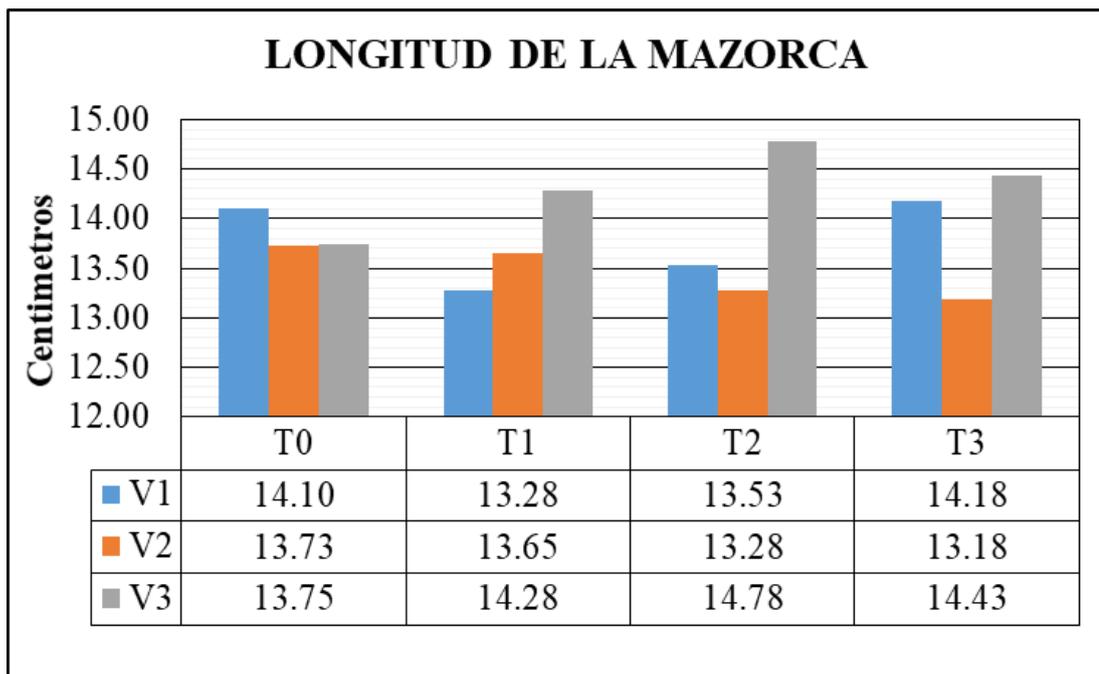
#### **4.6.5 Contenido de antocianinas en la coronta**

Respecto a la cantidad de antocianinas en la coronta (Gráfico 29), la prueba de comparación de medias de Duncan para el efecto del nivel nutricional, señala que las medias de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn), NPK y el testigo (estadísticamente similares) son diferentes de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO. Reportando el mayor valor NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn) con 1,700,1 mg A/100 g (muestra), respecto de NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO, que mostro el menor valor de 1,258.1 mg A/100 g (muestra), con una diferencia porcentual de 35.1 %. Respecto la respuesta de las variedades sobre el contenido de antocianinas en la coronta, la prueba de medias de Duncan encontró que la

variedad INIA-601 difiere estadísticamente de las variedades PMV-581 e INIA-615, destacando la Variedad INIA-601 con 2,117.2 mg A/100 g (muestra), sobre PMV-581 con un incremento porcentual de 65.5 % y 79.2 % respecto de INIA-615, que obtuvo el valor más bajo con 1,181.3 mg A/ 100 g (muestra). Otros trabajos relacionados como la de **Solano (1999)**, en su estudio de niveles de fertilización NPK (T0: 0-0-0, T1: 60-40-60, T2: 120-80-120, T3:180-120-180 y 240-160-240) kg/ha sobre tres variedades de maíz morado (Morado Canteño, PMV-581-Huanuco y PMV-581-Cañete), encontró que el tratamiento T3 mostró el mayor contenido de antocianinas en la mazorca con 435.694 mg A/100 gramos de muestra y T0 el menor contenido de antocianinas en la mazorca con 299.000 mg A/100 gramos de muestra; a nivel variedades, el PMV-581-Cañete reportó el mayor contenido de antocianinas en la mazorca con 404.791 mg A/100 gramos de muestra, mientras que Morado Canteño, refirió el menor valor con 316.986 mg A/100 gramos de muestra. **Cabrera (2016)**, Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, obtuvo valores promedio para el contenido de antocianinas totales de: (618.1; 618.0; 642.6 y 640.0) mg A /100 g (muestra), para variedades y (717.1; 622.6 y 549.2) mg A /100 g (muestra), para láminas de riego. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), respecto al contenido de antocianinas totales, encontró los valores promedio de: (569.3; 681.0 y 697.0) mg A/100 g (muestra), para los niveles nutricionales, y (632.5; 666.6; 646.9 y 590.3) mg A/100 g (muestra), para las variedades. **Rubiños (2017)**, estudiando niveles de fertilización fosforada y momentos de aplicación de fosforo en PMV-581, encontró para los niveles de fertilización fosforada: P1 (60 kg/ha de P2O5), P2 (120 kg/ha de P2O5) y P3 (180 kg/ha de P2O5), valores para el contenido de antocianinas en el grano de: 288.3; 309.3 y 445.3 mg A/100 g respectivamente. Mientras que para los momentos de aplicación: M0, M1, M2y M3 reportó: 346.8; 343.0; 343.1 y 369.0 mg A/100g, respetivamente. De otro lado para el contenido de antocianinas en la coronta de: 555.5; 516.7; y 560.7 mg A/100 g respectivamente. Mientras que para los momentos de aplicación: M0, M1, M2 y M3 reportó: 635.8; 719.6; 495.3 y 418.4 mg A/100g, respetivamente.

**Cuadro 27. Características de la mazorca de maíz morado**

<b>Factor en estudio</b>	<b>Longitud de mazorca (cm)</b>	<b>Diámetro de mazorca (cm)</b>	<b>Peso seco de 100 semillas (g)</b>	<b>Contenido de antocianinas en grano (mgA/100g)</b>	<b>Cont. de antoc. en coronta (mgA/100g)</b>
<b>Nivel nutricional</b>					
TESTIGO	13.86	4.61	42.81	246	1 627
NPK	13.74	4.92	44.64	197	1 687
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	13.86	4.89	47.67	248	1 700
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	13.93	4.82	42.30	233	1 258
<b>Variedad</b>					
INIA 601	13.78	4.74	44.34	289	2 117
INIA 615	13.48	4.84	45.99	199	1 182
PMV581	14.33	4.87	42.74	205	1 406
<b>Promedio general</b>	<b>13.86</b>	<b>4.82</b>	<b>44.36</b>	<b>231</b>	<b>1 568</b>
<b>Análisis de variancia</b>					
<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Significación</b>			
Niveles nutricionales (T)	3	NS	*	**	NS
Variedades (V)	2	NS	NS	*	**
Interacción (VxT)	6	NS	NS	NS	NS
CV (%)		7.4	5.4	9.2	28.1



**Gráfico 25. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en la longitud de la mazorca de tres variedades de maíz morado**

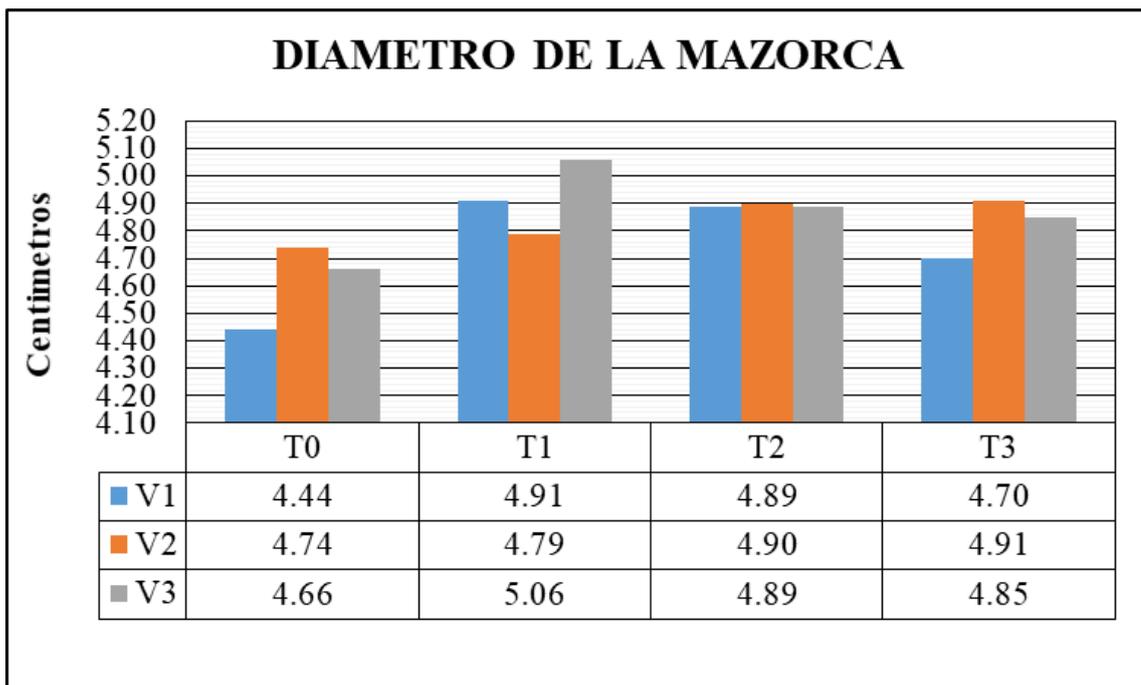
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre la longitud de la mazorca.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	13.92	A	101.4
Testigo	13.85	A	100.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	13.85	A	100.9
NPK	13.73	A	100.0

Respuesta de la variedad sobre la longitud de la mazorca.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	14.30	A	106.3
INIA-601	13.76	A	102.3
INIA-615	13.45	A	100.0



**Gráfico 26. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el diámetro de la mazorca de tres variedades de maíz morado**

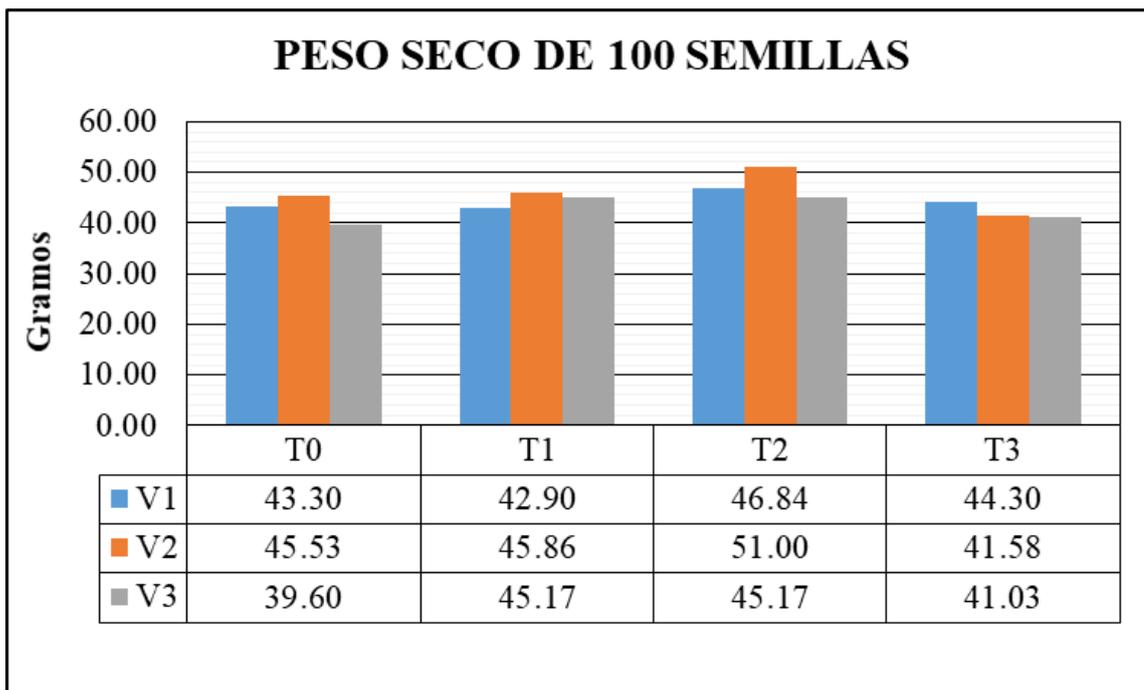
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre diámetro de la mazorca.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK	4.91	A	106.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	4.88	A	105.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	4.81	AB	104.4
Testigo	4.61	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre el diámetro de la mazorca.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
PMV-581	4.86	A	102.7
INIA-615	4.83	A	102.0
INIA-601	4.73	A	100.0



**Gráfico 27. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el peso seco de 100 semillas de tres variedades de maíz morado**

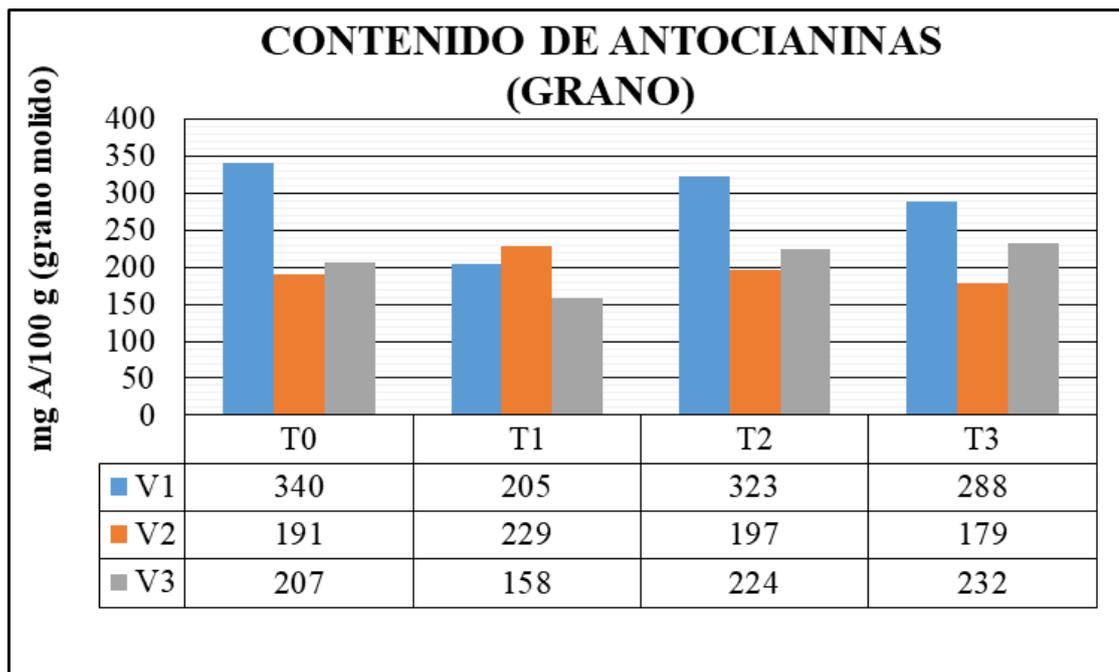
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el peso seco de 100 semillas.

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	47.66	A	117.3
NPK	44.79	AB	110.2
Testigo	42.80	BC	105.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	40.63	C	100.0

Respuesta de la variedad sobre el peso seco de 100 semillas.

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
INIA-615	46.10	A	107.9
INIA-601	43.08	B	100.8
PMV-581	42.73	B	100.0



**Gráfico 28. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el contenido de antocianinas del grano de tres variedades de maíz morado**

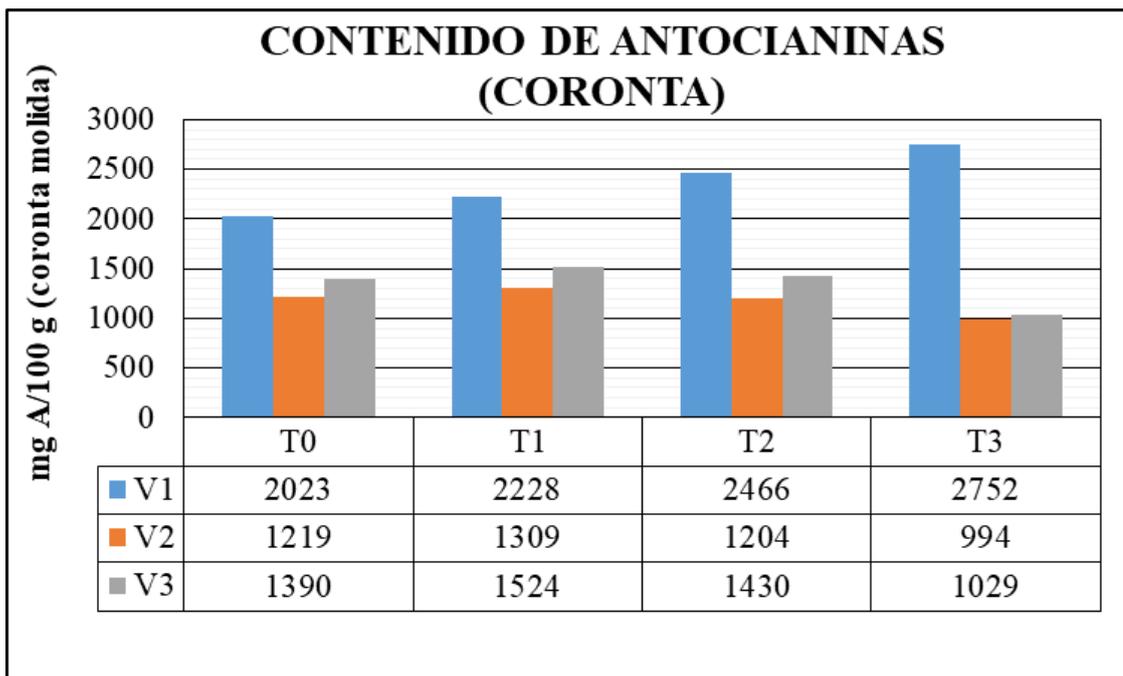
**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el contenido de antocianinas (grano).

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	247.92	A	125.7
Testigo	245.75	A	124.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	232.75	A	118.0
NPK	197.25	A	100.0

Respuesta de la variedad sobre el contenido de antocianinas (grano).

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
INIA-601	288.81	A	145.1
PMV-581	204.88	B	103.0
INIA-615	199.06	B	100.0



**Gráfico 29. Respuesta de cuatro niveles nutricionales en el contenido de antocianinas de la coronta de tres variedades de maíz morado.**

**Prueba de Duncan (alfa = 0,05)**

Respuesta del nivel nutricional sobre el contenido de antocianinas (coronta).

Nivel Nutricional	Promedio	Duncan	% Δ
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1700.1	A	135.1
NPK	1686.8	A	134.1
Testigo	1544.0	A	122.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+MO	1258.1	B	100.0

Respuesta de la variedad sobre el contenido de antocianinas (coronta).

Variedades	Promedio	Duncan	% Δ
INIA-601	2117.2	A	179.2
PMV-581	1343.3	B	113.7
INIA-615	1181.3	B	100.0

#### 4.7 ANALISIS ECONOMICO

El cuadro 27 muestra los resultados del análisis económico, los que se sustentan en los rendimientos obtenidos en el estudio de investigación. Cabe indicar que el precio de venta estimado es de S/ 1.80 soles por kilo de mazorcas, considerando un promedio de los precios de venta en distintos mercados de Lima.

La mayor rentabilidad se encuentra en la Variedad PMV-581 a nivel de NPK, con un índice de rentabilidad (IR) de 124.6 %, Asimismo, la Var. PMV-581 a nivel de NPK+ (Ca, Fe, Mn, Zn) presenta IR de 104.4 % y utilidades netas de S/ 9,647.2 y S/ 8,156.40, soles respectivamente. Para variedades de maíz morado, el mayor índice de rentabilidad caracteriza a la variedad PMV-581 con un IR de 94.5 %, mientras que la variedad INIA-601 reporta la menor rentabilidad con 1.5 %.

Así mismo, los IR más bajos se presentan en los tratamientos con Var. INIA-601 a nivel de NPK, con un IR de -9.0 % y con Var. INIA-601 a nivel de NPK+(Ca, Fe, Mn, Zn), con un IR de -1,9 %; siendo las utilidades negativas de S/ - 694.20 y S/ -145.90 soles respectivamente. **Retuerto (2014)**, el índice de rentabilidad (IR) mas alto que obtuvo fue de 107.1 %, con una utilidad neta de US\$ 2,929.8, mientras que el índice de rentabilidad (IR) mas bajo fue de -2.8 %. **Ore (2015)**, refiere haber obtenido el mayor IR de 225 % y el menor IR de 28 %. Por su parte, **Cabrera (2016)**, halló el mayor IR de 145 % y una utilidad neta de US\$ 8,334.3. **Mejía (2017)**, reporta el mayor índice de rentabilidad (IR) de 341 %. **Rubiños (2017)**, encontró el mayor índice de rentabilidad de 132.7 % y el menor de 61.5 % para niveles de fertilización fosforada Mientras que, para los momentos de aplicación, el mayor índice de rentabilidad fue de 123.3 %.

**Cuadro 28. Análisis económico**

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Valor bruto de la producción (S/)	Costo total de la producción (S/)	Utilidad neta (S/)	Índice de rentabilidad (%)	Índice promedio de rentabilidad por variedad (%)
V1T0	3830.8	6895.4	6166.6	728.9	11.8	1.5
V1T1	3916.3	7049.3	7743.5	-694.2	-9.0	
V1T2	4258.3	7664.9	7810.9	-145.9	-1.9	
V1T3	5140.7	9253.3	8799.1	454.2	5.2	
V2T0	5262.4	9472.3	6166.6	3305.7	53.6	36.4
V2T1	5720.3	10296.5	7743.5	2553.0	33.0	
V2T2	5896.6	10613.9	7810.9	2803.0	35.9	
V2T3	6026.3	10847.3	8799.1	2048.2	23.3	
V3T0	6105.9	10990.6	6166.6	4824.0	78.2	94.5
V3T1	9661.5	17390.7	7743.5	9647.2	124.6	
V3T2	8870.7	15967.3	7810.9	8156.4	104.4	
V3T3	8349.7	15029.5	8799.1	6230.4	70.8	

## V. CONCLUSIONES

Las principales variables de crecimiento del cultivo de maíz morado; altura de planta, área foliar y materia seca total, no presentan diferencias en respuesta al nivel nutricional, solo altura de la mazorca principal y materia seca de hojas muestran respuesta diferenciada.

La variedad PMV-581 en combinación con NPK fue superior en rendimiento comercial y rendimiento de mazorcas de primera a las variedades INIA-615 y INIA-601.

El análisis de los componentes del rendimiento indica que solo el número de mazorcas por planta presenta respuesta al nivel nutricional. La fórmula NPK+Microelementos +M. O presenta el mayor número, diferente de NPK y del testigo. Para variedades PMV-581 supera a INIA 615 en 11.6% y a INIA 601 en 20.8%.

La mayor eficiencia de uso de agua (EUA) caracteriza al nivel NPK+ Microelementos + MO con 2.00 kg/m<sup>3</sup>, similar a los otros niveles nutricionales pero diferente del testigo no fertilizado con la menor EUA de 1.53 kg/m<sup>3</sup>. Para variedades, PMV 581 supera a INIA 615 en 43.3% y a INIA 601 en 87.8%

En cuanto al contenido de antocianinas en el grano y la coronta destacó la variedad INIA-601.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aguirre Pajuelo, EB. 2016. Efecto de la aplicación de humatos de potasio y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz morado cv. Prosemillas bajo RLAF: goteo. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 122 P.
2. Alvarado Díaz, VM. 2015. Efecto de la lámina de riego y del nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 115 p.
3. Andrade Alvarado, CK. 2006. Efecto de las fuentes orgánicas: Humus de lombriz, compost y la sustancia húmica ekotron en el rendimiento del grano de maíz morado. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 93 P.
4. Black, C. 1975. Relaciones suelo-planta. Tomo II. Buenos Aires, Argentina, Editorial Hemisferio sur, s.p.
5. Cabrera Castañeda, CR. 2016. Tres láminas de riego en el rendimiento de cuatro variedades de maíz morado bajo riego por goteo. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 132 p.
6. Camones Solís, MA. 2013. Efecto de la combinación de microorganismos eficaces y compost en el rendimiento del cultivo de la betarraga en la localidad de Paltay, distrito de Taricá, Huaraz. Tesis Ing. Ancash, Perú, UNASAM. 51p.
7. Cruzado Cuzquen, LA. 2008. Efecto de la fertilización fosfo-potásica en el cultivo de maíz morado. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 87 p.
8. Felipe-Morales Bazurto, CL. 1966. Fijacion y disponibilidad del potasio, bajo diferentes condiciones, en 12 suelos de costa, sierra y selva del Perú. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 82 p.
9. Fernández, N. 1995. Estudio de la extracción y pre-purificación de antocianinas de maíz morado. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM.
10. Giles Paucar, EE. 2011. Efecto de la aplicación de ácidos húmicos y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz morado cv. PMV-581. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 99 p.
11. Gobernación de Antioquia (Secretaria de agricultura y desarrollo rural). 2015. Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas. Medellín, Colombia. 152 p. Consultado 25 de Oct. 2017. Disponible en

<file:///C:/Users/Cabina9/Desktop/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%200%20MAIZ.pdf>

12. Grobman, (1982). Maíz pre cerámico de Huarmey, Costa nor-central del Perú.
13. Gross, A. 1992. Abonos guía práctica de la fertilización. Madrid, España, Editorial Mundi-prensa, s.p.
14. Injante Silva, P; Joyo Coronado G. 2010. Guía técnica curso-taller manejo integrado de maíz amarillo duro. (en línea). La Libertad, Perú. 42 p. Consultado 17 ago. 2017. Disponible en [http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/MAD/MANEJO\\_INTEGRADO\\_DE\\_MAIZ\\_AMARILLO\\_DURO.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/MAD/MANEJO_INTEGRADO_DE_MAIZ_AMARILLO_DURO.pdf).
15. Jugenheimer, RW. 1987. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. México D.F. México. Editorial Limusa, 840 p.
16. Justiniano Aysanoa, E. 2010. Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de la Molina. Tesis Mag. Lima, Perú, UNALM. 77 P.
17. Lock, S. 1997. Colorantes naturales primera edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo editorial. 274 p.
18. Loué, A. 1988. Los micro elementos en agricultura. 1ed. Madrid, España, Editorial Mundi-prensa, s.p.
19. Manrique, A. 1988. El maíz en el Perú. 2 ed. Lima, Perú. Fondo de promoción de la cultura agraria, 344 p.
20. Manrique, P. 1997. El maíz en el Perú. Lima, Perú. CONCYTEC (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 362 p.
21. Mejía Ruiz, PE. 2017. Niveles nutricionales en el crecimiento y rendimiento de maíz morado bajo riego por goteo. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 156 p.
22. Mengel, K. y Kirkby, EA. 2000. Principios de nutrición vegetal. 1 ed, en español. (en línea). Basilea, Suiza. 597 p. Consultado 2 ago. 2017. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/276824282/Mengel-Principios-de-Nutricion-Vegetal>.
23. Mollinedo Flores, DA. 2006. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la materia orgánica en el cultivo de lechuga y las propiedades del suelo en Nievería – Lima. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 80 p.

24. Naranjo Valdés, M. c 2019. Importancia de la materia orgánica en la agricultura (en línea). Agrotransfer s.l., Consultado 15 ago. 2019. Disponible en <https://www.agrotransfer.org/index.php/articulo-tecnico/675-importancia-de-la-materia-organica-en-la-agricultura-compost>
25. Oré Gallegos, VV. 2015. Fertilización potásica y nivel nutricional en el rendimiento de maíz morado PMV 581 bajo riego por goteo. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 132 p.
26. Parsons, DB. 1983. Maíz. México D.F. México. Editorial Trillas, 56 p.
27. Paucar Menacho, LM; Castillo Calderón, A; Velásquez Carrasco, E. 2011. Estudio del maíz morado como alimento funcional. (en línea). Ancash, Perú. 41 p. Consultado 17 ago. 2017. Disponible en <https://www.uns.edu.pe/recursos/investigaciones/62.pdf>
28. Pérez Leal, F. 2017. Fisiología vegetal Parte III Nutrición mineral. (en línea). Ucayali, Perú. 172 p. Consultado 12 de ago. 2019. Disponible en <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3201/000026082L.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
29. Pinedo Taco, RE. 2015. Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado en la localidad de Canaán - Ayacucho. Tesis Mag. Lima, Perú, UNALM. 95 p.
30. Retuerto Ríos, LS. 2014. Efecto de la fertilización NPK y de la aplicación de humatos de potasio en el rendimiento de maíz morado var. INIA 815 Negro Canaán. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 127 p.
31. Rodríguez Velarde, E. 2013. Efecto de la densidad de siembra de la fertilización NPK y de la aplicación de ácidos húmicos en el rendimiento de maíz morado PMV-581 bajo riego por goteo. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 139 p.
32. Rubiños Canales, GA. 2017. Niveles de fosforo y momentos de aplicación en el rendimiento de maíz morado bajo riego por goteo. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 153 p.
33. Salinas Moreno, Y; García Salinas, C; Coutiño Estrada, B; Vidal Martínez, V. 2013. Variabilidad en contenidos y tipos de antocianinas en granos de color azul/morado de poblaciones Mexicanas de Maíz. Revista fitotecnia Mexicana (en línea). Consultado 25 jul. 2018. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo>.
34. Sevilla, R. y Valdez, A. 1985. Estudios de factibilidad del cultivo de maíz morado. Lima, Perú. FOPEX (Fondo de Promoción de Exportaciones). 46 p.

35. SIEA (Sistema Integrado de Estadística Agraria, Perú). 2016. Anuario estadístico de la producción agrícola y ganadera 2015. Lima, Perú. 302 p. Consultado 19 jun. 2017. Disponible en [http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario\\_produccion\\_agricola\\_ganadera\\_2015.pdf](http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario_produccion_agricola_ganadera_2015.pdf)
36. Solano Morales, R. 1999. Efecto de la fertirrigación en el rendimiento y contenido de antocianina de tres variedades de maíz morado bajo r.l.a.f.: goteo. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 105 p.

## **VII. ANEXOS**

**ANEXO 1: EFICIENCIA DE USO DE AGUA (EUA) (kg/m<sup>3</sup>)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.15	1.05	1.40	1.04	1.16	100.0
NPK	1.23	1.25	1.24	1.22	1.23	106.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	0.95	1.37	1.62	1.22	1.29	111.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.60	1.67	1.91	1.35	1.63	140.5
					1.33	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.66	1.30	1.61	1.80	1.59	100.0
NPK	1.30	2.02	1.53	2.08	1.73	108.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.57	1.83	1.85	1.90	1.79	112.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.46	1.81	1.85	2.19	1.83	115.1
					1.74	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.25	1.82	1.98	2.35	1.85	100.0
NPK	2.55	2.90	2.89	3.26	2.90	156.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2.64	2.91	2.32	2.69	2.64	142.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	2.41	2.38	2.74	2.59	2.53	136.8
					2.48	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	0.724	0.241	2.53	NS
Variedad (V)	2	10.899	5.449	57.14	**
Error (a)	6	0.572	0.095	2.10	
Nivel Nutricional (T)	3	1.627	0.542	11.96	**
Interacción VxT	6	1.429	0.238	5.25	**
Error (b)	27	1.224	0.045		
Total	47	16.475			
C.V.(%)		11.522			

**ANEXO 2: INDICE DE AREA FOLIAR (IAF) (m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	3.58	4.35	4.18	3.85	3.99	100.0
NPK	2.09	5.62	3.34	4.38	3.86	96.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	3.34	3.86	3.62	3.52	3.59	90.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	4.21	4.47	5.12	2.71	4.13	103.5
					3.89	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	4.24	3.45	3.29	4.31	3.82	100.0
NPK	5.17	4.73	3.10	4.69	4.42	115.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	4.07	5.19	5.22	2.91	4.35	113.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	3.36	4.36	3.89	5.71	4.33	113.4
					4,23	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	4.98	5.36	5.45	4.29	5.02	100.0
NPK	4.80	6.11	3.92	4.47	4.82	96.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	6.19	5.10	4.97	4.33	5.15	102.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	6.94	4.69	5.51	6.37	5.88	117.1
					5.22	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	1.831	0.610	0.82	NS
Variedad (V)	2	15.212	7.606	10.21	*
Error (a)	6	4.468	0.745	0.91	
Nivel Nutricional (T)	3	1.827	0.609	0.74	NS
Interacción VxT	6	2.257	0.376	0.46	NS
Error (b)	27	22.186	0.822		
Total	47	47.780			
C.V.(%)		20.388			

**ANEXO 3: INDICE DE COSECHA (IC) (%)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	48.95	51.87	52.77	56.80	52.60	100.0
NPK	53.11	45.38	57.62	60.49	54.15	102.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	51.07	52.03	58.25	56.30	54.41	103.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	49.55	49.29	40.79	58.77	49.60	94.3
					52.69	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	48.69	51.24	47.74	60.20	51.97	100.0
NPK	48.03	59.52	55.65	60.83	56.01	107.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	53.35	49.54	49.57	47.09	48.88	94.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	45.38	44.62	44.91	45.38	45.07	86.7
					50.73	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	46.17	53.35	51.97	55.53	51.75	100.0
NPK	49.96	41.82	55.07	61.23	52.02	100.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	54.27	45.85	54.51	58.77	53.35	103.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	47.22	46.54	45.00	49.60	47.09	91.0
					51.05	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	337.208	112.403	9.16	*
Variedad (V)	2	35.235	17.618	1.44	NS
Error (a)	6	73.598	12.266	0.64	
Nivel Nutricional (T)	3	312.561	104.187	5.47	**
Interacción VxT	6	84.100	14.017	0.74	NS
Error (b)	27	513.876	19.032		
Total	47	1356.578			
C.V.(%)		8.472			

**ANEXO 4: COEFICIENTE DE TRANSPIRACION (l/kg)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	398.80	259.88	277.72	337.26	318.42	100.0
NPK	503.90	245.00	238.88	205.70	298.37	93.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	326.31	289.13	210.97	259.25	271.41	85.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	267.89	275.36	199.93	341.49	271.17	85.2
					289.84	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	258.21	276.32	268.17	180.57	245.82	100.0
NPK	234.79	262.07	339.36	190.73	256.74	104.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	288.22	258.93	257.27	300.29	276.18	112.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	293.02	275.80	274.19	248.15	272.79	111.0
					262.88	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	318.54	250.88	206.94	257.07	258.36	100.0
NPK	233.55	221.41	243.24	211.02	227.30	88.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	231.59	214.55	271.56	213.02	232.68	90.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	250.95	213.67	218.91	185.11	217.16	84.1
					233.88	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	24006.828	8002.276	1.58	NS
Variedad (V)	2	25068.908	12534.454	2.47	NS
Error (a)	6	30471.365	5078.561	2.17	
Nivel Nutricional (T)	3	2669.614	889.871	0.38	NS
Interacción VxT	6	9749.195	1624.866	0.70	NS
Error (b)	27	63087.721	2336.582		
Total	47	155053.630			
C.V.(%)		18.436			

**ANEXO 5: ALTURA DE PLANTA (m)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.88	2.11	2.19	1.63	1.95	100.0
NPK	1.70	1.89	1.79	1.99	1.84	94.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2.04	2.14	2.29	2.11	2.15	110.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.82	2.10	2.51	1.84	2.07	106.2
					2.00	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	2.03	1.93	2.09	2.13	2.05	100.0
NPK	1.86	1.88	1.67	2.40	1.95	95.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.89	2.16	1.80	2.05	1.98	96.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	2.02	2.15	2.04	2.11	2.08	101.5
					2.02	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.89	2.05	1.87	2.10	1.98	100.0
NPK	2.09	2.32	2.28	2.38	2.27	114.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2.00	2.17	2.05	2.07	2.07	104.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	2.20	2.15	2.25	2.23	2.21	111.6
					2.13	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	0.153	0.051	0.85	NS
Variedad (V)	2	0.164	0.082	1.36	NS
Error (a)	6	0.362	0.060	2.82	
Nivel Nutricional (T)	3	0.109	0.036	1.70	NS
Interacción VxT	6	0.349	0.058	2.72	*
Error (b)	27	0.578	0.021		
Total	47	1.717			
C.V.(%)	7.144				

**ANEXO 6: ALTURA DE LA MAZORCA PRINCIPAL (m)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.26	1.30	1.44	1.27	1.32	100.0
NPK	1.12	1.58	1.12	1.46	1.32	100.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.59	1.80	1.74	1.48	1.65	125.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.55	1.45	1.80	1.45	1.56	118.2
					1.46	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.24	1.03	1.32	1.10	1.17	100.0
NPK	1.36	1.26	1.25	1.24	1.28	109.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.22	1.20	1.39	1.29	1.28	109.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.47	1.60	1.64	1.44	1.54	131.6
					1.32	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.13	1.44	1.13	1.26	1.24	100.0
NPK	1.21	1.57	1.77	1.69	1.56	125.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.17	1.42	1.65	1.52	1.44	116.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.30	1.48	1.52	1.53	1.46	117.7
					1.43	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	0.204	0.068	2.28	NS
Variedad (V)	2	0.187	0.094	3.14	NS
Error (a)	6	0.179	0.030	1.72	
Nivel Nutricional (T)	3	0.505	0.168	9.69	*
Interacción VxT	6	0.351	0.059	3.37	*
Error (b)	27	0.469	0.017		
Total	47	1.894			
C.V.(%)	9.403				

## ANEXO 7: NUMERO DE HOJAS POR PLANTA

### V1 = INIA 601

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	12	11	12	11	11.50	100.0
NPK	11	12	11	12	11.50	100.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	12	14	12	10	12.00	104.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	12	13	12	10	11.75	102.2
					11.69	

### V2 = INIA 615

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	12	9	9	12	10.50	100.0
NPK	13	12	12	12	12.25	116.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	11	12	12	11	11.50	109.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	11	11	13	12	11.75	111.9
					11.50	

### V3 = PMV 581

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	12	11	12	10	11.25	100.0
NPK	11	13	11	11	11.50	102.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	12	12	13	10	11.75	104.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	13	13	13	13	13.00	115.6
					11.88	

### Análisis de variancia (ANVA)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	4.396	1.465	1.17	NS
Variedad (V)	2	1.125	0.563	0.45	NS
Error (a)	6	7.542	1.257	1.27	
Nivel Nutricional (T)	3	7.229	2.410	2.43	NS
Interacción VxT	6	7.208	1.201	1.21	NS
Error (b)	27	26.813	0.993		
Total	47	54.313			
C.V.(%)	8.526				

## ANEXO 8: NUMERO DE HOJAS ENCIMA DE LA MAZORCA PRINCIPAL

### V1 = INIA 601

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	6	6	7	5	6.00	100.0
NPK	7	7	6	6	6.50	108.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	7	7	6	5	6.25	104.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	6	7	6	6	6.25	104.2
					6.25	

### V2 = INIA 615

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	6	6	5	7	6.00	100.0
NPK	6	6	6	7	6.25	104.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	6	6	6	6	6.00	100.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	6	6	7	6	6.25	104.2
					6.13	

### V3 = PMV 581

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	7	6	7	5	6.25	100.0
NPK	6	6	5	5	5.50	88.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	7	6	6	5	6.00	96.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	7	6	7	6	6.50	104.0
					6.06	

### Análisis de variancia (ANVA)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	2.896	0.965	0.96	NS
Variedad (V)	2	0.292	0.146	0.14	NS
Error (a)	6	6.042	1.007	3.48	
Nivel Nutricional (T)	3	0.563	0.188	0.65	NS
Interacción VxT	6	2.375	0.396	1.37	NS
Error (b)	27	7.813	0.289		
Total	47	19.979			
C.V.(%)	8.753				

**ANEXO 9: DIAMETRO DEL TALLO (cm)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.32	1.50	1.37	1.37	1.39	100.0
NPK	1.34	1.53	1.45	1.44	1.44	103.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.31	1.53	1.45	1.42	1.43	102.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.64	1.63	1.69	1.40	1.59	114.4
					1.46	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.60	1.60	1.35	1.54	1.52	100.0
NPK	1.54	1.40	1.41	1.61	1.49	98.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.46	1.57	1.51	1.64	1.55	102.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.61	1.70	1.51	1.75	1.64	107.9
					1.55	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.50	1.45	1.74	1.57	1.57	100.0
NPK	1.56	1.80	1.50	1.27	1.53	97.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.63	1.70	1.50	1.53	1.59	101.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.82	1.50	1.41	1.50	1.56	99.4
					1.56	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	0.051	0.017	0.69	NS
Variedad (V)	2	0.095	0.047	1.93	NS
Error (a)	6	0.147	0.025	1.89	
Nivel Nutricional (T)	3	0.091	0.030	2.34	NS
Interacción VxT	6	0.060	0.010	0.77	NS
Error (b)	27	0.351	0.013		
Total	47	0.795			
C.V.(%)	7.480				

**ANEXO 10: AREA FOLIAR (cm<sup>2</sup>/pta.)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	6708.6	6347.4	6456.1	6748.0	6565.0	100.0
NPK	4581.9	8192.0	5149.0	6762.3	6171.3	94.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	5154.2	6763.7	5940.5	5126.7	5746.3	87.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	6900.6	6522.0	7904.6	4747.2	6518.6	99.3
					6250.3	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	6944.4	5033.2	4792.3	6287.0	5764.2	100.0
NPK	7981.7	6895.7	5085.5	6838.1	6700.2	116.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	6282.5	7562.5	8049.4	5093.0	6746.8	117.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	5183.4	6724.7	6004.9	9354.9	6817.0	118.3
					6507.1	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	7255.2	7809.8	7942.0	6624.1	7407.8	100.0
NPK	7413.6	10008.8	6044.8	6519.1	7496.6	101.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	9030.1	7877.8	8711.2	6684.2	8075.8	109.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	10715.5	6831.2	8498.2	9833.3	8969.6	121.1
					7987.4	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	2133256.880	711085.630	0.71	NS
Variedad (V)	2	28133402.710	14066701.350	13.97	*
Error (a)	6	6040843.820	1006807.300	0.52	
Nivel Nutricional (T)	3	4830709.110	1610236.370	0.84	NS
Interacción VxT	6	6062505.290	1010417.550	0.53	NS
Error (b)	27	51842367.200	1920087.670		
Total	47	99043085.010			
C.V.(%)		20.039			

**ANEXO 11: MATERIA SECA TOTAL PARTE AEREA (g/planta)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	139.76	166.64	165.08	154.27	156.44	100.0
NPK	129.01	176.76	191.92	222.88	180.14	115.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	140.50	179.95	230.85	167.04	179.58	114.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	181.80	157.27	229.30	152.35	180.18	115.2
					174.09	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	188.61	156.73	161.49	239.83	186.66	100.0
NPK	195.26	165.25	143.51	227.05	182.77	97.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	159.07	167.25	178.20	173.26	169.44	90.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	156.46	166.23	167.21	196.26	171.54	91.9
					177.60	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	135.95	172.62	209.27	178.34	174.04	100.0
NPK	196.30	219.96	188.48	205.22	202.49	116.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	186.99	213.68	191.59	215.22	201.87	116.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	182.69	202.67	209.43	247.66	210.61	121.0
					197.25	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	6885.607	2295.202	1.70	NS
Variedad (V)	2	4988.063	2494.031	1.85	NS
Error (a)	6	8092.240	1348.707	2.67	
Nivel Nutricional (T)	3	1953.194	651.065	1.29	NS
Interacción VxT	6	3620.653	603.442	1.19	NS
Error (b)	27	13638.483	505.129		
Total	47	39178.239			
C.V.(%)	12.283				

**ANEXO 12: MATERIA SECA DEL TALLO (g/planta)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	24.78	28.19	27.70	21.11	25.45	100.0
NPK	19.15	36.73	28.19	38.30	30.59	120.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	22.01	25.00	37.18	30.37	28.64	112.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	30.21	24.78	58.67	28.14	35.45	139.3
					30.03	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	38.53	30.56	34.76	37.28	35.28	100.0
NPK	36.90	27.11	19.49	38.05	30.39	86.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	26.30	26.88	29.53	43.20	31.48	89.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	31.15	36.02	40.39	42.60	37.54	106.4
					33.67	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	22.42	28.38	42.85	30.82	31.12	100.0
NPK	33.48	48.84	28.57	29.86	35.19	113.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	24.56	44.01	30.84	33.65	33.27	106.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	37.51	38.20	42.72	50.00	42.11	135.3
					35.42	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	314.241	104.747	1.11	NS
Variedad (V)	2	241.752	120.876	1.28	NS
Error (a)	6	564.792	94.132	1.62	
Nivel Nutricional (T)	3	466.456	155.485	2.68	NS
Interacción VxT	6	148.497	24.749	0.43	NS
Error (b)	27	1566.091	58.003		
Total	47	3301.830			
C.V.(%)	23.050				

**ANEXO 13: MATERIA SECA DE HOJAS (g/planta)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	27.81	33.58	29.28	26.85	29.13	100.0
NPK	22.53	38.97	28.54	32.80	30.71	105.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	27.08	34.74	31.68	20.82	28.58	98.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	32.91	36.06	49.30	20.47	34.69	119.1
					30.78	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	41.16	29.35	26.89	34.98	33.10	100.0
NPK	42.48	22.20	27.25	32.24	31.04	93.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	27.85	32.80	36.56	31.66	32.22	97.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	33.95	37.10	37.00	41.67	37.43	113.1
					33.45	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	29.80	32.27	34.34	28.64	31.26	100.0
NPK	30.57	48.18	28.06	28.24	33.76	108.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	31.25	46.63	33.42	33.67	36.24	115.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	37.34	41.89	46.98	51.90	44.53	142.5
					36.45	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	140.295	46.765	0.57	NS
Variedad (V)	2	252.193	126.096	1.54	NS
Error (a)	6	490.173	81.695	2.10	
Nivel Nutricional (T)	3	457.220	152.407	3.91	*
Interacción VxT	6	121.754	20.292	0.52	NS
Error (b)	27	1052.876	38.995		
Total	47	2514.510			
C.V.(%)		18.597			

**ANEXO 14: MATERIA SECA DE PANOJA (g/planta)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	6.38	6.99	8.74	6.54	7.16	100.0
NPK	8.89	10.69	8.22	5.86	8.42	117.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	7.40	7.24	5.69	6.66	6.75	94.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	8.97	6.57	9.51	7.00	8.01	111.9
					7.59	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	5.55	5.27	6.43	7.89	6.29	100.0
NPK	7.18	5.54	4.78	4.81	5.58	88.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	7.33	8.18	9.05	5.37	7.48	118.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	9.98	7.8	5.41	10.90	8.52	135.5
					6.97	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	8.25	9.30	9.95	7.04	8.64	100.0
NPK	9.80	8.33	5.17	5.30	7.15	82.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	12.95	10.79	8.89	7.94	10.14	117.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	8.69	7.40	11.24	9.25	9.15	105.9
					8.77	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	11.847	3.949	2.26	NS
Variedad (V)	2	26.843	13.422	7.70	*
Error (a)	6	10.464	1.744	0.61	
Nivel Nutricional (T)	3	17.236	5.745	2.00	NS
Interacción VxT	6	28.701	4.784	1.66	NS
Error (b)	27	77.636	2.875		
Total	47	172.727			
C.V.(%)		21.816			

**ANEXO 15: MATERIA SECA DE PANCA (g/planta)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	12.38	11.44	12.25	12.14	12.05	100.0
NPK	9.92	10.15	16.39	11.09	11.89	98.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	12.25	19.35	21.83	15.15	17.15	142.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	19.63	12.35	18.29	7.21	14.37	119.3
					13.87	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	11.53	11.24	16.32	15.29	13.60	100.0
NPK	14.92	12.04	12.12	13.83	13.23	97.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	12.73	16.54	14.73	11.45	13.86	101.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	10.38	11.15	9.32	12.03	10.72	78.8
					12.85	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	12.72	10.57	13.37	12.81	12.37	100.0
NPK	24.38	22.70	22.88	16.17	21.53	174.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	16.76	14.27	14.01	13.47	14.63	118.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	12.89	20.86	14.24	13.66	15.41	124.6
					15.99	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	41.609	13.870	1.59	NS
Variedad (V)	2	81.841	40.921	4.68	NS
Error (a)	6	52.457	8.743	1.05	
Nivel Nutricional (T)	3	67.967	22.656	2.73	NS
Interacción VxT	6	214.034	35.672	4.30	**
Error (b)	27	223.849	8.291		
Total	47	681.757			
C.V.(%)		20.230			

**ANEXO 16: MATERIA SECA DE MAZORCA (g/planta)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	68.41	86.44	87.11	87.63	82.40	100.0
NPK	68.52	80.22	110.58	134.48	98.54	119.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	71.76	93.62	134.47	94.04	98.47	119.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	90.08	77.51	93.53	89.53	87.66	106.4
					91.77	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	91.84	80.31	77.09	144.39	98.41	100.0
NPK	93.78	98.36	79.87	138.12	102.53	104.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	84.86	82.85	88.33	81.58	84.40	85.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	71.00	74.18	75.09	89.06	77.33	78.6
					90.67	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	62.76	92.10	108.76	99.03	90.66	100.0
NPK	98.07	91.99	103.80	125.65	104.88	115.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	101.47	97.98	104.43	126.49	107.59	118.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	86.26	94.32	94.25	122.85	99.42	109.7
					100.64	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	5685.684	1895.228	5.95	*
Variedad (V)	2	957.925	478.962	1.50	NS
Error (a)	6	1910.173	318.362	1.52	
Nivel Nutricional (T)	3	1409.027	469.676	2.24	NS
Interacción VxT	6	1708.247	284.708	1.36	NS
Error (b)	27	5665.857	209.847		
Total	47	17336.912			
C.V.(%)	15.353				

**ANEXO 17: RENDIMIENTO TOTAL (Kg/ha)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	4495.3	4916.7	6260.2	5443.2	5278.8	100.0
NPK	6143.9	5225.4	6237.4	6968.8	6143.9	116.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	4502.6	5554.5	8459.2	5079.3	5898.9	111.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	6292.0	6321.6	7166.8	5236.7	6254.3	118.5
					5894.0	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	6295.7	5446.7	6187.4	8833.7	6690.9	100.0
NPK	6327.2	8302.7	6017.7	8209.9	7214.3	107.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	6697.2	7144.3	7758.7	7988.7	7397.2	110.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	5980.8	6965.2	7108.1	10855.8	7727.5	115.5
					7257.5	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	6234.1	7700.2	9100.5	9579.2	8153.5	100.0
NPK	9521.6	10824.6	11204.6	11747.6	10824.6	132.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	10723.8	10838.1	9057.1	12276.1	10723.8	131.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	9974.9	9813.9	10972.7	11139.5	10475.3	128.5
					10044.3	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	18778209.300	6259403.100	2.72	NS
Variedad (V)	2	143202281.100	71601140.600	31.15	**
Error (a)	6	13793502.000	2298917.000	2.62	
Nivel Nutricional (T)	3	16913001.400	5637667.100	6.41	**
Interacción VxT	6	6948555.600	1158092.600	1.32	NS
Error (b)	27	23736154.000	879116.800		
Total	47	223371703.400			
C.V.(%)		12.127			

**ANEXO 18: RENDIMIENTO COMERCIAL (kg/ha)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	3781.8	3461.5	4634.1	3445.9	3830.8	100.0
NPK	4071.1	4117.0	4082.3	4013.9	4071.1	106.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	3132.9	4538.0	5341.1	4021.4	4258.3	111.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	5289.7	5523.5	6297.0	4452.8	5390.7	140.72
					4387.7	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	5495.6	4288.3	5320.6	5945.1	5262.4	100.0
NPK	4293.8	6668.6	5061.9	6856.8	5720.3	108.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	5184.6	6040.9	6102.5	6258.3	5896.6	112.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	4806.4	5985.0	6097.8	7216.0	6026.3	114.5
					5726.4	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	4119.9	5997.8	6552.1	7753.7	6105.9	100.0
NPK	8401.4	9577.7	9555.9	10775.9	9577.7	156.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	8721.2	9604.4	7667.9	8891.3	8721.2	142.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	7952.2	7867.2	9028.7	8550.8	8349.7	136.7
					8188.6	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	7891154.900	2630385.000	2.54	NS
Variedad (V)	2	118940228.900	59470114.400	57.34	**
Error (a)	6	6223289.600	1037214.900	2.09	
Nivel Nutricional (T)	3	17655760.600	5885253.500	11.89	**
Interacción VxT	6	15722122.000	2620353.700	5.29	**
Error (b)	27	13369628.200	495171.400		
Total	47	179802184.200			
C.V.(%)		11.534			

## ANEXO 19: RENDIMIENTO DE PRIMERA (Kg/ha)

### V1 = INIA 601

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	2986.6	2821.6	3929.7	1630.8	2842.2	100.0
NPK	2627.8	3373.9	2521.5	1988.1	2627.8	92.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1821.2	3135.8	2747.0	2945.9	2662.5	93.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	3220.6	4298.4	4391.8	3292.7	3800.9	133.8
					2983.4	

### V2 = INIA 615

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	2515.9	3119.9	4165.2	3085.6	3221.6	100.0
NPK	1967.1	4030.7	3877.8	4194.8	3517.6	109.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	3026.6	3945.1	4488.2	4424.5	3971.1	123.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	2427.9	3673.5	2794.2	3259.1	3038.7	94.3
					3437.3	

### V3 = PMV 581

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1230.9	3901.0	3804.3	3266.2	3050.6	100.0
NPK	6184.9	5957.2	6536.6	5150.1	5957.2	195.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	5152.5	6951.2	3744.6	4761.8	5152.5	168.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	4333.5	5610.9	6671.0	5889.1	5626.1	184.4
					4946.6	

### Análisis de variancia (ANVA)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	9363588.220	3121196.070	7.23	*
Variedad (V)	2	33806118.650	16903059.320	39.18	**
Error (a)	6	2588574.060	431429.010	0.79	
Nivel Nutricional (T)	3	9330626.220	3110208.740	5.70	**
Interacción VxT	6	16808259.070	2801376.510	5.14	**
Error (b)	27	14720580.540	545206.690		
Total	47	86617746.760			
C.V.(%)		19.487			

**ANEXO 20: RENDIMIENTO DE SEGUNDA (Kg/ha)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	795.2	640.0	704.4	1815.0	988.6	100,0
NPK	1443.2	743.1	1560.8	2025.8	144.,2	146,0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1311.7	1402.2	2594.2	1075.5	159.9	161,5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	2069.1	1225.1	1905.1	1160.1	1589.9	160,8
					1404.4	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	2979.7	1168.5	1155.4	2859.5	2040.8	100.0
NPK	2326.7	2638.0	1184.2	2662.0	2202.7	107.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2158.0	2095.9	1614.3	1833.8	1925.5	94.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	2378.5	2311.5	3303.7	3956.9	2987.7	146.4
					2289.2	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	2889.0	2096.8	2747.9	4487.5	3055.3	100.0
NPK	2216.5	3620.5	3019.3	5625.8	3620.5	118.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	3568.7	2653.2	3923.3	4129.5	3568.7	116.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	3618.6	2256.3	2357.6	2661.8	2723.7	89.1
					3242.1	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	5802850.450	1934283.480	3.63	NS
Variedad (V)	2	27026924.560	13513462.280	25.36	**
Error (a)	6	3197555.250	532925.880	1.08	
Nivel Nutricional (T)	3	1321201.380	440400.460	0.90	NS
Interacción VxT	6	4632164.580	772027.430	1.57	NS
Error (b)	27	13285347.330	492049.900		
Total	47	55266043.550			
C.V.(%)	30.342				

**ANEXO 21: RENDIMIENTO DE TERCERA (Kg/ha)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	713.5	1455.2	1626.0	1997.3	1448.0	100.0
NPK	2072.8	1108.3	2155.1	2954.9	2072.8	143.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1369.7	1016.5	3118.1	1058.0	1640.6	113.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1002.3	798.1	869.9	784.0	863.6	59.6
					1506.3	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	800.1	1158.3	866.8	2888.6	1428.4	100.0
NPK	2033.4	1634.0	955.8	1353.1	1494.1	104.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1512.7	1103.4	1656.2	1730.4	1500.7	105.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1174.4	980.2	1010.3	3639.8	1701.2	119.1
					1531.1	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	2114.2	1702.4	2548.3	1825.6	2047.6	100.0
NPK	1120.2	1246.9	1648.7	971.8	1246.9	60.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2002.6	1233.7	1389.3	3384.7	2002.6	97.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	2022.7	1946.6	1944.1	2588.7	2125.5	103.8
					1855.7	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	4306042.472	1435347.491	3.39	NS
Variedad (V)	2	1216302.885	608151.442	1.44	NS
Error (a)	6	2540167.638	423361.273	1.00	
Nivel Nutricional (T)	3	148342.431	49447.477	0.12	NS
Interacción VxT	6	5047767.535	841294.589	1.99	NS
Error (b)	27	11404601.330	422392.640		
Total	47	24663224.290			
C.V.(%)	39.848				

## ANEXO 22: N° DE PLANTAS POR METRO CUADRADO

### V1 = INIA 601

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	5.33	6.86	6.48	5.71	6.10	100.0
NPK	4.57	6.86	6.48	6.48	6.10	100.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	6.48	5.71	6.10	6.86	6.29	103.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	6.10	6.86	6.48	5.71	6.29	103.1
					6.20	

### V2 = INIA 615

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	6.10	6.86	6.86	6.86	6.67	100.0
NPK	6.48	6.86	6.10	6.86	6.58	98.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	6.48	6.86	6.48	5.71	6.38	95.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	6.48	6.48	6.48	6.10	6.39	95.8
					6.53	

### V3 = PMV 581

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	6.86	6.86	6.86	6.48	6.77	100.0
NPK	6.48	6.10	6.48	6.86	6.48	95.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	6.86	6.48	5.71	6.48	6.38	94.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	6.48	6.86	6.48	6.48	6.58	97.2
					6.58	

### Análisis de variancia (ANVA)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	1.040	0.347	1.33	NS
Variedad (V)	2	1.215	0.608	2.33	NS
Error (a)	6	1.562	0.260	1.10	
Nivel Nutricional (T)	3	0.169	0.056	0.24	NS
Interacción VxT	6	0.542	0.090	0.38	NS
Error (b)	27	6.382	0.236		
Total	47	10.910			
C.V.(%)	7.578				

## ANEXO 23: N° DE MAZORCAS POR PLANTA

### V1 = INIA 601

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.14	1.17	1.12	1.20	1.16	100.0
NPK	1.08	0.94	1.41	0.88	1.08	93.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.24	1.13	1.06	0.89	1.08	93.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.25	1.22	1.06	0.93	1.12	96.6
					1.11	

### V2 = INIA 615

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.31	1.06	1.00	1.00	1.09	100.0
NPK	1.24	1.39	1.13	0.94	1.18	108.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.47	1.28	1.29	1.40	1.36	124.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.24	1.29	1.35	1.38	1.32	121.1
					1.24	

### V3 = PMV 581

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1.44	1.28	1.11	1.00	1.21	100.0
NPK	1.29	1.19	1.41	1.22	1.28	105.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1.28	1.29	1.53	1.41	1.38	114.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1.41	1.72	1.59	1.24	1.49	123.1
					1.34	

### Análisis de variancia (ANVA)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	0.178	0.059	6.49	*
Variedad (V)	2	0.427	0.214	23.38	**
Error (a)	6	0.055	0.009	0.42	
Nivel Nutricional (T)	3	0.198	0.066	3.00	*
Interacción VxT	6	0.184	0.031	1.39	NS
Error (b)	27	0.594	0.022		
Total	47	1.636			
C.V.(%)	12.090				

**ANEXO 24: PESO PROMEDIO DE MAZORCA AL 14 % DE HUMEDAD (g)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	112.17	110.94	119.74	108.88	112.93	100.0
NPK	105.49	110.77	115.40	143.70	116.74	103.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	95.80	88.91	156.82	112.49	118.97	105.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	114.91	126.54	122.97	109.05	118.37	104.8
					116.75	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	95.35	95.97	99.22	112.16	100.68	100.0
NPK	102.48	100.95	104.03	157.05	116.13	115.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	107.81	113.97	109.24	105.21	109.06	108.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	128.73	91.83	115.04	155.39	122.75	121.9
					112.16	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	96.80	103.25	140.84	144.64	121.38	100.0
NPK	112.79	113.18	120.74	172.65	129.84	107.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	99.31	108.58	100.15	146.91	113.74	93.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	136.67	114.87	107.74	159.76	129.76	106.9
					123.68	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	6228.869	2076.290	4.19	NS
Variedad (V)	2	1106.048	553.024	1.12	NS
Error (a)	6	2970.087	495.014	1.96	
Nivel Nutricional (T)	3	1407.818	469.273	1.86	NS
Interacción VxT	6	502.918	83.820	0.33	NS
Error (b)	27	6813.662	252.358		
Total	47	19029.402			
C.V.(%)	13.549				

**ANEXO 25: LONGITUD DE LA MAZORCA (cm)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	13.00	14.50	14.50	14.40	14.10	100.0
NPK	14.50	11.50	13.50	13.60	13.28	94.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	14.10	13.60	13.00	13.40	13.53	96.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	16.10	11.80	14.30	14.50	14.18	100.6
					13.78	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	13.80	14.20	11.60	15.30	13.73	100.0
NPK	15.30	14.10	11.90	13.30	13.65	99.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	14.60	12.10	13.50	12.90	13.28	96.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	13.30	12.90	12.60	13.90	13.18	96.0
					13.48	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	13.90	14.60	13.10	13.40	13.75	100.0
NPK	15.80	13.60	14.40	13.30	14.28	103.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	14.60	14.80	16.50	13.20	14.78	107.5
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	15.30	14.60	13.80	14.00	14.43	105.0
					14.33	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	7.837	2.612	1.67	NS
Variedad (V)	2	5.915	2.958	1.89	NS
Error (a)	6	9.408	1.568	1.47	
Nivel Nutricional (T)	3	0.231	0.077	0.07	NS
Interacción VxT	6	5.145	0.858	0.80	NS
Error (b)	27	28.782	1.066		
Total	47	57.318			
C.V.(%)	7.458				

## ANEXO 26: DIAMETRO DE LA MAZORCA (cm)

### V1 = INIA 601

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	4.55	4.94	4.06	4.22	4.44	100.0
NPK	4.67	5.10	4.81	5.06	4.91	110.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	4.55	4.89	5.07	5.03	4.89	110.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	4.72	4.67	4.80	4.62	4.70	105.9
					4.74	

### V2 = INIA 615

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	5.05	4.89	4.04	4.99	4.74	100.0
NPK	4.68	4.63	4.86	5.00	4.79	101.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	4.86	4.98	4.98	4.76	4.90	103.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	4.78	4.85	4.65	5.34	4.91	103.6
					4.84	

### V3 = PMV 581

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	4.31	5.00	4.49	4.83	4.66	100.0
NPK	5.15	5.03	5.31	4.73	5.06	108.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	4.87	4.84	4.97	4.86	4.89	104.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	4.75	4.75	5.12	4.78	4.85	104.1
					4.87	

### Análisis de variancia (ANVA)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	0.158	0.053	0.75	NS
Variedad (V)	2	0.142	0.071	1.01	NS
Error (a)	6	0.422	0.070	1.03	
Nivel Nutricional (T)	3	0.678	0.226	3.32	*
Interacción VxT	6	0.275	0.046	0.68	NS
Error (b)	27	1.835	0.068		
Total	47	3.510			
C.V.(%)	5.420				

**ANEXO 27: PESO SECO DE 100 SEMILLAS (g)****V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	48.12	42.86	43.05	39.18	43.30	100.0
NPK	37.84	41.71	46.80	45.26	42.90	99.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	42.50	46.15	47.05	51.64	46.84	108.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	31.28	41.76	42.66	41.51	44.30	102.3
					44.34	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	44.69	42.30	40.14	54.97	45.53	100.0
NPK	42.20	47.50	48.10	47.45	45.86	100.7
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	50.55	58.10	46.26	49.07	51.00	112.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	37.39	43.82	41.81	43.30	41.58	91.3
					45.99	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	35.28	38.10	40.96	44.05	39.60	100.0
NPK	45.92	48.01	40.85	45.88	45.17	114.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	47.03	50.53	40.03	43.08	45.17	114.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	38.62	39.87	42.62	42.99	41.03	103.6
					42.74	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	111.823	37.274	3.97	NS
Variedad (V)	2	109.571	54.786	5.84	*
Error (a)	6	56.273	9.379	0.56	
Nivel Nutricional (T)	3	321.637	107.212	6.43	**
Interacción VxT	6	69.593	11.599	0.70	NS
Error (b)	27	450.473	16.684		
Total	47	1119.370			
C.V.(%)	9.288				

**ANEXO 28: CONTENIDO DE ANTOCIANINAS (mg de antocianina/100 g de grano molido)**

**V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	210	297	405	448	340	100.0
NPK	288	139	209	182	205	60.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	282	323	291	396	323	95.0
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	290	303	342	216	288	84.7
					289	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	265	132	127	239	191	100.0
NPK	332	146	199	240	229	119.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	123	206	186	274	197	103.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	117	133	228	238	179	93.7
					199	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	150	157	269	250	207	100.0
NPK	150	130	210	142	158	76.3
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	208	230	181	275	224	108.2
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	143	167	298	318	232	112.1
					205	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	36826.500	12275.500	5.58	*
Variedad (V)	2	80716.542	40358.271	18.34	**
Error (a)	6	13202.125	2200.354	0.52	
Nivel Nutricional (T)	3	19750.000	6583.333	1.56	NS
Interacción VxT	6	42412.125	7068.688	1.67	NS
Error (b)	27	113972.375	4221.199		
Total	47	306879.667			
C.V.(%)	28.136				

**ANEXO 29: CONTENIDO DE ANTOCIANINAS (mg de antocianina/100 g de coronta molida)**

**V1 = INIA 601**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	2 932	1 519	2 276	1 364	2 023	100.0
NPK	2 547	1 909	2 418	2 036	2 228	110.1
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	2 284	2 330	2 533	2 718	2 466	121.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	1 883	1 827	1 324	1 975	2 752	136.0
					2 117	

**V2 = INIA 615**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	1 219	1 290	1 354	1 013	1 219	100.0
NPK	1 109	1 482	1 369	1 275	1 309	107.4
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1 373	1 273	1 096	1 073	1 204	98.8
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	977	1 073	835	1 089	994	81.5
					1 182	

**V3 = PMV 581**

Niveles nutricionales (kg/ha)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Promedio	%
Testigo	809	1 400	1 479	1 873	1 390	100.0
NPK	1 863	997	1 374	1 863	1 524	109.6
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)	1 644	1 369	1 522	1 186	1 430	102.9
NPK+(Ca,Fe,Mn,Zn)+ MO	855	911	1 116	1 232	1 029	74.0
					1 406	

**Análisis de variancia (ANVA)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	Significación
Bloque	3	191974.500	63991.500	0.52	NS
Variedad (V)	2	8006004.125	4003002.062	32.75	**
Error (a)	6	733353.875	122225.646	1.15	
Nivel Nutricional (T)	3	1517633.500	505877.833	4.76	**
Interacción VxT	6	366988.375	61164.729	0.58	NS
Error (b)	27	2867858.630	106216.990		
Total	47	13683813.000			
C.V.(%)		21.064			

## ANEXO 30: COSTOS DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE MAIZ MORADO

### Módulo de riego

TC: US \$ 1.00 = S/ 3.25

#### Detalle

Área 100 x 100	= 10 000 m <sup>2</sup>
Distanciamiento entre laterales	= 1.20 m
Número de laterales	= 84
Longitud del lateral de riego	= 100 m
Longitud total de la cinta de riego	= 8 400 m
Duración del equipo de riego	= 5 años

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (ha)	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Manguera PE 16 mm	m	8 400	0.1	840.00
Goteros Kattif (2,3 l/h)	Unidad	28 056	0.07	1 964.00
Contometro 1 ½ plg.	Unidad	1	50.5	50.50
Válvulas 1 ½ plg.	Unidad	2	10	20.00
Conector inicial y empaque de 16 mm	Unidad	63	0.22	13.86
Tubería de conducción de PVC 3 plg.	m	100	2,5	250.00
Tubería de alimentación de PVC de 2 ½ plg.	m	200	1,3	260.00
Conector de manguera de 16 mm.	Unidad	80	0,12	9.60
Terminal de línea de 16 mm.	Unidad	80	0.12	9.60
Manómetro	Unidad	1	17	17.00
Venturí 1 ½ plg.	Unidad	1	115	115.00
Filtro de malla 2 ½ plg.	Unidad	1	45	45.00
Costo de instalación	Unidad	1	300	300.00
<b>Total</b>				<b>3 894.56</b>

#### Presupuesto de depreciación – amortización

- Sistema de riego	: 3 894.56
- 1 año	: 778.91
- Campaña (6 meses)	: 389.50

### Costos de producción por hectárea para el cultivo de maíz morado

Jornal : S/ 30 soles

Tracción mecánica : S/ 60 soles

Costo de producción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				

#### (A) Gastos de cultivo

<b>Preparación del terreno</b>				
Aradura	hora- maq.	2	60.00	120.00
Gradeo y nivelación	hora- maq.	2	60.00	120.00
Surcado	hora- maq.	2	60.00	120.00
<b>Subtotal</b>				<b>360.00</b>
<b>Mano de obra</b>				
Tendido de cinta de riego	jornal	2	30.00	60.00
Despaje	jornal	3	30.00	90.00
Siembra	jornal	4	30.00	120.00
Resiembra	jornal	1	30.00	30.00
Desahíje	jornal	2	30.00	60.00
Aporque	jornal	9	30.00	270.00
Riego y fertirrigación	jornal	8	30.00	240.00
Deshierbo	jornal	6	30.00	180.00
Control fitosanitario	jornal	15	30.00	450.00
Cosecha (corte, despanque y selección)	jornal	15	30.00	450.00
<b>Subtotal</b>				<b>1 950.00</b>

#### (B) Gastos especiales: Insumos

<b>Insumos</b>				
Semilla	kg	50	10.00	500.00
Pesticidas				250.00
Costales x 50 kg	unidad	100	0.98	98.00
Agua de riego	m <sup>3</sup>	3 300.9	0.11	363.10
Costo del sistema de riego	unidad	1	1 265.88	1 265.88
<b>Subtotal</b>				<b>2 476.98</b>

**(A) Gastos especiales: Fertilizantes- compost**

INSUMOS	T <sub>0</sub>		T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>		T <sub>3</sub>	
	Cantidad (kg/ha)	Costo (S/)	Cantidad (kg/ha)	Costo (S/)	Cantidad (kg/ha)	Costo (S/)	Cantidad (kg/ha)	Costo (S/)
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	0.0	0.00	371.0	445.20	228.7	274.40	228.7	274.40
FMA	0.0	0.00	131.1	288.40	131.1	288.40	131.1	288.40
SO <sub>4</sub> K <sub>2</sub>	0.0	0.00	280.0	700.00	280.0	700.00	280.0	700.00
(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ca	0.0	0.00	0.0	0.00	307.7	369.20	307.7	369.20
SO <sub>4</sub> Fe	0.0	0.00	0.0	0.00	12.0	28.80	12.0	28.80
SO <sub>4</sub> Mn	0.0	0.00	0.0	0.00	8.0	19.20	8.0	19.20
SO <sub>4</sub> Zn	0.0	0.00	0.0	0.00	6.0	13.20	6.0	13.20
Compost (t/ha)	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	10.0	700.00
<b>Costo S/</b>		<b>0.00</b>		<b>1 433.6</b>		<b>1 494.8</b>		<b>2393.2</b>

**TOTALCOSTOS DIRECTOS**

Tratamientos	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
S/	<b>4 786.98</b>	<b>6 220.58</b>	<b>6 281.78</b>	<b>7 180.18</b>

**COSTOS INDIRECTOS (S/)**

Leyes sociales (46.2 % de la mano de obra)	<b>900.90</b>			
Gastos administrativos (5 % del costo directo)				
Tratamientos	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
S/	<b>239.35</b>	<b>311.03</b>	<b>314.09</b>	<b>359.01</b>
Imprevistos (5% del costo directo)				
S/	<b>239.35</b>	<b>311.03</b>	<b>314.09</b>	<b>359.01</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				
S/	<b>1 379.60</b>	<b>1 522.96</b>	<b>1 529.08</b>	<b>1 618.92</b>

**TOTAL, GENERAL**

Tratamientos	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
S/	<b>6 166.58</b>	<b>7 743.54</b>	<b>7 810.86</b>	<b>8 799.10</b>