



## Efecto del riego por goteo en el rendimiento y contenido de antocianinas en cultivares de maíz morado (*Zea mays* L.)

### Effect of drip irrigation on the performance and content of anthocyanins in purple corn cultivars (*Zea mays* L.)

Henry Briceño Y.\*; Luisa M. Alvarez B.; Agustina Valverde R.

Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Av. Universitaria N°601-Huánuco, Perú.

\*Autor correspondiente: [hbriceno@unheval.edu.pe](mailto:hbriceno@unheval.edu.pe) (H. Briceño).

ID ORCID de los autores:

H. Briceño  <https://orcid.org/0000-0002-0629-3014>

L. M. Alvarez  <https://orcid.org/0000-0001-6961-9870>

A. Valverde  <https://orcid.org/0000-0003-1522-4827>

---

#### RESUMEN

En condiciones de cambio climático, el uso óptimo del recurso hídrico y adecuado manejo agronómico, tienen como propósito incrementar el rendimiento y calidad de las cosechas, en tal sentido, el objetivo del ensayo fue evaluar el efecto de tres caudales hídricos suministrados por goteo ( $C1-1,6 \text{ LH}^{-1}$ ;  $C2-1,4\text{LH}^{-1}$  y  $C3-1,2 \text{ LH}^{-1}$ ); en el rendimiento y contenido de antocianinas en cultivares de maíz morado (V1:PMV-581; V2:MMMejorado y V3:MMComun). Se utilizó el DBCA con factorial. Los resultados para diámetro de mazorcas reportaron que las interacciones  $C1 \times V2$  y  $C1 \times V1$ , registraron promedios de 4,83 y 4,77 cm respectivamente; para peso de mazorcas por área neta con la interacción  $C1 \times V1$  se obtuvo el mayor promedio de 4,78 kg, y asimismo un rendimiento equivalente a  $11\,950 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Mayor contenido de antocianinas se obtuvo con la interacción  $C1 \times V1$  con  $88,71 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ; y con la  $C2 \times V1$  se obtuvo  $74,95 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Se concluye que la interacción  $C1 \times V1$  denota el mayor rendimiento por hectárea, así como el mayor contenido de antocianinas.

**Palabras clave:** Maíz morado; caudal de riego; rendimiento; antocianina

#### ABSTRACT

The optimal use of water resources in a drip irrigation system, under conditions of climate change and adequate agronomic management, are intended to increase the yield and quality of crops, in this sense the objective of the trial was to evaluate the effect of three flows drip supplied water ( $C1-1.6 \text{ LH}^{-1}$ ;  $C2-1.4\text{LH}^{-1}$  and  $C3-1.2 \text{ L H}^{-1}$ ); in the yield and content of anthocyanins in purple corn cultivars (V1:PMV-581; V2:MMMejorado and V3:MMComun). DBCA with factorial was used. The results for the variable diameter of ears reported that the interactions  $C1 \times V2$  and  $C1 \times V1$ , registered averages of 4.83 and 4.77 cm respectively; The highest average of 4.78 kg was obtained for the weight of ears per net area with the  $C1 \times V1$  interaction, and also a yield equivalent to  $11\,950 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . The highest anthocyanin content was obtained with the  $C1 \times V1$  interaction with  $88.71 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ; and with the  $C2 \times V1$  interaction, an average of  $74.95 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  was obtained. It is concluded that the  $C1 \times V1$  interaction denoted the highest yield per hectare as well as the highest anthocyanin content.

**Keywords:** Purple corn; irrigation flow; yield; anthocyanin.

---

Recibido: 26-07-2020.

Aceptado: 29-08-2020.

## INTRODUCCIÓN

El maíz morado se cultiva en el Perú entre los 1 200 a 4000 m.s.n.m desde épocas prehispánicas, era conocido como oro, sara o kulli sara (Ortiz, 2013). El mismo que se ha posicionado en el mercado internacional por su alto contenido de antocianinas, que es un pigmento natural. La producción nacional de este maíz, se localiza en 08 departamentos y el 80% de la producción se concentra en Lima, Huánuco, Ancash y La Libertad (Quispe, 2017). En los valles interandinos el cultivo de maíz morado se encuentra limitado mayormente por la topografía del terreno, que repercute en la productividad, actualmente el desarrollo de la agricultura de riego se enfrenta a problemas generados por el uso y manejo indiscriminado de los recursos hídricos y edáficos (Hurtado, 2003). A nivel regional, Huánuco cuenta con zonas aptas para el cultivo del maíz morado por las condiciones agroecológicas que presenta, tal es así que los Valles de los ríos Higuera y Huallaga, permiten que el cultivo de maíz morado se pueda manejar durante todo el año. El maíz morado es el mejor sustituto para colorantes alimenticios artificiales (Guillén *et al.*, 2014). La gran variedad de colores, matices y tintes que ocurren en la naturaleza, son el resultado de cierto número de factores, como a pH bajo esos pigmentos son rojos, el matiz puede ser diferente. Así, a pH alto las antocianinas pasan a través de un color violeta hasta alcanzar un color azul; y valores muy altos de pH, hay un viraje a verde y luego a amarillo. Fernández (1995). El interés en el estudio del maíz morado deriva del aprovechamiento de la antocianina para fines de la industria de los alimentos (Sevilla y Valdez, 1985). El color de las antocianinas resulta de la excitación de la molécula por la luz visible (Fennema, 2000). El color y la estabilidad de las antocianinas depende de varios factores como el pH, temperatura, intensidad y tipo de luz, presencia de copigmentos, iones metálicos, enzimas, oxígeno, ácido ascórbico, azúcares y sus productos de degradación y dióxido de sulfuro, entre otros. El nivel de antocianina en la tusa del maíz morado depende de la  $T^{\circ}$  y el tiempo de extracción en laboratorio, alcanzando valores 46,534 mg de antocianina /g de muestra (Gorriti, 2009). La característica estructural propia de la antocianina favorece en gran medida la estabilidad a los cambios de pH,  $T^{\circ}$  y a la exposición de luz (Stanciu, 2011). La antocianina es una fuente potencial de colorante natural. Las antocianinas se encuentran en toda la estructura de la planta y en mayor proporción en los frutos, siendo los granos y la tusa de color morado (Gorriti *et al.*, 2009). La cáscara del maíz morado contiene aproximadamente 10 veces más antocianinas que otras plantas (Salinas *et al.*, 2013). Pinedo *et al.* (2017) indican que con la variedad INIA-615 Negro se obtuvieron un rendimiento de 3,67 t.ha<sup>-1</sup>, y con la variedad PMV-581 2,78 t.ha<sup>-1</sup>. Con relación al contenido de antocianinas no encontraron significancia entre las variedades, siendo ambos estadísticamente iguales, siendo mayor en el contenido de antocianina la variedad

Negro Canaán con 1.82 frente a 1,69 de la variedad PMV-581 en mg/100g de cianidina-3-glucósido.

Trabajos realizados sobre el contenido de antocianina y rendimiento en Huánuco, concluyen lo siguiente: que con la dosis de 140N - 100P - 102K - 44Mg - 36S (T3) obtuvo una mayor concentración de la antocianina en la tusa y el grano siendo 1 122,17 y 92,40 mg.L<sup>-1</sup> respectivamente, así como también los mejores resultados en número de granos por mazorcas (27,28 granos en 11,00 hileras); la longitud y diámetro de mazorcas fue de 17,19 cm y 4,80 cm respectivamente, y que el peso de las mazorcas en promedio fue de 5859,38 kg.ha<sup>-1</sup> (Simón, 2014). Los resultados reportados por Soto (2017) evidencian, mayor contenido de antocianina en las muestras de maíz morado de la localidad de Winchuspata - Panao, con 684 mg/100 g, seguido por Marabamba - Huánuco con 623,54 mg/100 g y Pistaloli - Monzón con 603,65 mg/100 g. Garay (2013) obtuvo 112,6; 104,3 y 102,2 mg de cianidina 3-glucósido/100 g de muestra de coronta de maíz morado. Meza (2010) al efectuar la extracción y cuantificación de antocianinas mediante el método de pH diferencial determinó que la mayor concentración de antocianinas se obtuvo en la variedad PVM-581 con 1856,08 ± 20,45 mg/100 g. Asimismo, concluye que los factores que inciden en la concentración de antocianinas son la pendiente del suelo, infiltración, altitud, temperatura y HR.

Se obtuvieron mayores rendimientos de antocianinas (40 y 48 kg de antocianina por ha) en poblaciones de planta pigmentada con o sin grano pigmentado a 118 días después de la siembra (dds), con una formulación de 80-60-00 y una densidad de 65 mil plantas<sup>-1</sup>. ha<sup>-1</sup> (Mendoza, 2012). El riego localizado influye en el desarrollo de las raíces (Santos *et al.*, 2010). El fertirriego, se da cuando los nutrientes diluidos son aplicados en forma de riego y se infiltra en el suelo donde ocurre la absorción radicular y no la foliar. La técnica ayuda a controlar fácilmente la dosis, concentración y la relación de fertilizantes en suelo (Nathan, 1995). El mayor rendimiento comercial se presenta a nivel de la lámina de riego promedio 4121 m<sup>3</sup>/ha (Cabrera, 2016). Alvarado (2015) reportó que el mayor rendimiento comercial se presenta a nivel de la lámina de riego 420 mm para la variedad PMV- 581 con 9459 kg.ha<sup>-1</sup>.

Se reporta rendimiento más alto con 17.58 t. ha<sup>-1</sup> en comparación con el testigo (cultivo tradicional) al evaluar el efecto de la fuente y dosis de N, riego por goteo y genotipos de maíz y otras variables (Aguilar, 2007). La dosis de fertilización óptima para el cultivo de Maíz Morado es de 200 - 100 - 100 donde se obtuvieron resultados de 4 938 kg.ha<sup>-1</sup> (Basilio, 1995).

Con el uso de fertirriego por goteo, se obtiene un efecto incremental en los rendimientos (López, 2015). Estudios realizados en el cultivar PMV-581 registraron el mayor número de mazorcas por planta con un promedio de 1,57 y en peso de mazorcas/área neta experimental, con un

promedio de  $X = 19,23$  kg y mayor contenido de antocianinas en el cultivar PMV-581, con  $1195,2$  mg.L<sup>-1</sup> en coronta y  $443,5$  mg. L<sup>-1</sup> en granos (Garay, 2015).

Con la fuente Urea se obtiene la mayor altura de inserción de mazorca con  $1,14$  m en promedio. (Evaristo, 2013). Quispe et al. (2011), en una evaluación de características químicas en maíz morado, indican que en la variedad PMV-581 con la dosis de  $230$  kg.N. ha<sup>-1</sup> y fuente nitrogenado Urea  $46\%$  obtuvieron  $20,595$  mg/g de antocianina en coronta.

Giménez (2012) concluye que las pérdidas de rendimiento en grano en el cultivo de maíz por estrés hídrico fueron de  $47$  y  $50\%$  del rendimiento

potencial. En el caso de la ocurrencia de deficiencias hídricas durante la etapa de llenado de grano la disminución del rendimiento varió entre  $29$  y  $31\%$ .

El desbalance nutricional está vinculado al estrés hídrico de los cultivos, ambos considerados como factores limitantes del rendimiento, son interactuantes, además dicha interacción es recíproca entre ambos factores, más aun, en condiciones actuales de cambio climático.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del caudal hídrico suministrado por goteo en el rendimiento y contenido de antocianina en maíz morado, bajo condiciones de MIP y fertirriego.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en una parcela de terreno del Centro de Investigación Frutícola Olerícola- de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, aproximadamente a un kilómetro de la ciudad de Huánuco y presenta la siguiente Posición geográfica: Latitud:  $09^{\circ} 58' 12''$  Longitud:  $76^{\circ} 15' 08''$  Altitud:  $1947$  msnm. Dicha parcela está dotada de un sistema de riego por goteo en tres caudales, presenta topografía plana, buen drenaje, suelo franco arenoso, pH de  $7,1$  y facilidad de acceso.

El diseño experimental fue en su forma de bloques completos al azar (DBCA), con arreglo factorial  $3 \times 3$ , con 3 repeticiones y 3 tratamientos, haciendo en total 9 unidades experimentales. Y se determinó la influencia de caudales de riego en el rendimiento de tres cultivares de maíz morado y contenido de antocianina bajo condiciones de fertirriego y MIP, los caudales de riego fueron C1- $1.6$  l.h<sup>-1</sup>, C2- $1.4$  l.h<sup>-1</sup>, y C3- $1.2$  l.h<sup>-1</sup> y las variedades en estudio fueron el V1-PMV 581, V2-maíz morado mejorado (MMM), V3-maíz morado común (MMC) respectivamente.

Antes de la siembra se instalaron las cintas de riego, a un distanciamiento de  $0,80$  m. Los emisores distribuidos cada  $0,40$  m y se demarcaron los bloques y las parcelas

experimentales. La siembra se realizó en forma manual con tres semillas/golpe al distanciamiento acorde con la distribución de los emisores de riego, el control de malezas se efectuó en forma manual con la ayuda de un azadón para evitar la competencia por agua, nutrientes, luz y espacio de las mismas. En el caso del fertirriego; el nivel utilizado fue de  $150-90-90$ , de NPK, y se inyectaron los fertilizantes necesarios, de acuerdo a las necesidades nutricionales del cultivo, de manera diluida juntamente con el agua de riego. Bajo riego por goteo se doto de agua (3 caudales) al cultivo de acuerdo a los tratamientos establecidos. La frecuencia de riego se programó dependiendo de la evapotranspiración del cultivo. El control de plagas y enfermedades se efectuó previa evaluación de la intensidad presentada en campo, y según las estrategias de MIP. La cosecha se realizó en forma manual, acorde con la identificación de los tratamientos respectivos. El contenido de antocianinas se determinó con el método de pH diferencial en el Laboratorio de Análisis por Instrumentación de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Se registraron los siguientes datos, número de mazorcas por planta, longitud y diámetro de mazorca, peso de mazorca y contenido de antocianina.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es evidente que en la interacción genotipo medio-ambiente son determinantes la nutrición y el recurso hídrico para que el cultivo exprese su potencial de rendimiento (Tabla 1), lo que se confirma para el rendimiento como contenido de antocianinas (Aguilar, 2007; Bosco, 2013; Cabrera, 2016; Nathan, 1995).

Asimismo, con los resultados obtenidos para los diferentes componentes rendimiento y contenido de antocianina se observa que el caudal hídrico aplicado al cultivo es determinante para lograr obtener rendimientos satisfactorios (Nathan,

1995, Aguilar, 2007; Cabrera, 2016) y que dichas características están influenciadas por dicha dotación, permitiendo a su vez una mayor expresión en valores promedio cuantificados para dichas variables.

La mayor longitud de mazorcas se obtuvo con la interacción C2( $1,4$  l.h<sup>-1</sup>)\*V1 (PMV-581) con promedio de  $16,57$  cm, seguida por C2 ( $1,4$  l.h<sup>-1</sup>)\*V2 (MMM) con  $15,96$  cm, y que la menor longitud promedio fue de  $11,12$  cm y se obtuvo con la interacción C3( $1,2$  l.h<sup>-1</sup>)\*V3(MMC).

**Tabla 1**  
ANVA para componentes de rendimiento y contenido de antocianina

ANVA	Lamina	variedad	Interacción
N° de mazorcas por planta	C2 (1,4 lh-1) 1,16*	V1(PMV-581) 1,16*	C2*V1 1,35*
N° de mazorcas por área neta	C2 (1,4 lh-1) 28,89*	V1(PMV-581) 27,44*	C2*V1 33,67*
Longitud de mazorca (cm)	C1 (1,6 lh-1.) 15,61*	V1(PMV-581) 14,80*	C1*V1 16,57*
Diámetro de mazorca (cm)	C1 (1,6 lh-1.) 4,74*	V1(PMV-581) 4,22*	C1*V2 4,83*
Peso de mazorca por área neta (kg)	C1(1,6 lh-1.) 4,40*	V2(MMM) 3,85*	C1*V1 4,78*
Rendimiento por hectárea (kg.ha <sup>-1</sup> )	C1 (1,6 lh-1.) 10988,89*	V2(MMM) 9616,67*	C1*V1 11950,00*
Contenido de antocianina (mg. L <sup>-1</sup> )	n.d.	n.d.	C1*V1 88,71*

\*= Significativo

n.d. = no determinado

**Tabla 2**  
Componentes de rendimiento y contenido de antocianina

TRATAMIENTOS	LM (cm)	DM (cm)	RDTO (kg/ha)	ANTOCIANINA (mg/L)
C2V1	16,57 a*	4,67 b	10616,67 c	74,95 b
C2V2	15,96 b	4,67 b	10383,33 d	25,83 f
C1V2	15,88 c	4,83 a*	11383,33 b	58,32 c
C1V3	15,70 d	4,63 b	9633,33 e	62,32 bc
C1V1	15,25 e	4,77 a*	11950,00 a*	88,71 a*
C2V3	13,83 f	4,03 c	7875,00 f	34,16 ef
C3V1	12,58 g	3,23 d	5875,00 i	33,34 ef
C3V2	11,26 h	3,00 f	7083,33 h	52,31 cd
C3V3	11,12 u	3,13 e	7541,67 g	40,11 de

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

\*= Significativo

La Tabla 2 presenta que la interacción de C2V1 fue altamente significativo con relación a la longitud media con 16,57 cm. En cuanto al diámetro (DM), rendimiento (RDTO) y contenido de antocianina la interacción C1V1 fue altamente significativo con 4,77 cm, 11950 kg.ha<sup>-1</sup> y 88,71 mg.L<sup>-1</sup>

En cuanto a los rendimientos la interacción V1(PMV-581)\*C1(1,6 lh-1) reporta 11950 kg.ha<sup>-1</sup>; seguida por la interacción C1\*V2 con promedio de 11383,33 kg.ha<sup>-1</sup>, superan los resultados obtenidos por Alvarado (2015) quien al estudiar tres láminas de riego obtuvo los siguientes rendimientos comerciales en la variedad PMV-581, con la lámina de riego aplicada de L1: 4,121m<sup>3</sup> obtuvo 7735,4 kg.ha<sup>-1</sup> de mazorcas, con un incremento del 47,7% respecto a la lámina de riego L3: 2,941m<sup>3</sup> (5236,8 kg.ha<sup>-1</sup>) y con una diferencia de 15,8% con respecto a la L2: 3530 m<sup>3</sup> (6682,1 kg.ha<sup>-1</sup>).

En cuanto peso promedio de mazorca fue la L1 con 148,5 g de mayor promedio y la que menos peso promedio de mazorca tuvo la L3 con 115,8 g; para el número de mazorcas/planta reporta en promedio de 1,25 mazorcas/planta en la variedad PMV-581; cabe destacar que este factor no obtuvo diferencias estadísticas entre las tres láminas distintas de riego estudiadas. Parecidos resultados obtienen Toruño y Flores (2013) en ensayos sobre el "Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y aplicación fraccionada del nitrógeno, sobre el cultivo del maíz" en su rendimiento de chilote con tres láminas de riego por goteo: 4,5 l de agua/m/día, 3,6 l de agua/m/día y 2,5 l de agua/m/día; la primera lámina indujo al mayor

rendimiento con una producción de 1 641,33 kg.ha<sup>-1</sup>.

Por su parte, Cabrera (2016) reporta resultados similares en su estudio sobre la respuesta de tres láminas de riego, L1: ETc = 420 mm, L2: ETc = 340 mm y L3: ETc = 260 mm por campaña, en el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de maíz morado; Var. PMV-581, Var. Cajamarca-INIA 601, Var. INIA 615 –negro canaan y Var. morado canteño. Entre sus resultados manifiesta que el mayor rendimiento comercial se dio por efecto de la lámina de riego aplicada L1: ETc = 420 mm/campaña, con 9182,5 kg.ha<sup>-1</sup>, con un requerimiento de riego de 4,667 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, asimismo el número de mazorcas por planta fue 1,05 y el peso promedio de mazorca fue 183,0 g. Finalmente, la concentración media de antocianinas fue de 717,2 mgA/100 g; con diferencias porcentuales de 15,0% respecto a la lámina de riego L2: ETc = 340 mm con 8080 kg.ha<sup>-1</sup> de mazorcas, con un requerimiento de riego de 3778 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, la concentración media de antocianinas fue de 622,7 mgA/100g, 15,2% menos que bajo las condiciones de L1. En las condiciones del régimen de riego impuesto por la Lámina L3: ETc = 260 mm/campaña, el rendimiento de mazorcas fue de 7013,2 kg.ha<sup>-1</sup>, con un requerimiento de riego de 2889 m<sup>3</sup>. ha<sup>-1</sup>, el número de mazorcas por planta fue 0,95 y el peso promedio de mazorca fue 151,8 g. Finalmente, la concentración media de antocianinas fue de 549,3 mgA/100 g, 30,5% menor que bajo L1. La variedad PMV 581, obtiene el rendimiento medio de mazorcas 9459 kg.ha<sup>-1</sup> en L1: ETc = 420 mm, de 7

942 kg. ha<sup>-1</sup>, en L2: ETC = 340 mm y de 7065 kg. ha<sup>-1</sup> en L3: ETC = 260 mm. En esta variedad, se presentan un número promedio de mazorcas por planta de 0,99; 1,02 y 0,88 y el peso promedio de mazorcas fue de 184,6 g, 144,5 g y 141,1 g, para L1, L2 y L3, respectivamente.

En la Figura 1 se aprecia que la interacción de C1\*V1, un efecto altamente significativo en cuanto a niveles de antocianina 88,71 mg.L<sup>-1</sup>, rendimiento 11,95 tn.ha<sup>-1</sup>, diámetro (DM) 4,77cm, longitud (LM) 15,25cm. Seguido por la interacción C2V1, antocianina 74,95 mg.L<sup>-1</sup>, rendimiento 10,61 tn.ha<sup>-1</sup>, diámetro medio (DM) 4,67cm, longitud media (LM) 16,57. Y la interacción C3(1,2 l.h<sup>-1</sup>)\*V3(MMC) presenta los rendimientos menores que las demás interacciones.

Al respecto, Alvarado (2015), probando el efecto de la lámina de riego y del nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado, encontró que el mayor rendimiento comercial se presentaba a nivel de la lámina de riego L1: 4121 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> con 7735,4 kg.ha<sup>-1</sup> de mazorcas con un incremento del 15.8% respecto a la lámina de riego L2: 3,530 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> y de 47.7% respecto de la lámina de riego L3: 2941m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.

Asimismo, se conoce que el agua es un factor limitante de la producción y que los rendimientos esperados se ven afectados y disminuyen, si el cultivo ha sido sometido deficiencias del recurso hídrico, Giménez (2012) lo que nos conlleva a afirmar que la dotación aplicada con el caudal C1, aporó el volumen necesario para obtener el mayor rendimiento y contenido de antocianina, en los cultivares utilizados en la investigación.

Respecto a las características de la mazorca, Poma (2007) no encontró diferencias estadísticas entre

los tratamientos para las variables largo de mazorca y diámetro de mazorca, reportando como promedio general de 14,1 cm de longitud de mazorca en maíz morado PMV-581, siendo menor a la longitud de las interacciones C2V1; C2V2; C1V2; C1V3; C1V1 con los que se obtuvieron promedios de 16,57; 15,96; 15,88; 15,70 y 15,25 cm en la presente investigación.

Tanto, Garay (2015), Evaristo (2013) y Simón (2014) en trabajos similares evaluaron y reportaron mayores contenidos de antocianina en coronta, valores que superan a los resultados obtenidos, asimismo, Soto (2017) y Meza (2010) reportan contenidos diferentes de antocianina, probablemente como resultado de la interacción genotipo medioambiente, lo cual determinaría dicha característica. Por su parte Mendoza (2012) indica que el momento en el que se obtuvieron los mayores rendimientos de antocianinas (40 y 48 kg de antocianina por ha) en las poblaciones de planta pigmentada con o sin grano pigmentado fue a 118 días después de la siembra (dds), con una formulación de 80-60-00 y una densidad de 65 mil plantas/ha. El promedio obtenido de 88,71 mg. L<sup>-1</sup> con la interacción C1V1 es mayor a los resultados registrados por Quispe et al. (2011) quienes indican que en maíz morado variedad PMV 581 con dosis de 230 kg.N.ha<sup>-1</sup> y fuente nitrogenado Urea 46% obtuvo 20,595 mg/g de antocianina en coronta.

Contrastando el mayor rendimiento y contenido de antocianina obtenidos con la interacción C1 (1,6 l.h<sup>-1</sup>)\* V1 (PMV-581) estos son superiores a los resultados obtenidos por Pinedo et al. (2017) quienes reportaron 2,78 t.ha<sup>-1</sup> y 1,69 mg/100 para la variedad PMV-581 respectivamente.

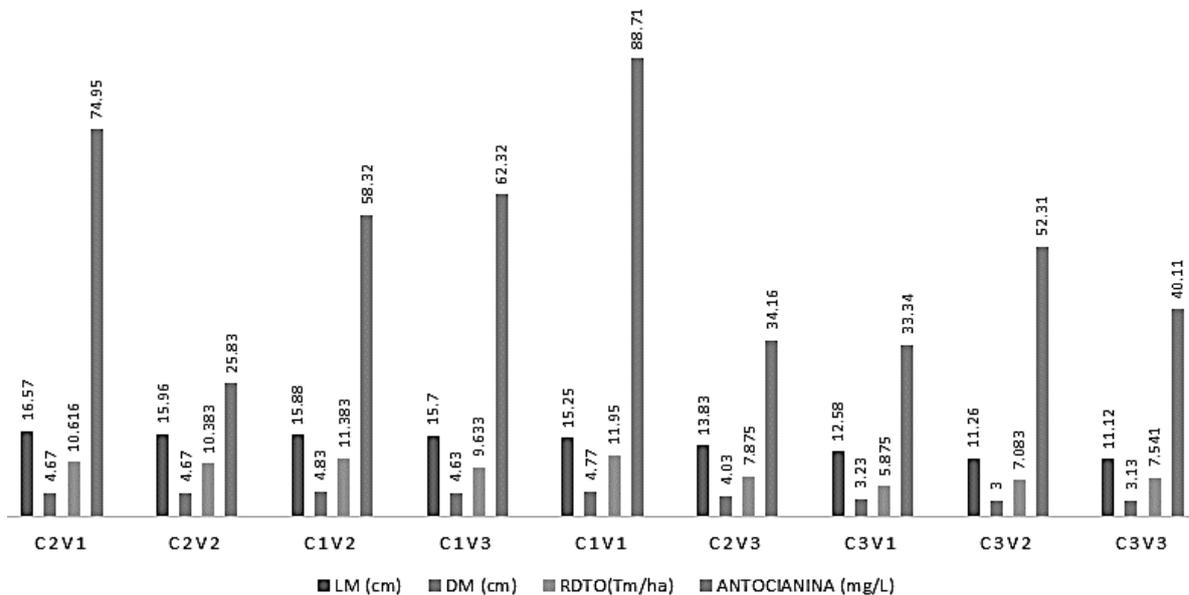


Figura 1. Componentes de rendimiento y contenido de antocianina.

### CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de la investigación en el cultivo de maíz morado, se aprecia que el rendimiento presenta diferencias significativas por efecto de las láminas de riego.

En el tratamiento C1 (1,6 l.h<sup>-1</sup>)\* V1 (PMV-581) se reportó el mayor rendimiento promedio con 11 950 kg.ha<sup>-1</sup>; seguida por la interacción C1\*V2 con promedio de 11 383,33 kg.ha<sup>-1</sup>, y el menor

rendimiento se determinó con la interacción C3\*V1 con una media de 5 875 kg.ha<sup>-1</sup>

El mayor peso de mazorcas por área neta experimental (ANE) se consiguió con las interacciones de C1 (1,6 l.h<sup>-1</sup>) \* V1 (PMV-581) con un promedio de 4,78 kg; seguida por la interacción C1\*V2 (MM-Mejorado) con promedio de 4,55 kg, ocupa el último lugar la interacción C3(1,2 l.h<sup>-1</sup>) \* V1 con una media de 2,35 kg, respectivamente.

En cuanto al mayor diámetro en mazorcas (DM) se registró con la interacción C1 (1,6 l.h<sup>-1</sup>) x V2 (MM-Mejorado) y C1xV1 (PMV-581), generando promedios de 4,83 y 4,77 cm respectivamente.

La mayor longitud de mazorcas se obtuvo con el tratamiento C2 (1,4 l.h<sup>-1</sup>)\*V1 (PMV-581) con un promedio de 16,57 cm, seguida por C2 (1,4 l.h<sup>-1</sup>)\* V2 (MMM) con 15,96 cm, quedando en último lugar la interacción C3(1,2 l.h<sup>-1</sup>)\*V3(MMC).

Para el análisis de intensidad de color se tomaron muestras de mazorcas después de haber alcanzado la madurez fisiológica, en donde el mayor contenido de antocianinas se logró con la interacción C1 (1,6 l.h<sup>-1</sup>) \* V1 (PMV-581) con un promedio de 88,71 mg.L<sup>-1</sup>; así mismo la interacción C2 \* V1 ocupa el segundo lugar en orden de mérito superando a las demás interacciones con un promedio de 74,95 mg.L<sup>-1</sup> de antocianina.

#### AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería agronómica, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán - de Huánuco

por su valiosa y desinteresada participación e identificación.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, A.; Sierra, S.; Fuentes, M.; et al. 2007. Rendimiento, eficiencia de N y análisis económico de maíz con fertirriego por goteo. 53. Reunión Anual PCCMC Antigua Guatemala 23-27.
- Alvarado, D. 2015. Efecto de la lámina de riego y del nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) cv. PMV-581. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. 121 pp.
- Basilio, W. 1995. Efecto de diferentes dosis de fertilización de maíz morado (*Zea mays* L.) en el valle de Huánuco. Tesis pregrado, UNHEVAL - Perú. 41 pp.
- Cabrera, C. 2016. Tres láminas de riego en el rendimiento de cuatro variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) bajo riego por goteo. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. 130 pp.
- Evaristo, S. 2013. Efecto de fuentes nitrogenadas en el rendimiento y contenido de antocianina en maíz morado variedad PMV 581 (*Zea mays* L.), en condiciones agroecológicas de Canchan - Huánuco Tesis Ing. Agrónomo UNHEVAL-Perú.
- Fennema, R. 2000. Química de los alimentos. Segunda Edición. Editorial Acribia. Zaragoza -España.
- Fernández, A. 1995. Estudio de la extracción y pre - purificación de antocianinas de maíz morado (*Zea mays* L.). Tesis Ing. En Industrias Alimentarias. UNALM. Lima - Perú. 116 pp.
- Garay, H. 2013. Evaluación de rendimiento de cultivares de maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones agroecológicas del Distrito de Pillcomarca - Huánuco, 2010, Tesis Ing. Agrónomo UNHEVAL-Perú.
- Garay, J.; Cruz, J. 2015. El cultivo de maíz en San Luis (Informe técnico 188). San Luis: Inta Ediciones.
- Giménez, L. 2012. Producción de maíz con estrés hídrico provocado en diferentes etapas de desarrollo. Agrociencia 16(2): 92-102.
- Gorriti, A. 2009. Extracción de antocianinas de las corontas de *Zea mays* L. Maíz Morado Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM. Lima, Peru. 74 pp.
- Guillén, J.; Mori, S.; Paucar, M. 2014. Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L.) var. subnigroviolaceo. Scientia Agropecuaria 5(4): 211-217.
- Hurtado, L. 2003. Manejo y Conservación de Suelo Fundamentos y Prácticas. PRONAMACHCS. Lima, Perú.
- López, G. 2015. Bioestimulante en la fertilización nitrogenada y completa de los híbridos de maíz *Zea mays* L. con el uso de fertirriego por goteo. Tesis de pregrado. Universidad de Guayaquil, Ecuador. 88 pp.
- Mendoza, C. 2012. Las antocianinas en el maíz: su distribución en la planta y producción; Tesis para optar al grado de Maestro en 84 Ciencias; Instituto de Ense-401anza investigación en Ciencias Agrícolas; Texococo - México.
- Meza, F.T. 2010. Determinación y extracción del contenido de antocianinas de cuatro variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) cultivados en tres pisos ecológicos en la provincia de Abancay.
- Nathan, R. 1995. La fertirrigación combinada con el riego. Notas del curso asociación israelí de Cooperación Internacional. Ministerio de agricultura estado de Israel. 51 pp.
- Ortiz, K. 2013. Elaboración de un sorbete a base de harina de maíz morado (*Zea mays* L.) mezclado con bacterias lácteas naturales. Universidad Dr. José Matías Delgado. El Salvador. Capítulo VI, Art. 46
- Poma, L. 2007. Efecto de la fertilización química y orgánica con y sin aplicación de organismos eficientes (EM) en el Rendimiento de Maíz Morado (*Zea mays* L.) cv. PMV 581. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM.
- Pinedo, T.R.; Rodríguez, G.; Valverde, N. 2017. Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) en la localidad de Canaán-Ayacucho. Aporte Santiaguino. 10(1), 2017: 39-50
- Quispe, O. 2017. Maíz Morado. Disponible en: [http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia\\_plantas/f01-cultivo/maiz\\_morado.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia_plantas/f01-cultivo/maiz_morado.pdf)
- Quispe, F.; Arroyo, K.; Gorriti, A. 2011. Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (*Zea mays* L.) de Arequipa. Soc Quim Perú 77(3): 205-217.
- Santos, P.; Juan, V.; Picornell, B.; Tarajuelo, M. 2010. El Riego y sus Tecnologías. Madrid, España. ASCE. 295 pp.
- Salinas, Y.; García, C.; Coutiño, B.; Vidal, V. 2013. Variabilidad en contenido y tipos de antocianinas en granos de color azul/morado de poblaciones mexicanas de maíz. Rev. Fitotec. Mex. 285-294.
- Sevilla, R.; Valdez, A. 1985. Estudio de Factibilidad del cultivo de maíz morado. Fondo de Promoción y Exportación (Fopex). Lima, Perú.
- Simón, J. 2014. Contenido de antocianina y rendimiento en maíz morado (*Zea mays* L.) Variedad PMV - 581 bajo el efecto de niveles de potasio, azufre y magnesio en Canchan - Huánuco. Tesis Ingeniero Agrónomo Facultad de Ciencias Agrarias UNHEVAL-Perú
- Soto, A. V. 2017. Niveles altitudinales en la concentración de Antocianina en maíz morado (*Zea mays* L.) Huánuco. Tesis Doctor Escuela Pos Grado UNHEVAL-Perú.
- Stanciuc, V. 2011. Teñido de fibras sintéticas utilizando colorante extraído de maíz morado (*Zea mays* L.). Disponible en [http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cd\\_citra/STANCIUC\\_FIQ.pdf](http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cd_citra/STANCIUC_FIQ.pdf).
- Toruño, Y.; Flores, J. 2013. Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y aplicación fraccionada del nitrógeno, sobre el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en su rendimiento de chilote Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA. 59 pp.