

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**TRES LÁMINAS DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO
DE CUATRO VARIEDADES DE MAÍZ MORADO
(*Zea mays* L.) BAJO RIEGO POR GOTEÓ.**

Presentado por:

CYNTHIA ROSEMARIE CABRERA CASTAÑEDA

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

LIMA – PERU

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**“TRES LÁMINAS DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO DE CUATRO
VARIEDADES DE MAÍZ MORADO (*Zea mays* L.) BAJO RIEGO POR
GOTEO”**

Presentado por:

CYNTHIA ROSEMARIE CABRERA CASTAÑEDA

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

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Julián Chura Chuquiya
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Lorenzo Hurtado Leo
PATROCINADOR

Ing. Mg. Sc. Guillermo Aguirre Yato
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Luis Beingolea Peña
MIEMBRO

Lima - Perú

2016

DEDICATORIA

De una manera muy especial a mi papá Damián Cabrera, por demostrarme siempre lo orgulloso que se sentía de mí y por el entusiasmo que mostraba al hablar de mi tesis.

A mi mamita Aurora Espinoza, por su preocupación y amor infinito por mí.

Y a mi favorita, la Ingeniera María Castañeda Espinoza, por ser el motor de mis éxitos y haberme acompañado en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque todos mis logros son gracias a Él.

Un agradecimiento especial al Ing. Mg.Sc Lorenzo Hurtado, por su apoyo incondicional, su cariño y consejos durante todo el desarrollo de este trabajo de investigación.

A mis padres Miguel y Mery por su gran amor y confianza depositada en mí y porque, unto con mis 3 hermanos, han sido mi mayor motivación.

A Christian Hjar, a quien guardo un cariño muy especial, no solo por su ayuda constante en la etapa experimental de este trabajo de investigación.

A Manolo y todo el equipo de SUMP, por estar siempre pendientes de mis avances como profesional.

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Agronomía del cultivo de maíz morado	3
2.2 Efecto del régimen hídrico en el crecimiento de las plantas	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 Materiales	11
3.1.1 Ubicación del campo experimental	11
3.1.2 Características del suelo	11
3.1.3 Características del agua de riego	12
3.1.4 Características climatológicas de la zona experimental	12
3.1.5 Variedades de maíz morado	12
3.1.6 Fuentes fertilizantes	13
3.1.7 Módulo de riego por goteo	13
3.2 Métodos	17
3.2.1 Programación de las láminas de riego	18
3.2.2 Registro de la humedad del suelo	19
3.2.3 Curva característica de humedad	19
3.2.4 Características del campo experimental	20
3.2.5 Niveles y momentos de la fertilización	21
3.2.6 Factores en estudio	23
3.2.7 Diseño experimental	23
3.2.8 Identificación de variables a evaluar	25
3.2.9 Cosecha	26
3.2.10 Parámetros agronómicos del cultivo de maíz morado	27
3.2.11 Determinación de las antocianinas en maíz morado	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1 Resultados generales y parámetros agronómicos en cuatro variedades de maíz morado	32
4.1.1 Resultados generales por lámina de riego	32
4.1.2 Resultados generales por variedad de maíz morado	33
4.2 Parámetros agronómicos del cultivo de maíz morado	34
4.2.1 Eficiencia de Uso de Agua (EUA – kg/m³)	34
4.2.2 Índice de área foliar (IAF-m²/m²)	35
4.2.3 Índice de cosecha (IC%)	36

4.2.4 Coeficiente de transpiración (CT-l/kg).....	36
4.3 Fenología y requerimiento de riego del cultivo de maíz morado	41
4.4 Estadode la humedad del suelo por lámina de riego en estudio	43
4.5 Variables de crecimiento del cultivo Maíz Morado	48
4.5.1 Altura de planta (cm).....	48
4.5.2 Área foliar (cm ² /planta).....	50
4.5.3 Número de hojas por planta.....	50
4.4.4 Diámetro de tallo (cm).....	50
4.6 Materia seca total y sus componentes.....	51
4.6.1 Materia seca de hojas (g/planta)	51
4.6.3 Materia Seca de Mazorca (g/planta)	56
4.6.4 Materia Seca de Panoja (g/planta).....	56
4.6.5 Materia Seca total (g/planta)	63
4.7 Rendimiento de mazorcas de maíz morado.....	63
4.7.1 Rendimientos Parciales de Maíz Morado.....	64
4.7.2 Componentes de Rendimiento de Maíz Morado	73
4.8 Características de la mazorca.....	73
4.9 Contenido promedio de antocianina	78
V. ANÁLISIS AGRO-ECONÓMICO	84
VI. CONCLUSIONES	86
VII. BIBLIOGRAFIA	88
VIII. ANEXOS	91

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis físico – Químico del suelo	14
Tabla 2: Análisis del agua para riego	15
Tabla 3: Variables climatológicas de la zona experimental – Periodo: septiembre 2014– febrero 2015	16
Tabla 4: Programación de actividades de fertilización.....	24
Tabla 5: Porcentaje de antocianinas en el grano y coronta del maíz morado.....	30
Tabla 6: Resultados y parámetros agronómicos de cuatro variedades de maíz morado para L1: ETc =420 mm/campaña.....	38
Tabla 7: Resultados y parámetros agronómicos de cuatro variedades de maíz morado en L2: ETc = 340 mm/campaña.....	39
Tabla 8: Resultados y parámetros agronómicos de cuatro variedades de maíz morado en L3: 260mm/campaña	40
Tabla 9: Fenología del cultivo de maíz morado y características hídricas de L1: ETc/campaña = 420 mm	44
Tabla 10: Fenología del cultivo de maíz morado y características hídricas de L2: ETc/campaña = 340 mm	45
Tabla 11: Fenología del cultivo de maíz morado y características hídricas de L3: ETc/campaña = 260mm	46
Tabla 12: Muestreo de humedad del suelo en los diferentes estados fenológicos del cultivo maíz morado	47
Tabla 13: Variables de crecimiento de maíz morado.....	49
Tabla 14: Distribución de la materia seca de maíz morado (g/planta)	57
Tabla 15: Rendimiento total y rendimiento comercial de maiz morado.....	65
Tabla 16: Rendimientos parciales de mazorcas de maíz morado	69
Tabla 17: Componentes del rendimiento de maíz morado.	74
Tabla 18: Características de la mazorca de maíz morado.....	79
Tabla 19: Anàlisis agro-econòmico del cultivo de maíz morado	85

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Efecto de la lámina de riego en altura de planta de maíz morado	52
Gráfico 2. Efecto de la lámina de riego en el área foliar de maíz morado	53
Gráfico 3. Efecto de la lámina de riego en el número de hojas de maíz morado.....	54
Gráfico 4. Efecto de la lámina de riego sobre el diámetro de tallo de maíz morado ...	55
Gráfico 5. Efecto de la lámina de riego en la materia seca de hojas de maíz morado	58
Gráfico 6. Efecto de la lámina de riego en la materia seca de tallo de maíz morado .	59
Gráfico 7. Efecto de la lámina de riego en la materia seca de la mazorca de maíz morado	60
Gráfico 8. Efecto de la lámina de riego en la materia seca de la panoja de maíz morado	61
Gráfico 9. Efecto de la lámina de riego en la materia seca total de maíz morado	62
Gráfico 10. Efecto de la lámina de riego en el rendimiento total de maíz morado	66
Gráfico 11. Efecto de la lámina de riego en el rendimiento comercial de maíz morado	67
Gráfico 12: Efecto de la lámina de riego en el rendimiento de mazorcas de primera de maíz morado	70
Gráfico 13. Efecto de la lámina de riego en el rendimiento de mazorcas de segunda de maíz morado.....	71
Gráfico 14. Efecto de la lámina de riego en el rendimiento de mazorcas de descarte de maíz morado.....	72
Gráfico 15. Efecto de la lámina de riego en el número de plantas/m ² de maíz morado	75
Gráfico 16. Efecto de la lámina de riego en el número de mazorcas/planta de maíz morado	76
Gráfico 17. Efecto de la lámina de riego en el peso promedio de mazorca de maíz morado	77
Gráfico 18. Efecto de la lámina de riego en la longitud de la mazorca de maíz morado	80
Gráfico 19. Efecto de la lámina de riego en el diámetro de la mazorca de maíz morado	81
Gráfico 20. Efecto de la lámina de riego en el peso seco de 100 semillas de maíz morado	82
Gráfico 21. Efecto de la lámina de riego en el promedio de antocianinas del maíz morado	83

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Altura de planta (cm.).....	92
Anexo 2: Área foliar (cm ² /planta).....	93
Anexo 3: Número de hojas.....	94
Anexo 4: Diámetro de tallo (cm.).....	95
Anexo 5: Materia seca total (g)	96
Anexo 6: Materia seca de hojas (g)	97
Anexo 7: Materia seca de tallo (g)	98
Anexo 8: Materia seca de Mazorca (g)	99
Anexo 9: Materia seca de panoja (g)	100
Anexo 10: Rendimiento total (Kg/h)	101
Anexo 11: Rendimiento Comercial (kg/ha)	102
Anexo 12: Rendimiento de Primera (kg/ha)	103
Anexo 13: Rendimiento de Segunda (kg/ha)	104
Anexo 14: Rendimiento Descarte (kg/ha)	105
Anexo 15: Número de plantas /m ²	106
Anexo 16: Número de mazorcas /planta.....	107
Anexo 17: Peso promedio de mazorca (g)	108
Anexo 18: Longitud de la mazorca (cm)	109
Anexo 19: Diámetro de la mazorca (cm)	110
Anexo 20: Peso seco de 100 semillas (g)	111
Anexo 21: Antocianinas (mg/100g de la muestra original)	112
Anexo 22: Eficiencia de uso de agua.....	114
Anexo 23: Índice de cosecha.....	115
Anexo 24: Índice de área foliar.....	116
Anexo 25: Coeficiente de transpiración.....	117
Anexo 26: Costos de producción del cultivo de maíz morado.....	118

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Unidad de riego del Departamento Académico de Suelos de la Universidad Agraria la Molina durante los meses de setiembre 2014 a febrero 2015.

Se estudió 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, bajo condiciones de riego localizado por goteo. El diseño estadístico fue parcelas divididas. Las láminas de riego en estudio fueron dispuestas aleatoriamente en parcelas dentro de cada block y las variedades de maíz morado, dispuestas aleatoriamente a nivel de sub parcelas dentro de cada parcela completa.

Bajo las condiciones del presente ensayo, el rendimiento total y comercial de mazorcas de maíz morado presentan diferencias altamente significativas por efecto de láminas de riego, en cambio, para variedades no se muestran diferencias estadísticas. El mayor rendimiento comercial por efecto de la lámina de riego aplicada se presenta en L1: ETc = 420 mm con 9,182 kg/ha de mazorcas, con diferencias porcentuales de 15.0% respecto a la lámina de riego L2: ETc = 340 mm con 8,080 kg/ha de mazorcas y con 30.9% respecto de L3: ETc = 260 mm con 7,013 kg/ha. De otro lado, las variedades de maíz morado estadísticamente similares en rendimiento tuvieron los siguientes resultados; INIA-615 NEGRO CANAAN presentó el mayor rendimiento comercial con 8,241 kg/ha de mazorcas, mostrando una diferencia del 4.6% respecto de INIA-601 CAJAMARCA, la variedad que presentó el menor rendimiento con 7,871 kg/ha de mazorcas.

En general, los componentes del rendimiento; número de plantas y número de mazorcas no presentan diferencias estadísticas para los factores en estudio, sin embargo, para variedades INIA -615 NEGRO CANAAN con 1.09 mazorcas por planta es superior estadísticamente a PM-581 con diferencia de 12.9%. Para el peso de mazorcas las diferencias estadísticas indican incrementos del 20.4% para L1: ETc = 420 mm con 183.0 g. diferente estadísticamente de L2 y L3. Para variedades, CANTEÑO INIA –CAJAMARCA y NEGRO CANAAN son similares estadísticamente, el mayor valor con 174.2 g. caracteriza a CANTEÑO diferente de PMV-581 con un peso de mazorca de 156.7 g.

En general, durante los 146 días de periodo vegetativo del cultivo de maíz morado, los registros de la humedad del suelo indican que para el régimen de riego L1: ETc =420 mm, la humedad volumétrica promedio fue de 26.26%, en condiciones de L2: ETc =340 mm de 24.05% y finalmente en L3: ETc = 260 mm de 22.67%, siendo la correspondiente succión mátrica media por lámina de 0.42 bar, 0.72 bar y 1.16 bar respectivamente.

Bajo las condiciones del ensayo, los parámetros agronómicos que caracterizan al cultivo de maíz morado indican para L1:420 mm una eficiencia de uso de agua (EUA) de 1.96 kg/m³ y un índice de cosecha de (IC) de 44.5%. Para L2:340 mm, una EUA de 2.14 kg/ m³ y un IC de 43.3% y para L3:260 mm los valores son 2.42 kg/ m³ y un IC de 44.9%. Asimismo, para el régimen de humedad L1:420 mm, el índice de área foliar (IAF) es de 9.7 m²/m² y el coeficiente de transpiración (CT) de 735.7 l/kg. Para L2:340 mm los valores indican un IAF de 10.17 m²/m² y un CT de 622.2l/kg y para L3:260 mm, de 9.4 m²/m² de y de 514.3l/kg.

Respecto a la concentración de antocianinas, el mayor valor se presenta en L1:420mm con 717.1 mgA/100g, seguido de L2: 340mm con 622.6 mgA/100g y en L3:260 mm con una concentración de 549.2 mgA/100g, con incrementos de 15.2% y de 30.6% respectivamente. Respecto a las variedades de maíz morado, las concentraciones son similares, sin embargo, la variedad CANTEÑO presenta el mayor valor con 642.6 mgA/100g

Finalmente, los resultados del análisis económico para las cuatro variedades del cultivo de maíz morado indican que el mayor índice de rentabilidad caracteriza a la lamina L1 (420mm) y para variedades el más alto valor caracteriza a INIA-615 NEGRO CANAAN con un IR DE 122%. Asimismo, la lámina L1: 420mm con la variedad PMV-581, muestran el mayor IR de 145% y el menor valor con la lámina 3: 260mm con la variedad INIA-601 CAJAMARCA, con un IR de 76%.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz morado (*Zea mays* L.), oriundo del Perú, es un cultivo que se siembra en la cordillera de los andes entre los 1,200 a 4,000 m.s.n.m. éste cultivo ha ido tomando importancia en el mercado internacional no solo por sus fines culinarios, sino por su alto contenido de antocianinas, el cual es un pigmento natural contenido en la coronta, siendo así, el maíz morado, uno de los productos que han contribuido al mayor posicionamiento de cultivos peruanos en el mercado exterior. En los últimos años el maíz morado se ha convertido en uno de los principales productos de exportación del Perú, generando así divisas para el país, En el año 2013, el volumen exportado ascendió a 610,876 kilos; mientras que en 2012, se enviaron 412,541 kilos, el precio se situó en US\$ 1.89/kilo en promedio mientras que en el 2015 el precio incremento a US\$ 2.02/kilo y todo esto gracias a la importancia alimenticia y medicinal del cultivo, debido a su alto contenido de antocianina.

La producción de maíz morado llega aproximadamente a unas 6,000 toneladas anuales, siendo uno de los maíces que tienen los más altos precios en el mercado limeño. Actualmente se cultivan unas 4,000 hectáreas, especialmente en los valles occidentales andinos de Barranca a Chincha y como segunda área, el callejón de Huaylas, los que abastecen al mercado de Lima. En pequeñas áreas se viene extendiendo a los valles de Arequipa, Moquegua y Tacna.

De otro lado, la cuantificación del régimen hídrico en los sistemas agroecológicos y en particular el abastecimiento óptimo de agua a los cultivos, constituye un problema de creciente importancia, debido a las exigencias para el incremento de los rendimientos y de las áreas cultivadas, por lo cual es necesario la investigación y aplicación de tecnologías que permitan aprovechar al máximo la disponibilidad de este recurso. En consecuencia los sistemas de riego localizados de alta frecuencia se presentan como la alternativa económica para alcanzar niveles elevados de producción y productividad. Por ello, en la investigación de la agronomía del maíz morado se hace imprescindible, determinar las respuestas del cultivo al diferenciado régimen hídrico y nutricional ya que cualquier factor de crecimiento que incremente la producción de los cultivos aumentará la eficiencia del uso del agua.

Siendo el maíz una planta que rinde al máximo si dispone de agua de acuerdo a sus necesidades y siendo muy sensible tanto a la falta como al exceso de agua, la aplicación de la cantidad adecuada redundará no solo en el beneficio de la economía del agua, sino también en la obtención de altos rendimientos. Por tanto, con el propósito fundamental de promover la recuperación y ampliar nuestra oferta exportable con productos relativamente nuevos, como el caso de colorantes naturales, dado el creciente interés del mercado mundial, en este caso del maíz morado se realizó la presente investigación que persigue los siguientes objetivos.

OBJETIVOS

- 1.- Determinar el efecto de tres láminas de riego en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz morado.

- 2.- Determinar los efectos de interacción entre el diferenciado régimen de riego en el rendimiento de cuatro variedades de maíz morado.

- 3.- Determinar los parámetros agronómicos del cultivo de maíz morado bajo riego por goteo.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Agronomía del cultivo de maíz morado

El maíz morado constituye una de las muchas variedades de la especie *Zea mays*, dentro de su composición se encuentra las antocianinas, pigmento natural muy requerida en la industria alimentaria, que en los últimos años ha generado un gran interés, sobre todo en los países desarrollados, donde se restringe el uso de colorantes artificiales o sintético. Países como Estados Unidos, Alemania, Japón entre otros, vienen realizando investigaciones para la utilización del colorante extraído de la coronta y grano del maíz morado con resultados bastante satisfactorios, lo cual está dando origen a una gran demanda de este producto en los mercados internacionales, **Sevilla y Valdez (1985)**. Las diversas variedades de maíz morado provienen de la raza ancestral "Kculli", que en quechua significa negro, ésta raza es una de las cinco razas ancestrales de las que se han originado todas las demás, actualmente en extinción en el mundo, (**Grobman, 1982**). En el Perú la raza autóctona Kculli (**Zapata, 1996**) se cruzó con otras razas, transfiriendo sus colores característicos a las razas derivadas, como el san Gerónimo, Huancavelicano, Piscoruto, Cuzco, Huayleño, Arequipeño e Iqueño (**Sevilla y Valdez, 1985**).

Sevilla y Valdez, (1985) manifiestan que el gran interés que se viene desarrollando en los últimos años respecto del maíz morado deriva del aprovechamiento del principio activo (antocianina) para fines de la industria de los alimentos, a nivel de los países desarrollados, donde el uso de colorantes de origen natural está sustituyendo a los de origen sintético (colorantes artificiales). Países como Estados Unidos, Alemania, Japón y otros vienen realizando estudios y pruebas para la utilización del colorante extraído de la tusa y grano de maíz morado con resultados bastante satisfactorios, lo cual está dando origen a una gran demanda de este producto en los mercados internacionales.

El maíz morado, según **Sevilla y Valdez (1985)**, se adapta a diversos climas de la costa y sierra del Perú. La existencia de diferentes variedades le permite esta gran dispersión de área. En cualquier ambiente donde se cultive, es favorecido en su desarrollo y rendimiento por los climas preferentemente secos, con temperaturas moderadas. Asimismo, el maíz morado se adapta a diferentes tipos de suelos, prefiere

pH entre 6-7 pero se adapta a condiciones de pH más bajo y más elevado, e incluso se da en terrenos calizos, siempre que el exceso de cal no implique el bloqueo de micro elementos, **Manrique (1988)**.

Sorenget al. (2001), reporta la siguiente clasificación taxonómica según **Takhtajan (1980)**. División: Magniophyta, Clase: Liliopsida o monocotyledones, Orden: Poales, Familia: Poaceae, Subfamilia: Panicoideae, Tribu: Andropogoneae, Género: Zea y Especie: *Zea mays* L.

Según **Takhtajan (1980)**: las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar 4 metros de altura es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula esponjosa si se realiza un corte transversal. Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afiliados y cortantes. Las flores en el maíz es una inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral. El fruto del maíz es un cariopse. La pared del ovario o pericarpio esta fundida con la cubierta de la semilla o testa y ambas están combinadas conjuntamente para conformar la pared del fruto. El fruto maduro consiste de tres partes principales: la pared, el embrión diploide y el endosperma triploide. La parte más externa del endospermo en contacto con la pared del fruto es la capa de aleurona

FOPEX (1985) refiere que, se conoce un gran número de variedades de maíz morado que se diferencian por la forma y tamaño de las mazorcas, por el número de hileras que varían de 8 a 12; por el tamaño, forma y color del pericarpio de los granos y por otras características morfológicas. La producción de semilla de maíz híbrido puede considerarse como la mayor contribución de la ciencia genética al cambio de los métodos agrícolas en el cultivo de esta sementera alimenticia. Específicamente, en el

maíz morado hay mucha variación en el color de grano (especialmente en la sierra). El color negro en la raza culli y sus razas derivadas está asociado a otros colores cuya base genética es necesario conocer para dirigir la selección y controlar la pureza genética en los semilleros.

Según **Sevilla y Valdez (1985)** las variedades tradicionales más conocidas de maíz morado son; Cuzco Morado: variedad relacionada a la raza Cuzco Gigante, es tardía, de granos grandes, dispuestos en mazorcas de 8 hileras muy bien definidas, su cultivo se da en lugares de zonas de altitud intermedia, en los departamentos de Cuzco y Apurímac. Arequipeño: La forma de la mazorca es similar a la variedad Cuzco, pero más chica, los granos están dispuestos en hileras regulares, el color de la tusa es de menor intensidad y más precoz que otras variedades. Morado Canteño: derivada de la raza Cuzco, por lo que las características de la mazorca son muy similares, aunque de dimensiones menores, su cultivo se da en diferentes lugares de la sierra del Perú, especialmente en las zonas altas del Valle de Chillón (Lima) y hasta los 2,500 msnm. Morado de Caraz: Es una variedad derivada de las razas Ancashino y Alazán. Se cultiva en la provincia de Caraz (Ancash) y puede adaptarse también en la costa, ya que es de precocidad intermedia, el tamaño del grano es menor que las variedades de origen cuzqueño, esta variedad muestra mayor rendimiento y presenta la tusa más pigmentada. Negro de Junín: Es una variedad precoz, de granos grandes y negros, dispuestos irregularmente en una mazorca corta y redondeada, se le encuentra en la sierra, centro, sur, hasta Arequipa, ocupando alturas mayores que el resto de variedades. Asimismo, existen variedades mejoradas como el maíz morado PMV 581. Es una variedad mejorada por la Universidad Nacional Agraria La Molina obtenida a través de la variedad Morado de Caraz, adaptada a la costa y sierra baja. Resistencia a roya y cercospora. De periodo vegetativo intermedio, mazorcas medianas de 15 a 20 cm, alargadas y con alto contenido de pigmentos y un potencial de rendimiento de 6 t/ha (**Manrique, 1997**).

De acuerdo con **Sevilla y Valdez (1985)**, en la Costa la mejor época para la siembra del maíz morado es en invierno (meses de Mayo y Junio). En la sierra baja (1,000 a 2,200 msnm) se puede sembrar entre los meses de junio y julio. En la sierra media (2,200 a 2,800 msnm) la mejor época está entre los meses de setiembre y octubre pudiendo sembrarse más tardíamente en ciertas zonas por la relativa precocidad de algunas variedades. Mencionan el maíz como cultivo es de crecimiento rápido que rinde más a temperaturas moderadas y un suministro abundante de agua la temperatura ideal va de 23.9 a 29.4 °C, también indican que el efecto general de la temperatura para la

estación puede mostrarse como “días grado” o “unidades de calor”, utilizando 12.8 °C como punto de partida (cada grado centígrado superior es “una unidad de calor” **(Aldrich y Leng 1974)**). Por lo general, el crecimiento se reduce al disminuir el contenido de agua en el suelo. Así las condiciones ambientales se encuentran relacionado con el crecimiento de las plantas y la reducción de la producción es causa de la pérdida de turgencia al reducirse el peso seco de la planta luego de sufrir tensión hídrica cuando el contenido hídrico del suelo se encuentra por debajo del coeficiente de marchites estimado **(Stanhill 1957)**. Lamentablemente no se puede esperar una perfecta correlación entre las medidas de la tensión hídrica del suelo y el rendimiento, **(Kramer 1989)**.

Alvarado (2015), probó en maíz morado PMV-581, tres láminas de riego; L1: 4,121 m³, L2: 3,530 m³, L3: 2,941 m³. Asimismo, por lámina de riego en estudio, se probaron cuatro niveles de nutrición; AH (aplicación de ácidos húmicos), NPK (aplicación de NPK), NPK+AH (aplicación de NPK más ácidos húmicos) y To; testigo no fertilizado, no aplicado. Encontró que el rendimiento comercial promedio fue de 6551.5 kg/ha, la eficiencia de uso de agua (EUA) para L1 fue de 1.87 kg de mazorcas de maíz por m³ de agua aplicada, para L2 fue de 1.89 kg/m³ y para L3 fue de 1.78 kg/m³; el índice de cosecha para el caso de L1 fue de 45.3%, para L2 de 41.7% y para L3 de 41.4%; el índice de área foliar fue de 2.6 m²/m² para las tres láminas de riego (L1,L2 y L3); el coeficiente de transpiración (CT) para el caso de L1 fue de 225.8 litros por kilogramo de materia seca producida, para L2 fue de 194.3 l/kg y para L3 de 188.8 l/kg y la evapotranspiración del cultivo para L1 fue de 350.29 mm/campaña , para L2 fue de 300.09 mm/campaña y L3 de 250.01mm/campaña.

2.2 Efecto del régimen hídrico en el crecimiento de las plantas

El agua es el componente mayoritario e indispensable para que las plantas puedan vivir desarrollarse y producir, pero no toda el agua que se aplica en un riego, o que es aportada por las lluvias, es utilizada por ellos. Para lograr el máximo aprovechamiento del agua es esencial conocer algunos factores ambientales, como el suelo y el clima, donde la planta se desarrolla, el agua es a su vez el vehículo en el cual se transportan los elementos químicos esenciales que el suelo contiene desde las raíces hacia las hojas, y componentes elaborados por estas a los restantes órganos. Proporciona a los tejidos vegetales la consistencia necesaria para su movimiento en el suelo; entre otras funciones es quien regula la temperatura de las plantas evitando con ello determinadas circunstancias, cambios bruscos que pueden dañar su crecimiento **(Navarro, 2000)**.

Los numerosos experimentos han demostrado que existe un valor umbral del potencial hídrico del suelo-que fundamentalmente depende de la planta- por encima del cual la producción del cultivo no se altera. Es decir, el efecto de que los cultivos obtengan altos rendimientos no depende del sistema de riego sino del régimen de humedad del suelo. Por lo general el crecimiento se reduce al disminuir el contenido de agua en el suelo. Así, las condiciones ambientales se encuentran relacionado con el crecimiento de las plantas y la reducción de la producción es causa de la pérdida de turgencia al reducirse el peso seco de la planta luego de sufrir tensión hídrica cuando el contenido hídrico del suelo se encuentra por debajo del coeficiente de marchites estimado **(Stanhill, 1957)**.

Respecto al uso eficiente del agua, **Doorenbos y Kassan, (1979)** expresan que el límite superior de producción de un cultivo viene determinado por las condiciones climáticas y por el potencial genético del mismo. Hasta qué punto puede alcanzarse depende siempre de la precisión con que los aspectos técnicos del suministro de agua estén en concordancia con las necesidades biológicas de agua en la producción del cultivo. Por ello, la utilización eficiente del agua en la producción de un cultivo sólo puede lograrse cuando la planificación, el proyecto y la operación de suministro de agua y del sistema de distribución estén orientados a atender, en cantidad y tiempo, incluyendo los periodos de escasez de agua, las necesidades de agua del cultivo, necesarias para un crecimiento óptimo y unos altos rendimientos.

Lamentablemente no se puede esperar una perfecta correlación entre las medidas de la tensión hídrica del suelo y el rendimiento, **(Kramer, 1974)**. En el cultivo de maíz se encontró que la transpiración y el crecimiento estaban limitados por el contenido hídrico del suelo en un nivel más alto en días de sol con mucha transpiración que en días nublados en que los coeficientes de transpiración eran bajos **(Denmbad y Shaw 1962)**.

Así pues, si el agua disponible para el riego es limitada, el máximo beneficio se obtendría a partir de un riego de pre siembra y de evitar tensiones hídricas elevadas durante la floración masculina y femenina. En general, la cantidad total de agua requerida para el riego dependerá básicamente de las condiciones medio ambientales y de la eficiencia del riego **(Arnon, 1974)**. De otro lado, la respuesta al estrés hídrico será diferente dependiendo de la capacidad de cada cultivo a la succión mátrica **(Alvin, 1957)**.

Existe un periodo crítico de gran sensibilidad a las condiciones de sequía, que se sitúa entre unos 20 días antes de la floración masculina y termina unos 20 días después de la polinización, al secado de los estigmas. Durante este periodo la falta de riego durante

un turno de 14 días, puede ocasionar una pérdida del 60% de la producción. Las aportaciones de agua deben ser iguales o 1,1 veces superiores a la evaporación terrestre del cultivo. Según zonas, éstas necesidades representan entre 6.500 a 8.500m³/ha.

Doorenbos y Kassam (1979), afirman que el maíz parece ser relativamente tolerante al déficit de agua durante el periodo vegetativo y el de maduración. La mayor disminución en los rendimientos de grano lo ocasionan el déficit de agua durante la floración incluyendo la formación de inflorescencia, la formación de estigma y la polinización, debido principalmente a una reducción del número de granos por mazorca. Este es menos pronunciado cuando en el Periodo vegetativo precedente la planta ha sufrido déficit de agua. Un déficit riguroso de agua durante el periodo de floración, especialmente en el tiempo de formación del estigma y la polinización, pueden traducirse en un rendimiento pequeño o nulo de grano debido a la desecación de los estigmas. El déficit de agua durante el periodo de formación de la cosecha puede traducirse en una reducción del rendimiento debido a la disminución del tamaño del grano. El déficit de agua durante el periodo de maduración tiene poco efecto sobre el rendimiento del grano.

Gurovich (1985), concluye que cuando se riega eficientemente un cultivo, es decir, se mantiene un nivel alto y constante de humedad, se producen aumentos en el rendimiento en relación a cultivos mal regados. Esto se debe a que con las técnicas de riego tradicionales no se llega a lograr una reposición uniforme del agua a lo largo de toda la unidad de riego, lo cual permitiría que todas las plantas alcancen un rendimiento potencial uniforme. Manifiesta también que entre las ventajas del riego moderno se pueden mencionar: un uso eficiente del agua de riego, ya que las pérdidas por evaporación son mínimas y no existe pérdidas por escurrimiento superficial. Asimismo, se obtienen mayores rendimientos, mejor calidad y uniformidad. Esto se logra debido a que el ambiente de las raíces se mantiene bien regado, es posible la fertirrigación y se mantiene una baja tensión de humedad. Finalmente se elevan los beneficios agronómicos debido a que el riego no interfiere con otras labores agrícolas.

Estudios realizados a nivel de costa señala que el consumo de agua varía entre 12,000 a 15,000 m³/ha/campaña en condiciones de riego por gravedad, mientras que en riego tecnificado varía entre 4,500 a 8,000 m³/ha/campaña. También se reportan consumos de menores de 5000 m³/ha bajo riego por goteo y buena respuesta al riego por aspersión por ser un sistema que refresca el ambiente (**Robles, 2001**).

En la agricultura moderna y de precisión, los elevados costos de producción obligan a generar prácticas especiales en el manejo del riego y de la fertilización, tal que posibilite retornos económicos significativos. La programación del riego y la programación de la fertilización significan que el agua de riego y los nutrientes deberán ser usados en las cantidades correctas, con las fuentes correctas en los lugares correctos y principalmente en los momentos correctos. La irrigación programada y la fertirrigación como prácticas agronómicas modernas permiten el mayor aumento de la productividad, pero también, 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**).

La disponibilidad de agua del suelo es uno de los factores más importantes del ambiente edáfico que afecta la productividad agrícola en la mayoría de las regiones áridas del mundo. El manejo del agua en la agricultura moderna exige un global entendimiento de las relaciones hídricas del sistema integrado suelo-planta-atmósfera. Los modelos propuestos, similares a la ley de Ohm de circuitos eléctricos permiten establecer que el flujo de agua ocurre en equilibrio dinámico desde el suelo a la atmósfera, siendo originado por diferencias de potencial del agua y dependiente de resistencias al transporte en cada parte del sistema. En una planta en crecimiento activo, la fase de agua líquida continua se extiende desde la epidermis de la raíz hasta las paredes celulares del parénquima foliar y su movimiento se realiza por gradientes decrecientes de potencial hídrico a lo largo de la vía. Este proceso denominado transpiración es la fuerza motriz más importante para el movimiento del agua a través de la planta. El agua ingresa en las raíces en respuesta a un gradiente de potencial hídrico en el xilema establecido por la transpiración. Entrará con mayor rapidez a través de aquellas regiones de la raíz que ofrezcan menor resistencia. A medida que el suelo se seca su potencial hídrico va tomando valores cada vez más negativos, las plantas han de disminuir su potencial hídrico con el fin de mantener el gradiente de potencial necesario para la absorción de agua, lo cual puede suceder al disminuir el potencial osmótico (por acumulación de solutos) o disminuyendo la turgencia (mediante deshidratación). Cuando las tasas de transpiración son elevadas, se acentúa el gradiente de potencial hídrico en la planta y por tanto, disminuye el potencial hídrico de la raíz y finalmente la turgencia. En esta situación se presenta una reducción del tamaño de la raíz, lo cual provoca reducción del crecimiento de la misma y así la pérdida de contacto con las partículas del suelo. En estas condiciones, la absorción se hace cada vez más difícil debido a un aumento en la resistencia hidráulica del suelo. Cuando el potencial hídrico desciende por debajo de un nivel crítico, cesa la absorción y la planta detiene su crecimiento o muere. En condiciones de campo, el déficit de presión de vapor de la

atmosfera puede llegar a desempeñar un papel más importante que el contenido hídrico del suelo en la determinación del estado hídrico de la planta.

El déficit hídrico es el factor más importante que causa la reducción en el crecimiento de la planta. En momentos de elevados niveles de calor, se presentan déficit hídrico transitorio debido a que temporalmente, la pérdida de agua excede la absorción. Por el contrario, el déficit hídrico permanente a largo plazo es provocado por una disminución en la disponibilidad de agua en el suelo, ya que afecta la mayoría de los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas. La pérdida de agua en los tejidos vegetales afecta el metabolismo y por tanto, el crecimiento es decir, la división y la expansión celular. El déficit hídrico afecta prácticamente todos los aspectos del desarrollo de la planta. Uno de los aspectos más importantes en el proceso de absorción de agua por la planta desde el suelo, su transporte a través de la misma y la pérdida eventual en forma de vapor de agua a la atmósfera circundante es la transpiración. En la mayoría de cultivos se puede requerir de centenares litros de agua para producir un kilo de materia seca. De hecho, una transpiración menguada por déficit hídrico, es la principal causa de pérdida económica y fracaso en muchos proyectos agrícolas **(Hurtado, 2003)**. En el proceso de producir biomasa, los cultivos transpiran, que es el costo que la planta debe pagar para generar nueva materia vegetal y que debe ser repuesta mediante la absorción de agua del suelo por el sistema radicular. El suelo, simultáneamente a este proceso, pierde agua por evaporación. Estas dos pérdidas de agua constituyen la evapotranspiración del cultivo (ETc), cantidad que debe ser reemplazada mediante el riego. Este consumo de agua por el cultivo (ETc) debe ser cubierto por el riego en la cantidad justa. Un exceso de agua, podría generar condiciones de estrés por asfixia radicular y la carencia de oxígeno ser responsable de la falta de producción o muerte de la planta. Asimismo, en muchas situaciones el exceso en el riego, genera también la pérdida de nutrientes por lixiviación y condiciona problemas ambientales al contaminar aguas del subsuelo. De otro lado, una aportación de agua en cantidades menores que la necesaria para cubrir el requerimiento del cultivo, generaría estrés por déficit hídrico y por tanto, la reducción de la producción **(Hsiao, 1974)**.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación, se realizó en la Unidad de Investigación en Riegos perteneciente al Departamento Académico de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina. La ubicación geográfica es la siguiente: Latitud: 12° 05´ 06´, Longitud: 76° 57 W, Altitud: 238 msnm.

3.1.2 Características del suelo

El suelo donde está clasificado según Taxonomía de Suelos (2010) como un Ustifluent (Entisols de origen fluvial y régimen de humedad Ustic – Fluvisoles irrigados) y se encuentra ubicado en una terraza media del valle del Rímac, es profundo, de estructura granular media, drenaje y permeabilidad moderada, consistencia en húmedo de friable a muy friable, textura franco arenoso, estructura granular media y moderada, con un gran espacio aéreo, de mediana a baja capacidad retentiva de humedad y adecuada permeabilidad por presentar una mayor fracción arena, baja CIC y contenido de materia orgánica. Tres horizontes de límites gradual definidos como Ap – C – IIC, de profundidad variable se generalizan para los suelos de la Serie la Molina. Para la caracterización físico-química del área en estudio, se realizó un muestreo aleatorio. El análisis de muestra se realizó en el laboratorio de análisis de suelos y plantas de la UNALM, presentando los resultados en la tabla 1. Los resultados del análisis presenta un suelo de textura franco arenoso, lo cual indica que posee una moderada capacidad de retención de humedad, adecuada permeabilidad y buena aireación, el pH ligeramente básico (7.4), bajo contenido de materia orgánica, por tanto el nivel de nitrógeno también bajo. El contenido de CaCO₃ (3.3%), está en el límite de medio alto. De acuerdo a la conductividad eléctrica (3.6 dS/m) y se puede clasificar el suelo como moderadamente salino. De otro lado, el contenido de fósforo disponible (10.2 ppm) es medio. Asimismo, el contenido de potasio disponible (65 ppm) calificándolo como bajo. La CIC (10.24 cmol (+)/kg), está en el límite de los rangos bajo y medio, muestra una fertilidad potencial baja de suelo.

3.1.3 Características del agua de riego

La tabla 2, presenta las características químicas del agua utilizada en el riego. Esta agua proviene de la red de agua potable de La Molina, se clasifica según USDA (1979) como C4 - S1: agua altamente salina y de baja alcalinidad (bajo contenido de sodio respecto de calcio y magnesio) por lo que solamente es posible utilizarla en suelos con buen drenaje, empleando mezclas de agua, volúmenes suplementarios de agua para el lavado del suelo, utilizando cultivos resistentes a la salinidad y sistemas de riego localizado de alta frecuencia. Asimismo, es un agua de elevada toxicidad por cloruros y por sodio y presenta un contenido alto de nitratos, fuente adicional de nitrógeno para los cultivos, el cual debe tenerse en cuenta en el programa de fertilización para este elemento.

3.1.4 Características climatológicas de la zona experimental

Según el sistema modificado de Koeppen, basado en promedios anuales de precipitación y temperatura, a la zona de la Molina le corresponde la clasificación de desierto subtropical árido caluroso. Los datos climatológicos obtenidos en los registros del observatorio Meteorológico Alexander Von Humboldt de la UNALM, para el ciclo de cultivo (septiembre 2014– febrero 2015) se muestra en la tabla 3.

3.1.5 Variedades de maíz morado

Variedad PMV-581

Sus características son mazorcas cilindro cónicas, granos amiláceos blandos de color negro y tusa de color morado (**Sevilla y Valdez, 1985**)

Variedad CAJAMARCA - INIA 601

El año 2000 ha liberado la variedad de maíz morado INIA 601 con amplia adaptación en los valles interandinos de la sierra norte entre los 2400 y 2900 msnm con productividad de hasta 10 t/ha, de ciclo vegetativo intermedio (170 días).

Variedad INIA 615 –NEGRO CANAAN

La forma de la mazorca es similar a la variedad Cuzco, pero más chica. Los granos están dispuestos en hileras regulares. El color de la tusa es de menor intensidad y más precoz que otras variedades **(Nolazco, 2008)**.

Variedad MORADO CANTEÑO

Derivada de la raza Cuzco, con características de mazorca muy similares a la raza Cuzco morado, aunque de menores dimensiones. Su cultivo se da en diferentes lugares de la sierra del Perú, especialmente en las zonas altas del valle de Chillón (Lima) y hasta los 2,500m.s.n.m. **(Fernández, 1995)**.

3.1.6 Fuentes fertilizantes

Nitrato de amonio	33.5%
Fosfato monoamónico	61 % P ₂ O ₅ – 12% N
Sulfato de potasio	50% K ₂ O
Nitrato de calcio	26% CaO – 15.5% N

3.1.7 Módulo de riego por goteo

Matriz:

- 2 válvulas de 1 pulg. (Llave de apertura/ 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 pulg.
- Un contómetro de agua tipo reloj
- 12 micro-válvulas de 16 mm de diámetro

Laterales:

- 154.8 m. de laterales de goteo de 16 mm (PE)
- 480 goteros autocompensados Katiff de 2.1 l/h
- 12 conectores de salida
- 12 terminales de línea

Tabla 1: Análisis físico – Químico del suelo

Determinación	Valor	Unidad	Método de Análisis
Conductividad Eléctrica (C.E.)	3.6	dS/m	Lectura del extracto de saturación
Análisis mecánico			
Arena	62	%	Hidrómetro de Bouyucos
Limo	23	%	Hidrómetro de Bouyucos
Arcilla	15	%	Hidrómetro de Bouyucos
Clase Textural	Franco arenoso		Triángulo Textural
pH	7.4		Potenciómetro 1:1 Agua/Suelo
Calcáreo total	3.3	%	Gas Volumétrico
Materia Orgánica	0.68	%	Walkley y Black
Fósforo disponible	10.2	ppm	Olsen modificado
Potasio disponible	65	ppm	Acetato de Amonio 1N/pH 7
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C)	10.24	meq/100g	Acetato de Amonio 1N/pH 7
Cationes cambiables			
Ca ⁺⁺	7.08	meq/100g	Espectrofotometría de absorción atómica
Mg ⁺⁺	2.33	meq/100g	Espectrofotometría de absorción atómica
K ⁺	0.39	meq/100g	Espectrofotometría de absorción atómica
Na ⁺	0.43	meq/100g	Espectrofotometría de absorción atómica

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelo, Plantas, Agua y fertilizantes. Universidad Nacional Agraria La Molina

Tabla 2: Análisis del agua para riego

Determinación	Valor	Unidad
CEa	3.1	dS/m
pH	7.4	
Calcio	19.3	meq/l
Magnesio	5.41	meq/l
Sodio	13.48	meq/l
Potasio	0.26	meq/l
Suma de Cationes	38.45	
Nitratos	0.65	meq/l
Carbonatos	0	meq/l
Bicarbonatos	1.52	meq/l
Sulfatos	13.13	meq/l
Cloruros	23.2	meq/l
Suma de Aniones	38.5	
Sodio	35.1	%
Ras	3.8	
Boro	0.75	Ppm
Clasificación		C4-S1

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo, plantas, agua y fertilizantes de la UNALM.

Tabla 3: Variables climatológicas de la zona experimental – Periodo: septiembre 2014– febrero 2015

Mes	Temperatura media mensual (°C)	Radiación solar circunglobal (Ly/día)	Humedad relativa media mensual (%)	Precipitación mensual (mm)	Evaporación del tanque media (mm/día)	Heliofania (Horas)
Setiembre	16.7	209.9	88	3.6	1.70	68.3
Octubre	18.3	325.3	87	0.8	2.76	148.4
Noviembre	19.7	292.4	82	0.4	3.10	92.8
Diciembre	21.1	347.6	80	0.4	3.82	133.9
Enero	23.1	387.5	77	0	4.36	154.5
Febrero	25.4	353.9	75	1	4.92	113.2
PROMEDIO	20.7	319.4	81.5	1.03	2.95	118.5

Fertilización:

1 tanque de inyección de fertilizantes

1 inyector Venturi

Otros: Mochila de fumigación, Cámara fotográfica, Balanza electrónica de precisión, Estufa, Libreta de campo, Insecticidas y fungicidas, Bolsas plásticas, agua, lápiz, cartulina y tijeras, Palas, pico, rastrillo y serrucho, Cinta métrica y wincha, Cordeles, Vernier, Letreros.

3.2 Métodos

El campo experimental constó de 12 camas de producción con un distanciamiento de 1.25 m, entre camas. Cada cama se alimentó con un lateral de riego, el cual presentó emisores a un espaciado de 30 cm entre sí. Cada cama de producción se subdivide en 4 subparcelas de 10 emisores y 3.75 m² de área efectiva.

Previamente a la instalación del cultivo se realizaron las labores correspondientes para acondicionar el campo. Con pico y lampa se eliminó el material vegetal del cultivo anterior (quinua). Se construyeron camas de 0.8 m de ancho y 20 cm de altura, se marcó las calles y desterronó y niveló el campo. También se realizó algunos arreglos en el sistema de riego (cambio de goteros obstruidos, micro-válvula deteriorado, lateral dañado, etc.).

El sistema de propagación fue de siembra directa, depositando dos semillas por golpe, para al desahije dejar una planta por golpe. Las plantas estuvieron a un distanciamiento de 10 cm, lo cual, para laterales distanciados 1.25 m, estableció una densidad promedio de 80,000 plantas por ha.

La fertilización se aplicó de forma fraccionada, durante la fase vegetativa del cultivo (concluyendo al iniciar la emergencia de la panoja), según los niveles de fertilización programados. En general, las labores agronómicas y de sanidad del cultivo fueron manejadas a un nivel estándar con la finalidad de no afectar los tratamientos. Las fuentes fertilizantes para la práctica de la fertirrigación, fueron disueltas previamente para posteriormente ser aplicadas a través del fertilizador, utilizando el principio de diferencia de carga hidráulica hacia la corriente de riego.

Los regímenes de humedad en estudio, fueron controlados en base a un contómetro de agua ubicado a la entrada del módulo experimental. Las láminas de riego programadas por régimen de riego en cada estadio fenológico fueron aplicadas mediante las lecturas inicial y final en el contómetro, en cada riego individual.

3.2.1 Programación de las láminas de riego

Se estudiaron tres láminas de riego en base a la características botánicas-morfológicas del cultivo de maíz morado, considerando diez estadios fenológicos y sus respectivos coeficientes de cultivo; G: germinación, CL: crecimiento lento, DH: desarrollo de hojas, et: elongación del tallo, AOF: aparición del organo floral, PF: plena floración, P: polinización, FM: formación de la mazorca, DM: desarrollo e la mazorca y MM: maduración de la mazorca.

Para la lámina de riego L1= 420 mm/campaña, calificada de lámina alta, los valores Kc establecidos en base a información actualizada para cada estadio fenológico del cultivo de maíz morado fueron de : 0.44 (G), 0.72 (CL), 0.77 (DH), 0.89 (ET), 0.98 (AOF), 1.15 (PF) , 1.36 ((P), 1.28 (FM), 1.19 (DM) y 0.93 (MM) respectivamente, con un media/campaña de 0.97.

Para la lámina de riego L2 = 340 mm/campaña, calificada de lámina media, los valores Kc para cada uno de los estadios fenológicos establecidos fueron de: 0.44, 0.59, 0.70, 0.81, 0.85, 0.92, 1.01, 1.02, 0.90 y 0.64 respectivamente para cada estado fenológico establecido, con una media/campaña de 0.79.

Para la lámina de riego L3 = 260 mm/campaña, calificada de lámina baja, los valores Kc para cada uno de los estadios fenológicos establecidos fueron de: 0.44, 0.52, 0.60, 0.64, 0.66, 0.70, 0.72, 0.72, 0.60 y 0.50 respectivamente, con una media/campaña de 0.61.

Asimismo para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo ($ET_c = K_c \times E_o$ mm/día) se consideró valores medios del tanque evaporímetro Clase A, ($E_o =$ mm/día) de una serie histórica de cinco años, para el periodo comprendido durante la fase vegetativa del cultivo: setiembre ($E_o = 1.70$ mm/día), octubre ($E_o = 2.76$ mm/día), noviembre ($E_o = 3.10$ mm/día), diciembre ($E_o = 3.82$ mm/día) y enero ($E_o = 4.36$ mm/día).

Respecto al calculo de los niveles del riego, la base fue la curva característica de humedad. La figura 4, presenta la curva característica de humedad para el suelo del

ensayo. Se aprecia un valor de la porosidad total del suelo (porcentaje de saturación) de 43.5%, densidad aparente media de 1.49 g/cc. y los volúmenes de humedad aprovechable (CC-PM) de 12.6 vol. Asimismo, para el criterio de riego asumido de $\Psi_m = -0.2$ bar a $\Psi_m = -0.4$ bar de succión matricia, los respectivos valores de humedad en volumen de 30.5% y de 26.5% determinaron que 4.0 volúmenes de humedad fuerán aplicados en cada riego y que deberán consumirse por evapotranspiración entre riegos para proceder nuevamente al riego. Finalmente, la profundidad del bulbo de humedecimiento de 60 cm (muestreo en campo) y la relación de humedecimiento (área humedecida respecto del total de área) de 20% (determinado en campo) posibilitaron la determinación de la lámina neta a aplicar según la expresión; Lámina neta/riego = 4.0 volúmenes humedad x 60 cm x 0.2 = 4.8 mm/riego.

3.2.2 Registro de la humedad del suelo

Con el fin de determinar cómo el agua del suelo se utiliza por evapotranspiración, se determinó la humedad del suelo antes y después de cada riego por el método gravimétrico. Las muestras periódicas de humedad del suelo fueron obtenidas, en los principales estadios fenológicos del cultivo, con el método del muestreo directo con un tornillo muestreador a tres profundidades (15-30, 30-45, 45-60 cm). Los valores del porcentaje de humedad gravimétrica, fueron convertidos en porcentaje de humedad volumétrica en base a valores de densidad aparente previamente determinada en campo, por el método del cilindro para cada profundidad de muestreo. Los valores de humedad volumétrica fueron ploteados en la curva característica de humedad para determinar los valores de succión mátrica en cada caso.

3.2.3 Curva característica de humedad

El estado energético del agua, es la característica física más importante en el suelo, en la planta y en la atmósfera. El conocimiento del estado de energía potencial del agua en el suelo, en la planta que crece en ese suelo y en la atmósfera que circunda la planta y el suelo, ayuda a estimar la cantidad de trabajo que la planta necesita realizar para extraer un cantidad unitaria de agua bajo esas condiciones. El potencial mátrico resulta de las fuerzas asociadas con la adsorción y la capilaridad, estas fuerzas atraen y ligan al agua en el suelo y disminuyen su nivel energético, al potencial mátrico (Ψ_m) se le asigna la expresión; tensión mátrica o succión mátrica, para indicar la succión necesaria para liberar agua retenida en el suelo. El valor es el mismo, pero de signo contrario el potencial mátrico

es una propiedad dinámica del suelo. En un suelo saturado es cero, en un suelo no saturado es negativo.

Al respecto, la característica física más importante para la irrigación son las curvas de retención de humedad. Denominada también curva de desorción o curva de pF, su determinación (**Richards, 1965**) tiene gran importancia agrícola, debido a que es una de las características físicas más importantes para los suelos irrigados. Una curva característica de humedad se define como la evolución de la humedad del suelo respecto de su potencial. Este potencial es la energía necesaria para separar una unidad de masa, volumen o peso de agua de la matriz del suelo como si fuera agua libre.

Estas curvas permiten estimar la cantidad de agua que un suelo puede almacenar dentro de ciertos límites dados de succión, conociendo esta característica se puede interpretar la humedad del suelo en base al potencial correspondiente, este potencial indica la energía que debe gastarse para abstraer una unidad de agua de ese suelo a esa humedad, para la planta significa la energía que debe gastar para extraer del suelo, agua de transpiración bajo las condiciones de humedad existente, condición que indica que la disponibilidad de agua para las plantas no depende de la cantidad que exista en el suelo, sino de su estado energético, el cual en suelos no salinos depende de la composición mecánica de su matriz física.

En la figura 1, se puede apreciar el trayecto de la curva en un suelo franco arenoso típico de la costa entre valores de succión mátrica de 0 bar a 20 bar en equilibrio con sus respectivos valores de humedad en volumen. Para succiones de 0.2 bar (30.5% hum. vol.) y 0.4 bar (26.5% hum vol.) rango de la succión matrica, considerado como criterio en riego localizado, los volúmenes útiles de humedad (4.0 vol.) multiplicados por la profundidad del bulbo de humedad de 60 cm (determinado en campo) y multiplicado por la relación de humedecimiento de 0.2 (determinado en campo), permitió determinar la lámina de riego neta; $LA = 4.0 \text{ vol} \times 60 \text{ cm} \times 0.2 = 4.8$

3.2.4 Características del campo experimental

Largo efectivo: 12 m

Ancho efectivo: 15 m

Área efectiva: 180 m²

Del bloque

Largo efectivo: 12 m

Ancho efectivo: 3.75 m

Área efectiva: 45.0 m²

Numero de bloques: 4

De la parcela

Largo: 12 m

Ancho: 1.25 m

Área: 15.0 m²

Numero de parcelas: 12

De la subparcela

Largo efectivo: 3 m

Ancho efectivo: 1.25 m

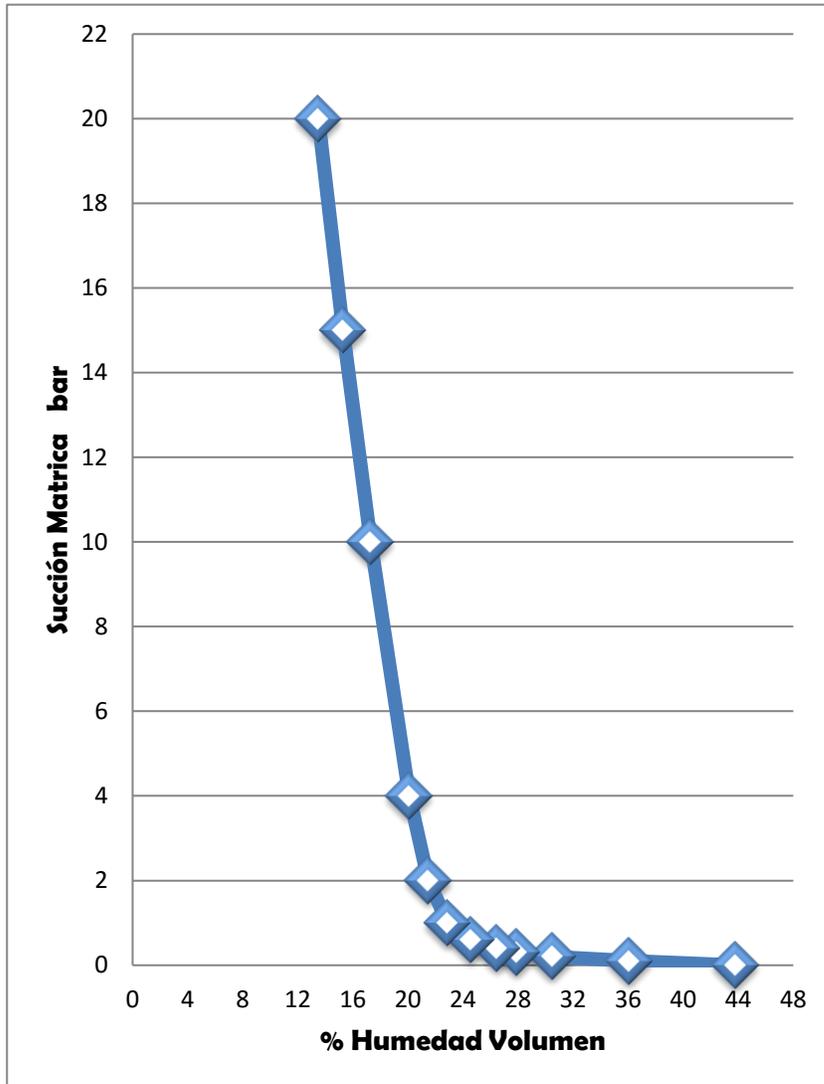
Área efectiva: 3.75 m²

Numero de subparcelas: 48

3.2.5 Niveles y momentos de la fertilización

El nivel de fertilización estándar NPK fue constante en el campo experimental (198.0 m²) siendo la fórmula programada de 160-80-120-80 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O-CaO. Se realizaron 4 aplicaciones de fósforo siendo la fuente fosfato monoamónico (61%P₂O₅ - 12%N). Para la fertilización potásica se realizaron 10 aplicaciones de sulfato de potasio (50% K₂O). Para la fertilización nitrogenada se realizaron 10 aplicaciones de nitrato de amonio (33.5% N) y para la fertilización cálcica se realizaron cuatro aplicaciones de nitrato e calico (26% CaO – 15.5% N).

Figura 1. Curva característica de humedad del suelo en estudio



Ψm (bar)	% Hum Vol.
0.0	43.8
0.1	36.1
0.2	30.5
0.3CC	27.9
0.4	26.5
0.6	24.6
1	22.9
2	21.5
4	20.1
10	17.3
15PM	15.3
20	13.5

Lámina neta = 4.0 vol. Hum. x 60 cm x 0.2 = 4.8 mm

Textura del Suelo: Franco Arenoso

Composición mecánica: 61% arena - 23% Limo - 16% Arcilla

CC – PM = HA = 12.6 volúmenes de humedad

Da = 1.49 g/cc

Criterio de Riego (CR) = Ψm - 0.2 bar - Ψm - 0.4 bar = 30.5% - 26.5% hum.vol= 4.0 volúmenes

Los momentos de la fertilización nitrogenada, fosforada, potásica y cálcica se detallan en la tabla 4.

3.2.6 Factores en estudio

Factor I: VARIEDADES DE MAÍZ MORADO

Clave	Característica
V1	PMV-581
V2	Negro Canaan.INIA 615
V3	Morado canteño
V4	Cajamarca INIA-601

Factor II: LÁMINAS DE RIEGO

Clave	Característica	RR NETO: mm/campaña
L1	Alto	420
L2	Medio	340
L3	Bajo	260

3.2.7 Diseño experimental

El diseño experimental fue parcelas divididas. Las láminas de riego en estudio se asignaron aleatoriamente a nivel de parcelas dentro de cada block y las variedades de maíz morado se asignaron aleatoriamente a nivel de sub parcelas, dentro de cada parcela. El análisis de variancia y las diferencias de medias se realizaron a través de la aplicación del software estadístico SAS V.8. (*StatisticalAnalysisSystem*).

Tabla 4: Programación de actividades de fertilización

DDS	Aplicaciones de NITROGENO	Aplicaciones de FOSFORO	Aplicaciones de POTASIO	Aplicaciones de CALCIO
17		1 ^{era} P (25%)		
24		2 ^{da} P (25%)		
31	1 ^{era} N	3 ^{era} P (25%)		
35				1 ^{era} Ca
38	2 ^{da} N	4 ^{ta} P (25%)		
42				2 ^{da} Ca
45	3 ^{era} N			
49				3 ^{era} Ca
52	4 ^{ta} N			
56				4 ^{ta} Ca
59	5 ^{ta} N		1 ^{era} K	
66	6 ^{ta} N		2 ^{da} K	
73	7 ^{ma} N		3 ^{era} K	
80	8 ^{ava} N		4 ^{ta} k	
87	9 ^{na} N		5 ^{ta} K	
94	10 ^{ma} N		6 ^{ta} K	
101			7 ^{ma} K	
108			8 ^{va} K	
115			9 ^{na} K	
122			10 ^{ma} K	

3.2.8 Identificación de variables a evaluar

i. Variables de crecimiento del cultivo

Las evaluaciones morfológicas se realizaron después de los 15 días de ocurrida la floración femenina en plantas extraídas al azar de cada subparcela, cortadas anivel del cuello.

Altura de planta (m).

Se midió desde el cuello de planta hasta el último nudo del tallo donde se sostiene o emerge la panoja estas serán tomadas al azar por sub parcela.

Área foliar (cm²/planta).

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

Materia seca total de la parte aérea (g/planta)

Referida a los componentes morfológicos y su distribución en la planta, evaluada por separación de sus componentes (hojas, tallo, mazorcas, panca y panoja) y desecación posterior a la estufa hasta peso constante.

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. Serán evaluadas 10 plantas al azar por sub parcela.

Número de hojas por planta.

Se contabilizó el total de hojas por planta.

Número de hojas por encima de la mazorca principal.

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

Diámetro del tallo (m).

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

Longitud de mazorca (cm).

Evaluado de 10 mazorcas obtenidas al azar.

Diámetro de mazorca (cm).

Evaluado de 10 mazorcas obtenidas al azar.

ii. Rendimiento del maíz morado kg/ha

Peso de grano (kg/ha) al 14% de humedad.

iii. Componentes del rendimiento

Numero de plantas por unidad de área

Número de mazorcas por planta

Peso promedio de mazorca (14%de humedad)

3.2.9 Cosecha

Se realizó esta labor, cuando los granos de las mazorcas alcanzaron su completa formación morfológica y fisiológicamente aproximadamente a los 140 días después de la siembra a la cosecha se contarán las plantas por sub parcela, para evaluar el número de fallas respecto de la densidad a la siembra. Asimismo, se contará y pesará las mazorcas por parcela experimental. Del total de mazorcas cosechadas por parcela, serán tomadas 10 mazorcas al azar en las cuales se determinara:

Porcentaje de humedad de la mazorca

Evaluado en base a una muestra por subparcela determinada y sometida a desecamiento a la estufa a una temperatura aproximada a 65°C por 72 h.

Peso seco de 100 semillas.

Evaluado en base al conteo y pesado de 100 semillas, cinco veces repetido por sub parcela. Finalmente, los rendimientos se ajustarán utilizando una adaptación para riego por

goteo de la corrección por “fallas” de la fórmula de Jenkins utilizada en riego por gravedad por surcos:

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

M = número de plantas 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 utilizará la siguiente relación:

$$\text{Factor de corrección (FC)} = 100 - \% \text{ de humedad a la cosecha} / 86$$

Peso corregido a 14% de humedad (PCH)

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

Para expresar el rendimiento de mazorca de maíz en kg/ha, se aplicará el siguiente Factor de Producción (FP):

$$\text{FP} = 10\,000 \times 0.971 \times \% D / A$$

A = Área de la parcela en m²

0.971 = coeficiente de contorno. Finalmente:

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

3.2.10 Parámetros agronómicos del cultivo de maíz morado

Eficiencia de uso del agua (EUA-kg/m³)

Kilogramos de maíz producidos por m³ de agua aplicada en el riego.

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

Coeficiente de transpiración (CT-1/kg)

Litros de agua evapotranspirados por kg de materia seca total producida.

$$CT \text{ (l/kg)} = \frac{\text{Requerimiento neto de riego (ETc - l/ha)}}{\text{Materia seca total (kg/planta) x N° plantas/ha}}$$

Índice de cosecha (IC-%)

Materia seca de grano por planta respecto a la materia seca total expresado en porcentaje.

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

Índice de área foliar (IAF)

Superficie foliar (m²) respecto a los m² de superficie de terreno

$$IAF = \frac{\text{N° plantas/ha x área foliar (m}^2\text{/planta)}}{10000 \text{ m}^2\text{/ha}}$$

3.2.11 Determinación de las antocianinas en maíz morado.

Después de la cosecha de maíz se seleccionó tres mazorcas enteras y sanas por subparcela. Molidas y tamizadas en malla de 1.0 mm se realizó la extracción y cuantificación de antocianinas en medios alcohólicos siguiendo la metodología reportada por **Fuleki y Francis (1968)**. Se describe el procedimiento a continuación:

El contenido de antocianinas totales se expresa como:

$$ACNs \text{ (mg/100g bh)} = \frac{A \cdot PM \cdot V1 \cdot f2}{F1 \cdot P \cdot \epsilon}$$

Donde $A=A_{535nm} - A_{700nm}$, ϵ es la absorptividad molar para la cianidina 3-glucósido en medio alcohólico-ácido ($\epsilon=20941 \text{ L x mol}^{-1}\text{xcm}^{-1}$) y PM es el peso molecular de la cianidina 3-glucósido ($PM=449.2\text{gr x mol}^{-1}$).

- Se pesa 25gr. de coronta molida (P) y se licua con 50ml de una solución de extracción que consiste en HCl 1.5 N: Etanol 96% (15/85).
- Se traspasa el licuado a un Erlenmeyer, se lava el vaso de la licuadora con 50ml de la solución de extracción, se transvasa al mismo Erlenmeyer y se deja reposar por 18-24 horas en oscuridad a 8 °C.
- Luego se filtra la muestra con papel Whatman 1, se enjuaga el Erlenmeyer y el filtro con la solución de extracción y se enrasa a 200ml (V1).
- Se extrae una alícuota (f1) y se enrasa con la solución de extracción a un volumen conocido (f2).
- Se hace un blanco en el espectrofotómetro con la solución de extracción como blanco.
- Se guarda en la oscuridad durante 30 minutos y luego se lee la absorbancia a 535nm y a 700nm. Se determina la diferencia de las dos absorbancias.

$$A = A_{535nm} - A_{700nm}$$

- Las absorbancias obtenidas no deben ser mayores a 0.7

Las antocianinas tienen más afinidad al metanol, por ello, para extraerlas, se usa este solvente adicionándole ácido clorhídrico. **Giusti (2000)**, citado por **Condori (2006)**. Además **lock (1997)**, dice que un conocimiento de los factores involucrados en la inestabilidad de la antocianina, así como los mecanismos de degradación es sumamente vital para una eficiente extracción y purificación de las antocianinas y su uso como colorantes de alimentos. Según **Zapata (1996)**, los extractos concentrados o atomizados del maíz morado, presenta un color que varía con el pH, temperatura, la luz y los metales. **Lock (1997)**, nos dice que las antocianinas son pigmentos solubles en agua, los cuales son responsables del atractivo color de las flores, frutas y hojas coloreadas, variando desde rosado pasando por rojo violeta y azul.

El maíz morado es un producto de suma importancia por la gran cantidad de antocianinas que presenta. Según **Fernández (1995)**, indica que la antocianina se encuentra en mayor cantidad en la coronta, le sigue en rendimiento el grano molido y finalmente el grano entero; encontrándose en menores proporciones en el grano, debido a que solo se encuentra en el pericarpio (cáscara). Además **Fopex (1983)**, indica que en la coronta, la cubierta externa es la que contiene el principio colorante

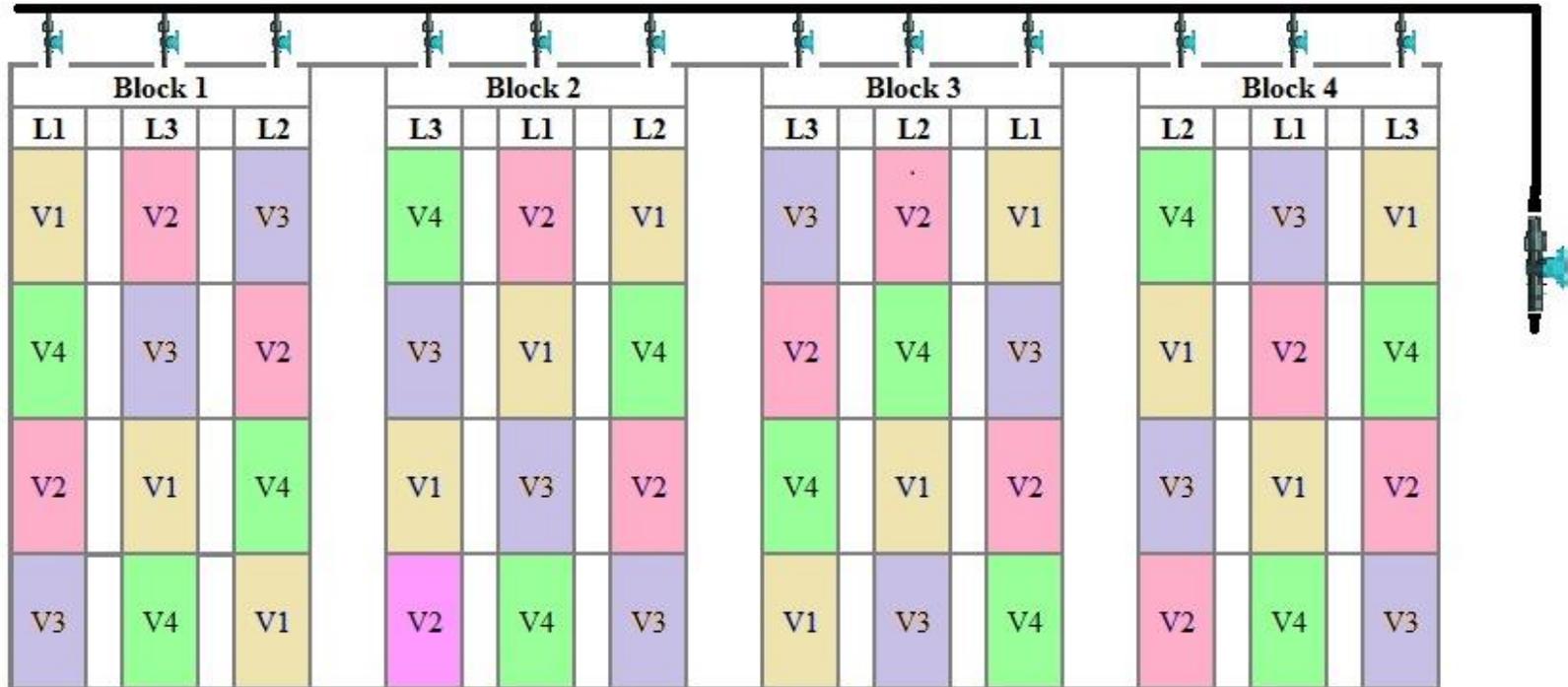
Fernández (1995), al analizar el grano y la coronta del maíz morado encontró los resultados mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 5: Porcentaje de antocianinas en el grano y coronta del maíz morado

Muestra	Acys Totales * (mg de Acy/100g)	Rendimiento (%)
Coronta	610.9	79.4
Grano	51.9	6.7
Grano molido	157.8	20.5
Total	768.8	100.0

Fuente: Fernández 1995

Figura 2. Disposición de las parcelas experimentales.



BLOCK (i) =Repetición (i=1, 2, 3, 4)
Láminas =L1, L2 y L3

V1: PMV-581
V2: NEGRO CANAAN –INIA615

V3: CANTEÑO
V4:CAJAMARCA-I

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas que se presentan y discuten a continuación han sido elaboradas en base a las tablas que figuran como anexos, en los cuales se muestran los valores promedios de las variables de crecimiento, del rendimiento y de sus componentes, de la materia seca total y su distribución en el cultivo. Se considera el análisis de variancia del combinado de los factores en estudio, la prueba de comparación de medias de Duncan.

4.1 Resultados generales y parámetros agronómicos en cuatro variedades de maíz morado

Las tablas 6, 7 y 8 presentan los resultados generales y los parámetros agronómicos que caracterizan al cultivo de maíz morado; eficiencia de uso de agua (EUA-kg/m³), índice de cosecha (IC%), índice de área foliar (IAF –m²/m²), coeficiente de transpiración (CT-l/kg) y evapotranspiración del cultivo (ETc-mm/campaña) para cuatro variedades de maíz y tres láminas de riego.

Bajo las condiciones de clima, suelo y manejo agronómico del presente ensayo, el cultivo de maíz morado, con un periodo vegetativo de 146 días desde la siembra (DDS), presentó un rendimiento promedio de mazorcas de 8,092.1kg/ha, una altura de planta 253.4cm, 4,487 cm²/planta de área foliar, 251.8 g de materia seca total, 6.46plantas/m², 1.01 mazorcas por/planta y un peso promedio de mazorcas de 164.1 g. Asimismo, la eficiencia de uso de agua promedio fue de 2.18 kg/m³, el índice de cosecha de 44.0%, de índice de área foliar de 2.90 m²/m² y 220.7 l/kg de coeficiente de transpiración. Finalmente, la concentración promedio de de antocianinas en la tuza fue de 629.7mgA/100g.

4.1.1 Resultados generales por lámina de riego

Bajo las condiciones de riego de la **Lámina L1: ETc = 420 mm/campaña**, el rendimiento de mazorcas fue de 9,182.5 kg/ha, con un requerimiento de riego de 4,667 m³/ha en una población media de 6.35 plantas/m². Las plantas alcanzaron una altura de 262.4 cm, expandieron una superficie foliar de 4,543 cm²/planta y acumularon un total de materia seca de 270.8 g/planta. Asimismo, el numero de mazorcas por plantafue 1.05 y el peso promedio de mazorca fue 183.0 g. Finalmente, la concentración media de antocianinas fue de 717.2 mgA/100g.

En las condiciones de la **Lámina L2: ETc = 340 mm/campaña**, el rendimiento de maíz morado fue 8,080 kg/ha, con un requerimiento de riego de 3,778 m³/ha y una población media de 6.52 plantas/m². Las plantas alcanzaron una altura de 268.0 cm, expandieron una superficie foliar de 4,629 cm²/planta y acumularon un total de materia seca de 251.2 g/planta. El número de mazorcas por planta fue 1.03 y el peso promedio de mazorca 157.4. Finalmente, 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 7,013.2 kg/ha, con un requerimiento de riego de 2,889 m³/ha, en una población media de 6.52 plantas/m². Las plantas alcanzaron una altura de 229.7 cm, expandieron una superficie foliar de 4,290 cm²/planta y acumularon un total de materia seca de 233.5 g/planta. Asimismo, 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/100g, 30.5% menor que bajo L1.

4.1.2 Resultados generales por variedad de maíz morado

En la variedad **PMV 581**, el rendimiento medio de mazorcas, fue de 9,459 kg/ha en L1: ETc = 420 mm, de 7,942 kg/ha, en L2: ETc = 340 mm y de 7,065 kg/ha en L3: ETc = 260 mm. En esta variedad, las plantas alcanzan una altura de 265.8 cm. en L1; 285.2 cm en L2 y 245.1 cm en la lámina L3. Asimismo, expanden una superficie foliar de 4,215; 4,819 y de 4,385 cm²/planta, presentan un número promedio de mazorcas por planta de 0.99, 1.02 y 0.88 y el peso promedio de mazorcas fue e 184.6 g, 144.5 g y 141.1 g., para L1, L2 y L3 respectivamente.

En la variedad **INIA 615-NEGRO CANAAN** de maíz morado, el rendimiento medio de mazorcas fue de 9,067 kg/ha en L1: ETc = 420 mm, de 8,486 kg/ha en L2: ETc = 340 mm y de 7,169 kg/ha en L3: ETc = 260 mm. En esta variedad, las plantas alcanzan una altura de 269.3 cm. en L1; 255.3 cm en L2 y 224.8 en la lámina L3. Asimismo, expanden una superficie foliar de 4,168, 3,989 y de 3,896 cm²/planta, presenta un número promedio de mazorcas por planta de 1.17, 1.06 y 1.02 y el peso promedio de mazorcas fue e 168.7 g, 162.7 g y 152.3 g., para L1, L2 y L3 respectivamente.

En la variedad **CANTEÑO** de maíz morado, el rendimiento medio de mazorcas, fue de 8,854.9 kg/ha en L1: ETc = 420 mm, de 8,127 kg/ha en L2: ETc = 340 mm y de 7,318 kg/ha en L3: ETc = 260 mm. en esta variedad, las plantas alcanzan una altura de 259.3 cm. en L1; 260.1 cm en L2 y 214.0 cm en la lámina L3. Asimismo, expanden una superficie foliar de 4,894, 4,694 y de 4,669 cm²/planta, presentan un número promedio

de mazorcas por planta de 1.04, 1.03 y 0.93 y el peso promedio de mazorcas fue e 193.8 g, 167.1 g y 161.7 g., para L1, L2 y L3 respectivamente.

En la variedad **CAJAMARCA** de maíz morado, el rendimiento medio de mazorcas, fue de 9,349 kg/ha en L1: ETc = 420 mm, de 7,766 kg/ha en L2: ETc = 340 mm y de 6,500 kg/ha en L3: ETc = 260 mm. En esta variedad, las plantas alcanzan una altura de 255.3 cm. en L1; 271.3 cm en L2 y 234.5 en la lámina L3. Asimismo, expanden una superficie foliar de 4,896, 5,012 y de 4,669 cm²/planta, presenta un número promedio de mazorcas por planta de 1.00, 1.01 y 0.96 y el peso promedio de mazorcas fue e 185.0 g, 155.2 g y 152.4 g., para L1, L2 y L3 respectivamente.

4.2 Parámetros agronômicos del cultivo de maíz morado

Las plantas cultivadas presentan características morfológicas y fisiológicas propias de su especie. La agronomía de los cultivos requiere de parámetros para evaluar su respuesta al medio edáfico, hídrico y climático. Bajo las condiciones del ensayo, el cultivo de maíz morado en general, puede caracterizarse al presentar una Eficiencia de uso de agua (EUA) de 2.18 kg de mazorcas producidas por metro cubico de agua aplicada, Un índice de cosecha (IC%) de 44.0%, un índice de área foliar de 2.9 m²/m² y un coeficiente de transpiración de 220.7 litros evapotranspirados por kg de materia seca producida.

4.2.1 Eficiencia de Uso de Agua (EUA – kg/m³)

La eficiencia de uso de agua es el principal parámetro agronómico de los cultivos, y relaciona los kilogramos producidos por metro cúbico de agua aplicado en el riego.

Para la lámina programada L1: 420 mm, con un rendimiento medio de 9,182 kg/ha de mazorcas, un requerimiento de riego de 4,667 m³/ha, un Kc medio de 0.97 y una ETc media/campaña de 3.13 mm/día, la eficiencia de uso de agua (EUA) promedio es 1.97 kilogramos de mazorcas producidas porm³ de agua aplicada.

En la lámina L2: 340 mm, con un rendimiento medio de 8,080 kg/ha de mazorcas, 3,777 m³/ha aplicados en el riego, un Kc de 0.79 y una ETc media de 2.50 mm/día, la EUA es 2.14 kg/m³, mayor que L1 en 8.6%, relacionado con el menor requerimiento de riego.

En condiciones de L3: 260 mm, con 7,013 kg/ha de mazorcas, 2,892 m³/ha/campaña aplicados, un Kc de 0.61 y una ETc media es 1.89 mm/dia, la EUA de 2.43 kg/m³, es 13.5% mayor que L2 y 23.3 % mayor que L1. Al respecto, **Alvarado (2014)** estudiando los efectos del nivel nutricional bajo tres láminas de riego en maíz morado PMV 581

encontró valores de EUA para L1: 4,121 m³/ha de 1.87 kg/m³, en L2: 3,530 m³/ha de 1.89 kg/m³ y en L3: 2,941 m³/ha de 1.78 kg/m³.

Asimismo, respecto a la respuesta para variedades de maíz morado, PMV-581 presenta una EUA de 2.18 kg/m³, en 615- NEGRO CANAAN el valor es 2.22 kg/m³, en CANTEÑO 2.19 kg/m³ y en la variedad CAJAMARCA la EUA es 2.10 kg/m³, presentando valores muy similares entre si.

Al respecto, **Espinoza (2003)**, investigando sobre el efecto de la fertirrigación nitrogenada y la densidad de plantas en maíz morado PMV 581, en condiciones similares de calidad de agua, suelo y medio ambiente, encontró valores medios para la EUA de 3.6 kg/m³. **Solano (1999)**, al investigar sobre el efecto de la fertirrigación NPK en el rendimiento de tres variedades de maíz morado, encontró valores de EUA de 1.21 kg/m³ para la variedad MORADO CANTEÑO, de 1.20 kg/m³ para la variedad PMV – 581 de Huánuco y de 1.17 kg/m³ para la variedad PMV 581. **Aguirre (2016)**. Investigando sobre el efecto de de los humatos de potasio y de la fertilización nitrógenada en maíz morado cv. PROSEMILLAS encontró como valor medio 1.66 kg/m³. **Mayanga (1911)** estudiando la respuesta del maíz morado **PMV 581** a la fertilización nitrogenada, encontró como valor medio una EUA de 1.3 kg/m³. Finalmente, **Retuerto (2014)** estudiando la respuesta a la fertilización NPK del maíz morado INIA 615 NEGRO CANAAN encontró un valor medio de 1.93 kg/m³.

4.2.2 Índice de área foliar (IAF-m²/m²)

Parámetro que expresa la relación entre la superficie foliar expuesta a la radiación solar por unidad de terreno y por tanto, un gran estimador de la capacidad de producción del cultivo.

Para láminas de riego, L1: 420 mm, se caracteriza por presentar un IAF de 2.89 m² de superficie foliar por m² de terreno. Asimismo, en L2: 340 mm el valor del IAF es ligeramente superior con 3.02 m²/m². Finalmente, L3: 260 mm, presenta una IAF de 2.79 m²/m², mostrando diferencias porcentuales entre láminas de riego menores de 8.0%.

Para la variedad PMV-581 el IAF se eleva a 2.94 m²/m², en 615 NEGRO CANAAN el valor es menor con 2.55 m²/m², en CANTEÑO ligeramente superior con 2.98 m²/m² y finalmente, para la variedad CAJAMARCA se presenta el mayor IAF con 3.08 m²/m². Al respecto, **Solano (1999)**, sobre el efecto de la fertirrigación NPK en tres variedades de maíz morado, encontró valores en el IAF de 3.09 m²/m² para la variedad morado

CANTEÑO, de 3.14 m²/m² para la variedad PMV -581 de Huánuco y de 3.05 m²/m² para la variedad PMV -581 de Cañete. **Mayanga (2014)**, en maíz morado PMV 581 el promedio (considerando una población de plantas de 66,000 plantas/ha) el valor medio del índice de área foliar (IAF) de 4.67 m²/m². **Retuerto (2014)** estudiando la respuesta a la fertilización NPK del maíz morado INIA 615 NEGRO CANAAN encontró un valor medio en el índice de área foliar de 2.42 m²/m².

4.2.3 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 + tallos + mazorcas +panca+panoja).

Para láminas de riego, L1:420 mm, se caracteriza por presentar un IC de 44.2%, en L2. 340mm, el valor del IC es ligeramente menor con 43.0%. Finalmente, L3: 260 mm, presenta una IAF de 44.8%, mostrando entre láminas de riego diferencias porcentuales no significativas. Para variedades, PMV-581 presenta un ICde 45.6%, para 615 NEGRO CANAAN el valor es menor con 44.4%, en CANTEÑO ligeramente superior con 45.2 y finalmente, para la variedad CAJAMARCA se presenta el menor IC con 40.6% m²/m².

Al respecto, **Solano (1999)**, encontró valores en el IC de 38.1% para la variedad morado Canteño, de 37.8% para la variedad PMV -581 de Huánuco y de 37.5% para la variedad PMV -581 de Cañete.**Mayanga (2014)**, en maíz morado PMV 581 encontró un valor medio de 31.4% y **Retuerto (2014)** estudiando la respuesta a la fertilización NPK del maíz morado INIA 615 NEGRO CANAAN encontró un valor medio de 49.0%. Finalmente, **Aguirre (2016)**, estudiando la respuesta al nitrógeno del maíz morado híbrido PROSEMILLAS encontró una media en el índice de cosecha de 52.6%

4.2.4 Coeficiente de transpiración (CT-l/kg)

Parámetro agronómico que indica la cantidad de agua evapotranspirada necesaria para producir un kilogramo de materia seca - parte aérea.

Para láminas de riego, la lámina L1: 420 mm, se caracteriza por presentar un CT de 245.7 litros de agua evapotranspirados por kg de materia seca producida, en L2: 340 mm, el valor del CT es ligeramente menor con 220.6 l/kg, y en L3:260 mm, un CT aún menor con 195.7 l/kg mostrando diferencias entre láminas de riego muy significativas.

Para variedades, en PMV-581 elCT se eleva 254.9 l/kg, en 615 NEGRO CANAAN el valor es 222.5 l/kg, en CANTEÑO disminuye a 211.3 l/kg y finalmente, para la variedad CAJAMARCA se presenta el menor coeficiente de transpiración (CT) con 193.8 l/kg.

Al respecto, **Solano (1999)**, encontró valores de 234.9 l/kg para la variedad MORADO CANTEÑO, de 229.3 l/kg para la variedad PMV -581 de Huánuco y 229.2 l/kg para la variedad PMV -581 de Cañete. Asimismo, **Mayanga (2011)**, en maíz morado PMV 581 encontró un valor medio (considerando una población de plantas de 66,000 plantas/ha) en el coeficiente de transpiración de 187.5 l/kg. Finalmente, **Retuerto (2014)** estudiando la respuesta a la fertilización NPK del maíz morado INIA 615 NEGRO CANAAN encontró un valor mediodo de 253.9 l/kg. Finalmente, **Aguirre (2016)**, estudiando la respuesta al nitrógeno del maíz morado híbrido PROSEMILLAS encontró una media de 318.3 litros evapotranspirados por kg de materia seca producida.

Tabla 6: Resultados y parámetros agronómicos de cuatro variedades de maíz morado para L1: ETc =420 mm/campaña

Características	unidad	Variedades de maíz morado				PROMEDIO
		PMV 581	615 CANAAN	CANTEÑO	CAJAMARCA	
Rendimiento de mazorcas	kg/ha 14% hum	9,459.0	9,067.0	8,854.9	9,349.0	9,182.5
Variables de crecimiento						
Altura de planta	cm	265.8	269.3	259.3	255.3	262.4
Área foliar	cm²/planta	4,215	4,168	4,894	4,896.3	4,543
Materia seca total	g/planta	263.9	259.3	258.7	301.1	270.8
Componentes del rendimiento						
Número de plantas	plantas/m²	6.51	6.00	6.37	6.52	6.35
Numero de mazorcas	planta	0.99	1.17	1.04	1.00	1.05
Peso promedio de mazorca	g	184.6	168.7	193.8	185.0	183.0
Parámetros agronómicos						
Eficiencia de uso de agua (EUA)	kg/m³	2.02	1.94	1.90	2.00	1.97
Índice de cosecha (IC-%)	%	49.1	41.6	44.5	41.6	44.2
Índice de área foliar (IAF)	m²/m²	2.74	2.50	3.11	3.19	2.89
Coeficiente de transpiración (CT)	l/kg	244.1	269.9	254.8	213.9	245.7
Variables de calidad de grano						
Concentracion de antocianinas	mgA/100g	682.5	725.3	729.7	731.3	717.2

Tabla 7: Resultados y parámetros agronómicos de cuatro variedades de maíz morado en L2: ETc = 340 mm/campaña

Características	unidad	Variedades de maíz morado				PROMEDIO
		PMV 581	615 CANAAN	CANTEÑO	CAJAMARCA	
Rendimiento mazorcas-14%H	kg/ha	7,942.2	8,486.5	8,127.6	7,766.1	8,080.6
Variables de crecimiento						
Altura de planta	cm	285.2	255.3	260.1	271.3	268.0
Área foliar	cm²/planta	4,819	3,989	4,694	5,012.8	4,629
Materia seca total	g/planta	243.2	241.9	250.5	269.1	251.2
Componentes del rendimiento						
Número de plantas	plantas/m²	6.52	6.52	6.67	6.37	6.52
Numero de mazorcas	planta	1.02	1.06	1.03	1.01	1.03
Peso promedio de mazorca	g	144.5	162.7	167.1	155.2	157.4
Parámetros agronómicos						
Eficiencia de uso de agua (EUA)	kg/m³	2.10	2.24	2.15	2.05	2.14
Índice de cosecha (IC-%)	%	43.6	45.3	43.7	39.5	43.0
Índice de área foliar (IAF)	m²/m²	3.14	2.60	3.13	3.19	3.02
Coeficiente de transpiración (CT)	l/kg	264.9	215.6	203.5	198.3	220.6
Variables de calidad de grano						
Concentracion de antocianinas	mgA/100g	655.7	588.4	655.5	591.1	622.7

Tabla 8: Resultados y parámetros agronómicos de cuatro variedades de maíz morado en L3: 260mm/campaña

Características	unidad	Variedades de maíz morado				PROMEDIO
		PMV 581	615 CANAAN	CANTEÑO	CAJAMARCA	
Rendimiento mazorcas-14%H	kg/ha	7,065.1	7,169.6	7,317.9	6,500.2	7,013.2
Variables de crecimiento						
Altura de planta	cm	245.1	224.8	214	234.5	229.7
Área foliar	cm²/planta	4,385	3,896	4,208	4,669.7	4,290
Materia seca total	g/planta	243.7	216.6	229.9	243.9	233.5
Componentes del rendimiento						
Número de plantas	plantas/m²	6.74	6.59	6.44	6.3	6.52
Numero de mazorcas	planta	0.88	1.02	0.93	0.96	0.95
Peso promedio de mazorca	g	141.1	152.3	161.7	152.4	151.8
Parámetros agronómicos						
Eficiencia de uso de agua (EUA)	kg/m³	2.44	2.48	2.53	2.25	2.43
Índice de cosecha (IC-%)	%	44.3	46.5	47.6	40.9	44.8
Índice de área foliar (IAF)	m²/m²	2.95	2.56	2.71	2.94	2.79
Coeficiente de transpiración (CT)	l/kg	255.7	182.2	175.6	169.2	195.7
Variables de calidad de grano						
Concentracion de antocianinas	mgA/100g	516.2	540.5	542.6	597.7	549.3

4.3 Fenología y requerimiento de riego del cultivo de maíz morado

Las tablas 9, 10 y 11 presentan el consumo de agua de riego por estado fenológico del cultivo de maíz morado para las tres láminas programadas en estudio; L1:420 mm, L2: 340 mm y L3: 260 mm. Durante los 162 días que duró el ciclo vegetativo del cultivo, el uso-consumo de agua de riego por goteo, con una eficiencia de riego de 90% fue de 4,667 m³/ha, 3,777 m³/ha y 2,888 m³/ha respectivamente.

En general los diferentes estados fenológicos del cultivo de maíz morado en las tres láminas de riego programadas, ocurrieron en tiempos similares. En el periodo de siembra a emergencia se aplicaron 113.16 m³/ha en los tres regimenes de riego en estudio.

A los 17 DDS (días después de la siembra), al inicio del crecimiento vegetativo, con 5 hojas desplegadas, el consumo de agua fue de 344.3 m³/ha en L1:420 mm, de 302.6 m³/ha en L2:340 mm y de 280.1 m³/ha en L3: 260 mm. Asimismo en ese momento se registro un Kc medio de 0.72, 0.59 y 0.52 respectivamente

A los 33 DDS el cultivo presentó ocho hojas verdaderas, y el consumo de agua fue 722.1m³/ha para la L1, 646.1 m³/ha para la L2 y 574.5m³/ha para la L3. Asimismo, en ese momento la evapotranspiración del cultivo (ETc) fue 2.12 mm/día con un Kc medio de 0.77 en L1; de 1.93 mm/día con el Kc estimado 0.70en L2 y 1.65 mm/día con el Kc estimado 0.60 para L3 respectivamente.

A los 47 DDS el cultivo presentó elongación del tallo. En ese momento el consumo de agua para L1, L2 y L3 fue de 1,105.4 m³/ha, 993.8 m³/ha y 849.2 m³/ha respectivamente representando el 23.6%, 26.3% y 29.3% de las láminas totales, Respecto a la evapotranspiración del cultivo para la L1, L2 y L3 fue de 2.46, 2.23y 1.76 mm/día respectivamente y el Kc fue de 0.89, 0.81 y 0.64 respectivamente.

A los71 DDS el cultivo presentó aparición del órgano floral. En este momento el gasto parcial de agua para la L1, L2 y L3 fue de 1,915.5 m³/ha, de 1,696.5 y 1,394.8 m³/ha respectivamente, representando el 41.0%, 44.9 % y 48.2% de las láminas totales. En cuanto a la evapotranspiración del cultivo (ETc) fue de 3.03, mm/día, 2.63 y 2.04 mm/día para la L1, L2 y L3 respectivamente y el Kc de 0.98, 0.85 y 0.66.

A los 82 DDS inicia la floración femenina, siendo el consumo de agua para la L1, L2 y L3 de 2,351.2 m³/ha, 2,045.0m³/ha y 1,660.1 m³/ha, representando un 50.3%, 54.1% y 57.4% respectivamente. Asimismo, la ETc del cultivo fue de 3.56, mm/día 2.85 y 2.17

para las L1, L2 y L3 respectivamente con un Kc medio de 1.15, 0.92 y 0.70 en ese mismo orden.

A los 91 DDS empieza la aparición de la inflorescencia femenina, y ocurre la polinización, en este momento el consumo parcial de agua fue de 2,821.8 m³/ha, 2,394.4 m³/ha y 1,909.1 m³/ha para las láminas L1, L2 y L3 representando 60.4%, 63.3% y 66.0% de la lámina total aplicada respectivamente. En este periodo la ETc para L1, L2 y L3 fue de 4.70 mm/día, 3.49 y 2.49 y el Kc alcanza su valor máximo en el ciclo del cultivo con valores de 1.36, 1.01 y 0.72.

A los 102 DDS se inicia la formación de la mazorca siendo el gasto de agua en este momento fenológico para la L1,L2 y L3 de 3,419.4 m³/ha, 2583.63 y 2020.79 m³/ha, representando 73.27%, 75.98% y 77.72% de la lámina total aplicada .En este periodo la ETc para la L1, L2 y L3 fue de 4.88, 3.89, y 2.75 con un Kc de 1.28, 1.02 y 0.72 respectivamente.

A los 116 DDS inicia el desarrollo de la mazorca, grano pastoso, siendo el gasto de agua en este momento fenológico para la L1, L2 y L3 de 4,126 m³/ha, de m³ y 3,045.4m³/ha .En este periodo la ETc para la L1, L2 y L3 fue de 4.54 mm/día, 3.43 y 2.29 respectivamente y el Kc de 1.19, 0.90 y 0.60.

Hasta los 128 DDS el uso - consumo de agua fue de 4,667.1 m³/ha, 3,777.4 m³/ha y 2,892.5 m³/ha para la L1, L2 y L3 respectivamente. En este periodo la ETc fue de 4.05, 2.79 y 2.18 mm/día, con un Kc medio de 0.93, 0.64 y 0.50, para L1, L2 y L3 respectivamente. Terminada esta etapa de maduración, se cerró el sistema de riego para la cosecha de mazorcas con un nivel adecuado de humedad.

Al respecto, **Solano (1999)**, en una siembra de verano, sobre el efecto de la fertirrigación NPK en tres variedades de maíz morado, gasto un total de agua de riego de 3,765.4 m³/ha, siendo el periodo vegetativo promedio de 108 días. Asimismo, **Espinoza (2003)**, estudiando el efecto de la fertirrigación nitrogenada en maíz morado PMV 581, gastó un total de 3,025.4 m³/ha, siendo el periodo vegetativo de 184 días. **Mayanga (2011)**, en maíz morado PMV 581 obtuvo un gasto de 4,420.9 m³/ha. **Rodriguez (2013)** probando la respuesta de maíz morado PMV 581 a la fertilización NPK con y sin ácidos húmicos gastó en riego por goteo 4,114.1 m³/ha. Asimismo, **Aguirre (2016)**, probando el efecto de la fertilización nitrogenada, en similares condiciones de clima y suelo tuvo un gasto de 3,659.9 m³/ha. **Sánchez (2007)**, en tres híbridos maíz amarillo duro, probando el efecto de la fertilización nitrogenada – potásica, gastó 4,221.9 m³/ha, siendo el periodo vegetativo de 129 días y **Vásquez (2007)**, en maíz híbrido PM-702,

probando el efecto de la fertilización nitrogenada gastó 5,6401 m³/ha, siendo el periodo vegetativo de 175 días.

4.4 Estadode la humedad del suelo por lámina de riego en estudio

Cinco determinaciones de la humedad del suelo se realizaron durante el ciclo vegetativo del cultivo, desde el estadio fenológico de 5 hojas (21 dds) donde la humedad media del suelo para L1, L2 y L3 fueron; 26.7%, 24.9% y 23.6% hum. vol, siendo la succión mátrica media de 0.38 bar, 0.56 bar y 0.83 bar respectivamente.

En el estadio fenológico de 6 hojas (36 dds) la humedad media del suelo para los regímenes L1, L2 y L3 fueron; 25.8%, 23.2% y 22.8% hum. vol, siendo la succión mátrica media de 0.46 bar, 0.91 bar y 1.05 bar respectivamente.

En el estado fenológico de 8 hojas (66 dds) la humedad de suelo para los regímenes L1, L2 y L3 fueron; 25.8%, 23.2% y 21.5% hum. vol., siendo la succión mátrica de 0.47 bar, 0.92 bar y 1.95 bar respectivamente.

Para el estado fenológico de panojamiento (97 dds) la humedad del suelo para L1, L2 y L3 fue 25.5%, 24.0% y 23.2% hum. vol. , siendo la variación en términos de succión mátrica de 0.5, 0.72 y 0.92 bar respectivamente.

Para el estado fenológico llenado de grano (126 dds) las humedades de suelo para L1, L2 y L3 fueron 27.3%, 24.7% y 22.1% hum. vol. siendo la variación en términos de succión mátrica de 0.34, 0.58 y 1.50 bar respectivamente. En general, durante el tiempo que duro ciclo vegetativo del cultivo de maíz morado las humedades promedio para los regímenes L1, L2 y L3 fueron; 26.2%, 24.0% y 22.6% hum. vol., siendo la succión mátrica media de 0.42bar, 0.72 bar y 1.16 bar respectivamente.

Tabla 9: Fenología del cultivo de maíz morado y características hídricas de L1: ETc/campaña = 420mm

FECHA	ESTADO FENOLOGICO	DDS	DIAS ACUMULADOS	E _o (mm/día)	K _c	ET _c	RR neto (mm)	RR total (m ³ /ha)	Intervalo de riego (días)	Número de riegos
22-sep	SIEMBRA	*	-8				4.200	46.67		
30-sep	0. Germinación	0	0	1.70	0.44	0.748	5.984	66.49	6.41	1.24
17-oct	1. Crecimiento lento-5 hojas	17	17	1.70	0.72	1.224	20.808	231.20	3.92	4.33
02-nov	2. Desarrollo de hojas-8 hojas	16	33	2.76	0.77	2.125	34.000	377.78	2.26	7.08
16-nov	3. Elongación del tallo	14	47	2.76	0.89	2.464	34.496	383.28	1.94	7.21
10-dic	4. Aparición del órgano floral	24	71	3.10	0.98	3.038	72.912	810.13	1.58	15.19
21-dic	5. Plena floración-12 hojas.Flor femenina	11	82	3.10	1.15	3.565	39.215	435.72	1.34	8.21
30-dic	6. Polinización	9	91	3.46	1.36	4.705	42.350	470.55	1.02	8.82
10-ene	7. Formación de la mazorca:G.lechoso	11	102	3.82	1.28	4.887	53.785	597.61	0.98	11.22
24-ene	8. Desarrollo de la mazorca.G. pastoso	14	116	3.82	1.19	4.545	63.641	707.12	1.05	13.33
05-feb	9. Maduración del grano.G. maduro	12	128	4.36	0.93	4.054	48.657	540.63	1.18	10.17
23-feb	COSECHA	18	146							
TOTALES/PROMEDIOS				3.06	0.97	3.136	420.0	4667.0	2.17	86.4

* 45 minutos de riego de pre siembra /

** Eficiencia de riego = 90%

Volúmenes de humedad a aplicar = 4.0 vol. Relación de humedecimiento = 20.0% (0.20)

Profundidad del bulbo = 60 cm Lámina a aplicar: $L_a = 4.0 \text{ vol} \times 0.20 \times 60 \text{ cm} = 48 \text{ m}^3/\text{ha} = 4.8 \text{ mm}$

Tabla 10: Fenología del cultivo de maíz morado y características hídricas de L2: ETc/campaña = 340 mm

FECHA	ESTADO FENOLOGICO	DDS	DIAS ACUMULADOS	E_o (mm/día)	K_c	ET_c (mm/día)	RR neto (mm)	RR total (m³/ha)	Intervalo de riego (días)	Número de riegos
22-sep	SIEMBRA		-8				4.200	46.67		
30-sep	0. Germinación	0	0	1.70	0.44	0.748	5.984	66.49	6.41	1.24
17-oct	1. Crecimiento lento-5 hojas	17	17	1.70	0.59	1.003	17.051	189.45	4.78	3.55
02-nov	2. Desarrollo de hojas-8 hojas	16	33	2.76	0.70	1.932	30.912	343.47	2.48	6.45
16-nov	3. Elongación del tallo	14	47	2.76	0.81	2.235	31.298	347.76	2.14	6.54
10-dic	4. Aparición del órgano floral	24	71	3.10	0.85	2.635	63.240	702.66	1.82	13.18
21-dic	5. Plena floración-12 hojas. Flor femenina	11	82	3.10	0.92	2.852	31.372	348.57	1.68	6.54
30-dic	6. Polinización	9	91	3.46	1.01	3.494	31.446	349.40	1.37	6.56
10-ene	7. Formación de la mazorca: G. lechoso	11	102	3.82	1.02	3.896	42.860	476.22	1.23	8.94
24-ene	8. Desarrollo de la mazorca: G. pastoso	14	116	3.82	0.90	3.438	48.132	534.80	1.39	10.07
05-feb	9. Maduración del grano: G. maduro	12	128	4.36	0.64	2.790	33.480	372.00	1.72	6.97
23-feb	COSECHA	18	146							
TOTALES/PROMEDIOS				3.06	0.79	2.502	340.0	3,777.5	2.50	70.1

* 45 minutos de riego de pre siembra/

** Eficiencia de riego = 90%

Volúmenes de humedad a aplicar = 4.0 vol. Relación de humedecimiento = 20.0% (0.20)

Profundidad del bulbo = 60 cm Lámina a aplicar: $La = 4.0 \text{ vol} \times 0.20 \times 60 \text{ cm} = 48 \text{ m}^3/\text{ha} = 4.8 \text{ mm}$

Tabla 11: Fenología del cultivo de maíz morado y características hídricas de L3: ETc/campaña = 260mm

<i>FECHA</i>	<i>ESTADO FENOLOGICO</i>	<i>DDS</i>	<i>DIAS ACUMULADOS</i>	<i>Eo (mm/día)</i>	<i>Kc</i>	<i>ETc mm/día</i>	<i>RR neto (mm)</i>	<i>RR total (m3/ha)</i>	<i>Intervalo de riego (días)</i>	<i>Número de riegos</i>
22-sep	SIEMBRA		-8				4.200	46.67		
30-sep	0. Germinación	0	0	1.70	0.44	0.748	5.984	66.48	6.41	1.24
17-oct	1. Crecimiento lento-5 hojas	17	17	1.70	0.52	0.884	15.028	166.97	5.42	3.13
02-nov	2. Desarrollo de hojas-8 hojas	16	33	2.76	0.60	1.656	26.496	294.40	2.89	5.53
16-nov	3. Elongación del tallo	14	47	2.76	0.64	1.766	24.724	274.71	2.72	5.14
10-dic	4. Aparición del órgano floral	24	71	3.10	0.66	2.046	49.104	545.60	2.34	10.25
21-dic	5. Plena floración-12 hojas. Flor femenina	11	82	3.10	0.70	2.170	23.870	265.22	2.21	4.97
30-dic	6. Polinización	9	91	3.46	0.72	2.491	22.419	249.10	1.92	4.68
10-ene	7. Formación de la mazorca: G. lechoso	11	102	3.82	0.72	2.750	30.254	336.16	1.74	6.32
24-ene	8. Desarrollo de la mazorca G. pastoso	14	116	3.82	0.60	2.292	32.088	356.53	2.09	6.69
05-feb	9. Maduración del grano. G. maduro	12	128	4.36	0.50	2.180	26.160	290.67	2.20	5.45
23-feb	COSECHA	18	146							
TOTALES/PROMEDIOS				3.06	0.61	1.898	260.3	2892.5	2.99	53.4

* 45 minutos de riego de pre siembra/

** Eficiencia de riego = 90%

Volúmenes de humedad a aplicar = 4.0 vol. Relación de humedecimiento = 20.0% (0.20)

Profundidad del bulbo = 60 cm Lámina a aplicar: $La = 4.0 \text{ vol} \times 0.20 \times 60 \text{ cm} = 48 \text{ m}^3/\text{ha} = 4.8 \text{ mm}$

Tabla 12: Muestreo de humedad del suelo en los diferentes estados fenológicos del cultivo maíz morado

Lámina de riego	Fecha muestreo	5 hojas			6 hojas			8 hojas			Panojamiento			Llenado de Grano			Prom. general %Hg	Prom. general %Hv
		12/10/2014			27/10/2014			26/11/2014			27/12/2014			25/01/2015				
	Profundidad	%Hg	%Hv	Prom. %Hv	%Hg	%Hv	Prom. %Hv	%Hg	%Hv	Prom. %Hv	%Hg	%Hv	Prom. %Hv	%Hg	%Hv	Prom. %Hv		
L1	15	17.43	24.75	26.69	17.54	24.91	25.8	17.02	24.17	25.8	16.49	23.42	25.5	18.08	25.67	27.34	17.2	26.26
	30	17.11	26.35		16.38	25.23		16.48	25.38		16.75	25.79		17.64	27.17			
	45	17.9	28.99		16.98	27.51		17.22	27.9		16.94	27.44		18.01	29.18			
L2	15	15.8	22.43	24.91	13.53	19.22	23.2	15.84	22.49	23.2	14.66	20.82	24.0	16.02	22.75	24.75	15.7	24.05
	30	15.72	24.21		15.83	24.38		15.02	23.13		15.77	24.29		16.28	25.07			
	45	17.34	28.1		16.18	26.21		14.88	24.11		16.76	27.15		16.32	26.44			
L3	15	15.21	21.6	23.6	14.06	19.97	22.8	14.13	20.06	21.5	14.64	20.79	23.2	15.11	21.46	22.19	14.8	22.67
	30	15.17	23.37		14.85	22.87		13.01	20.04		15.01	23.12		14.42	22.21			
	45	15.93	25.8		15.81	25.61		15.2	24.62		15.87	25.71		14.14	22.91			

4.5 Variables de crecimiento del cultivo Maíz Morado

Para las variables evaluadas; altura de la planta, área foliar, número de hojas, diámetro de tallo, el análisis de variancia no muestra diferencias significativas para los factores en estudio, excepto en la variable altura de planta para láminas de riego.

Al respecto, **Espinoza (2003)**, encontró significación estadística solo para la variable altura de planta, presentándose el mayor valor (2.25 m) a nivel de 160 kg/ha de nitrógeno. El área foliar presenta medias estadísticamente similares, en cambio, **(Solano, 1999)**, en una siembra de verano sobre el efecto de la fertirrigación NPK en tres variedades de maíz morado, no encontró diferencias estadísticas para la altura de planta. En cambio, encontró diferencias altamente significativas para el área foliar. **Andrade (2006)**, en su análisis de variancia indica que para la característica biométrica altura de la planta existen diferencias significativas entre sus tratamientos y según la prueba de Duncan con el tratamiento T6 NPK se obtuvo la mayor altura de planta 2.5m es decir 39% más respecto al tratamiento testigo con 1.8m, con un promedio total de 2.9m, para las variables diámetro de tallo, número de hojas y número de hojas sobre la mazorca principal no existió diferencias significativas entre los tratamientos. Asimismo, **Sánchez (2007)**, en tres híbridos maíz amarillo duro, probando el efecto de la fertilización nitrogenada – potásica encontró diferencias altamente significativas en la altura de planta y área foliar.

4.5.1 Altura de planta (cm)

Para esta variable (Gráfico 1), la prueba de comparación de medias de Duncan presenta medias estadísticamente similares en L1; 420mm y L2; 340mm, pero estadísticamente diferente a L3; 260mm, El mayor valor de 267.9 cm caracteriza L2, estadísticamente similar a la L1 con un valor de 262.3cm pero diferente estadísticamente a L3 con 229.6 cm. Asimismo, respecto a las variedades de maíz morado, la prueba de Duncan indica que PMV-581, INIA-601 CAJAMARCA y INIA-615 NEGRO CANAAN, las medias son estadísticamente similares entre sí, pero al mismo tiempo la variedad PMV-581 es estadísticamente diferente la variedad CANTEÑO, que se caracteriza por presentar el menor valor de 244.5cm.

Tabla 13: Variables de crecimiento de maíz morado

Factor en estudio	Altura de planta (cm)	Área foliar (cm²/planta)	Número de hojas	Diámetro de tallo (cm)	
Láminas de riego (mm)					
L1 : 420	262.39	4543.6	11.5	2.33	
L2 : 340	267.95	4628.8	11.1	2.22	
L3 : 260	229.67	4289.9	10.9	2.14	
Variedades					
V1: PMV-581	265.35	4473.1	11.3	2.16	
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	249.75	4018.2	10.8	2.16	
V3: CANTEÑO	244.56	4599.1	11.4	2.29	
V4: INIA-601 CAJAMARCA	253.69	4859.5	11.3	2.32	
Promedio General	253.34	4487.46	11.19	2.23	
Análisis de variancia					
Fuentes de Variación	GL	Significación			
Lámina Riego (L)	2	*	NS	NS	NS
Variedad (V)	3	NS	NS	NS	NS
Interacción (L X V)	6	NS	NS	NS	NS
CV (%)		10.6	21.1	4.7	9.8

4.5.2 Área foliar (cm²/planta)

Respecto a esta variable (Gráfico 2), la prueba de comparación de Duncan para el efecto de las láminas de riego indica que las medias son estadísticamente similares, siendo el mayor valor 4,628 cm²/planta que caracteriza a L2: 340 mm y el menor valor correspondiente a L3: 260mm con 4,289 cm²/planta. Respecto al efecto de variedades, Duncan indica que existe similitud estadística entre INIA-601 CAJAMARCA, CANTEÑO y PMV-581 sin embargo, la variedad INIA-601 CAJAMARCA es estadísticamente diferente a INIA-615 NEGRO CANAAN que presenta el valor más bajo de 4,018 cm²/planta.

4.5.3 Número de hojas por planta

Para esta variable, (Gráfico 3), la prueba de Duncan para el efecto de las tres láminas de riego, indica que las medias son estadísticamente similares para L1; 420 mm caracterizado por un valor de 11.5 y L2: 340 mm que se caracteriza con un valor de 11.1 hojas/planta, pero diferente estadísticamente con L3:260 mm que presenta un menor valor de 10.9 hojas /planta. De otro lado, respecto a las variedades, la prueba de comparación de medias de Duncan indica que las medias son estadísticamente similares. El mayor valor se presenta la variedad CANTEÑO con 11.4 hojas/planta y la variedad INIA-615 NEGRO CANAAN presenta 10.8 hojas/planta, siendo ésta última la variedad que presenta el menor valor promedio. **Andrade (2006)**, menciona que el análisis de variancia para la variable número de hojas/planta indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos y el promedio de número de hojas es de 10.6, también menciona que el mayor número de hojas fue de 11.2 hojas. Al respecto, **Carrasco (2010)**, evaluando el efecto del nitrógeno en esta variable, encontró que el mayor valor se presenta a nivel de 120 kg/ha de N con 22.2 hojas/planta, estadísticamente similar al valor encontrado a nivel de 180 kg/ha, pero diferente estadísticamente de 240 y 60 kg/ha de N y del testigo no fertilizado, el cual presenta el menor valor con 14.0 hojas /planta.

4.4.4 Diámetro de tallo (cm)

En esta variable (Gráfico 4) las pruebas de comparación de Duncan para el efecto de la aplicación de tres láminas de riego indica que las medias son estadísticamente similares, presentándose el mayor valor la lámina 1 (420mm) con 2.33 cm y la lámina 3

(260mm) presenta el menor valor con 2.14cm. Respecto a las variedades, la prueba de Duncan indica que también las medias son estadísticamente similares, presentándose el mayor valor la variedad INIA-601 CAJAMARCA con un valor de 2.32cm, representando un incremento del 7.4 %, respecto a la variedad PMV-581 con un valor de 2.16cm. **Andrade (2006)**, indica que el diámetro del tallo no existe diferencias estadísticamente entre tratamientos, por tanto, todas las medias incluyendo el testigo tuvieron un comportamiento similar, con un valor medio de 1.8 cm.

4.6 Materia seca total y sus componentes

En la Tabla 14, se presenta los resultados de la aplicación de tres láminas de riego, sobre la materia seca total y de sus componentes; materia seca de hojas, materia seca de tallos, materia seca de mazorca, materia seca de panoja y materia seca de panca.

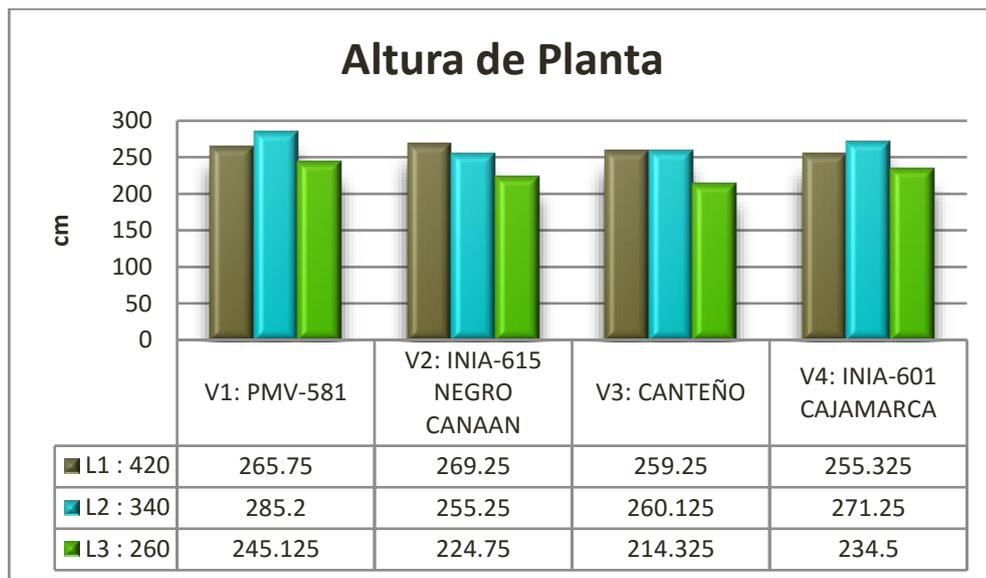
4.6.1 Materia seca de hojas (g/planta)

En esta variable (Gráfico 5), la prueba de comparación de Duncan para los efectos de tres láminas de riego indica que las medias son estadísticamente similares, aunque el mayor valor (34.59g/planta) caracteriza a la L1:420 mm. Asimismo, respecto a las medias de variedades de maíz morado, Duncan indica son estadísticamente similares, el mayor 33.75 g/planta caracteriza a la variedad INIA-601 CAJAMARCA representando una diferencia porcentual de 17% respecto a la L3: 260 mm. **Solano (1999)**, obtuvo diferencias significativas en los niveles de fertilización NPK respecto a la variable materia seca de hojas, el cual a nivel de T3 (180-120-180 kg/ha de N-P2O5 –K2O) obtuvo un valor de 39.0 g/planta el cual difiere en un 39.5% respecto del testigo no fertilizado T0 (0-0-0) el cual obtuvo el menor valor (27.95 g/planta).

4.6.2 Materia Seca de Tallo (g/planta)

En la variable materia seca de tallos (Gráfico 6), la prueba de comparación de Duncan para los efectos de aplicación de las tres láminas de riego indica que las medias son estadísticamente similares, aunque el mayor valor de 86.14g/planta se presenta en L1: 420 mm y el menor valor de 69.92 g/planta que caracteriza a L3: 260 mm. De otro lado para variedades de maíz morado, Duncan indica que las medias de INIA-601 CAJAMARCA es diferente estadísticamente a CANTEÑO, INIA-615 NEGRO CANAAN y a PMV-581, estas últimas estadísticamente similares entre sí. La variedad INIA-601 CAJAMARCA presenta el mayor valor (97.28g) representando 36.2% de incremento respecto al menor valor (71.38g) que caracteriza a la variedad PMV-581.

Gráfico 1: Efecto de la lámina de riego en altura de planta de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

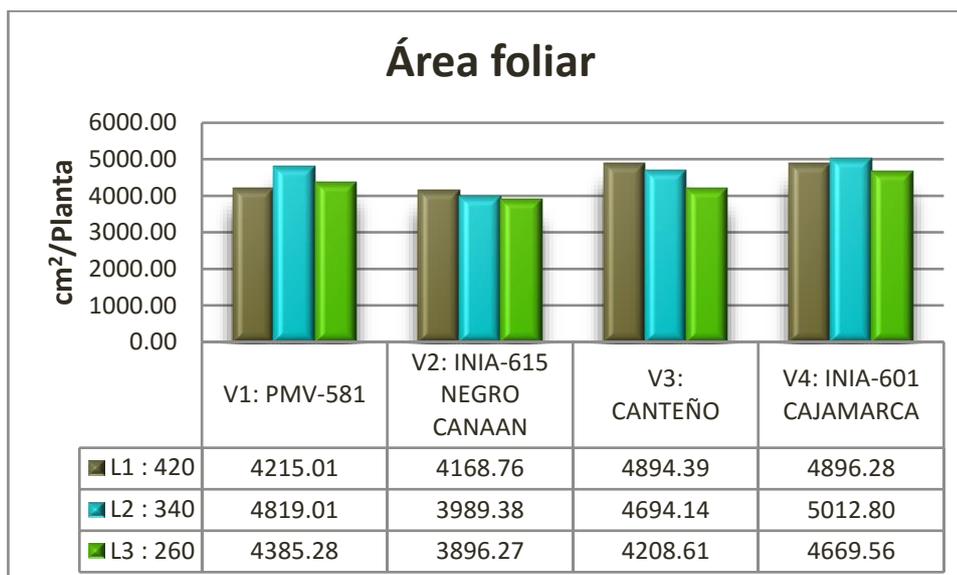
Respuesta de la lámina de riego sobre la altura de planta

Lámina:mm/campaña	Promedio	DUNCAN	% Δ
L2 : 340	267.95	A	116.6
L1 : 420	262.39	A	114.2
L3 : 260	229.67	B	100.0

Respuestade variedadesde maíz morado en la altura de planta

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V1: PMV-581	265.35	A	108.5
V4: INIA-601 CAJAMARCA	253.69	A B	103.7
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	249.75	A B	102.1
V3: CANTEÑO	244.56	B	100.0

Gráfico 2: Efecto de la lámina de riego en el área foliar de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

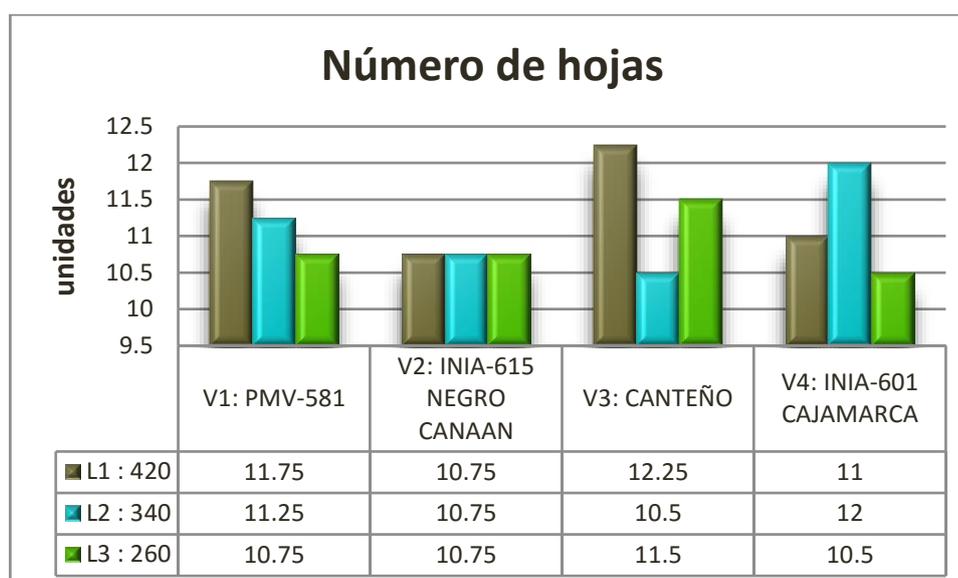
Respuesta de la lámina de riego sobre el área foliar

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L2 : 340	4628.8	A	107.9
L1 : 420	4543.6	A	105.9
L3 : 260	4289.9	A	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado sobre el área foliar

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V4: INIA-601 CAJAMARCA	4859.5	A	120.9
V3: CANTEÑO	4599.1	A B	114.4
V1: PMV-581	4473.1	A B	111.3
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	4018.2	B	100.0

Gráfico 3: Efecto de la lámina de riego en el número de hojas de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

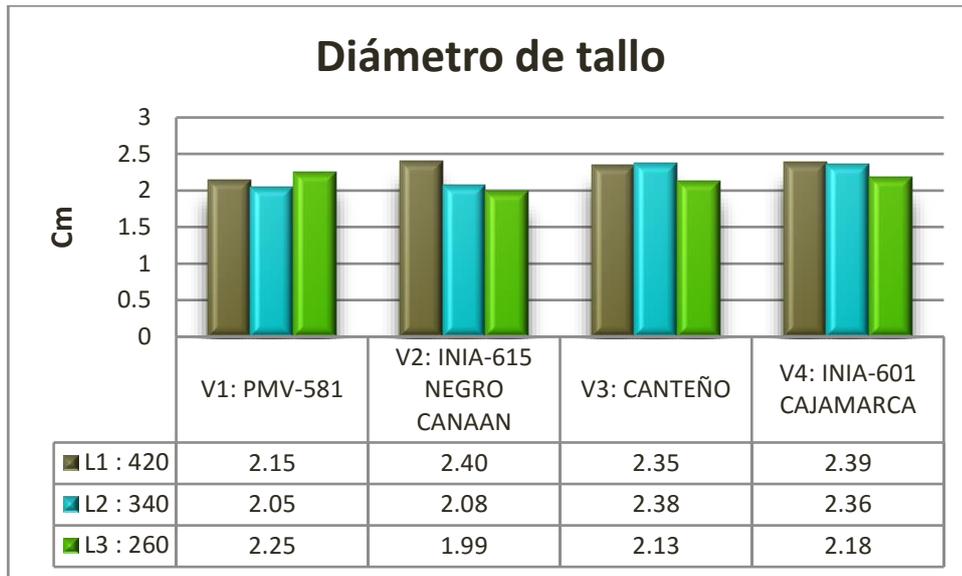
Respuesta de la lámina de riego sobre el número de hojas

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L1 : 420	11.5	A	105.1
L2 : 340	11.1	A B	101.7
L3 : 260	10.9	B	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en el número de hojas.

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V3: CANTEÑO	11.4	A	105.3
V4: INIA-601 CAJAMARCA	11.3	A	103.8
V1: PMV-581	11.3	A	103.8
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	10.8	A	100.0

Gráfico 4: Efecto de la lámina de riego sobre el diámetro de tallo de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

Respuesta de la lámina de riego sobre el diámetro de tallo

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L1 : 420	2.33	A	108.7
L2 : 340	2.22	A	103.7
L3 : 260	2.14	A	100.0

Respuesta de variedades maíz morado en el diámetro de tallo

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V4: INIA-601 CAJAMARCA	2.32	A	107.4
V3: CANTEÑO	2.29	A	106.2
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	2.16	A	100.2
V1: PMV-581	2.16	A	100.0

Espinoza (2003), reporta sus resultados de materia seca de tallos indicando que no se presentaron diferencias estadísticas entre las medias de los niveles T3 (240 kg/ha de nitrógeno), T1 (80 kg/ha de nitrógeno), T2 (160 kg/ha de nitrógeno) y T0 (0 kg/ha de nitrógeno). **Solano (1999)**, evaluó la materia seca de tallos encontrando diferencias altamente significativas entre niveles de fertilización NPK, obteniendo el mayor valor de 97.07 g/planta, a nivel de T3 (180-120-180), similar a T2 (120-80-120) con un valor de 88.25 g/planta, T1 (60-40-60) con un valor de 86.99 g/planta y T4 (240-120-240) con un valor de 75.94 g/planta y finalmente el menor valor 68.85 g/planta se presentó en el testigo no fertilizado T0 (0-0-0).

4.6.3 Materia Seca de Mazorca (g/planta)

En esta variable (Gráfico7), la prueba de comparación de Duncan para la lámina de riego, indica que las medias son estadísticamente similares, presentándose el mayor valor(119.5) para la L1 de 420 mm, con un incremento del 14.3% respecto el promedio de la L3 de 260 mm. Para variedades, Duncan indica que no existe diferencia significativa, sin embargo el mayor valor se presenta en la variedad PMV-581 con un valor de 114.5g/planta, representando un 7.8% de incremento respecto al valor más bajo que se obtuvo de la variedad INIA-615 NEGRO CANAAN con un valor de 106.2g/planta.

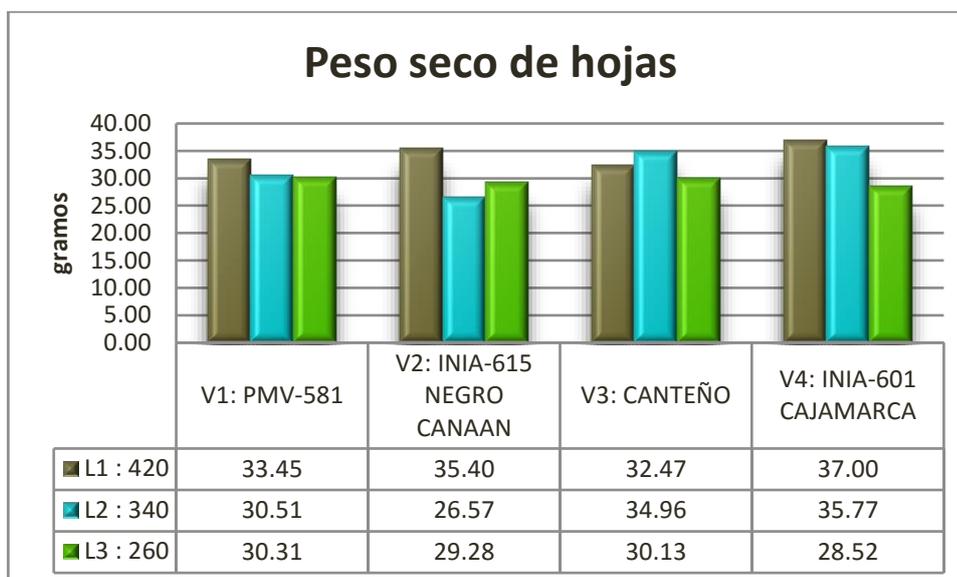
4.6.4 Materia Seca de Panoja (g/planta)

Respecto a esta variable (Gráfico 8), la prueba de Duncan para las láminas de riego indica que las medias no presentan diferencias estadísticas, sin embargo, el mayor valor caracteriza la L1 de 420 mm con un valor de 6.36g/planta, representando un incremento de 8.3% respecto a L3 de 260mm. Asimismo, la prueba de comparación de Duncan indica que no existe diferencia significativa para las variedades de maíz morado respecto al peso seco de panoja, sin embargo, la variedad PMV-581 con un valor de 6.54 muestra un incremento de 15.3% respecto a la variedad INIA-615 NEGRO CANAAN de menor valor(5.67g/plan.

Tabla 14: Distribución de la materia seca de maíz morado (g/planta)

Factor en estudio	Materia seca total (g/planta)	Materia seca de hojas (g/planta)	Materia seca de tallo (g/planta)	Materia seca de mazorca (g/planta)	Materia seca de panoja (g/planta)	Materia seca de panca (g/planta)	
Láminas de riego (mm)							
L1 : 420	166.54	34.59	86.14	119.55	6.36	24.10	
L2 : 340	175.19	31.95	78.65	107.96	6.11	26.47	
L3 : 260	152.40	29.55	69.92	104.52	5.87	23.42	
Variedades							
V1: PMV-581	167.40	31.41	71.38	114.52	6.54	23.59	
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	161.61	30.40	71.80	106.20	5.67	23.56	
V3: CANTEÑO	151.93	32.53	72.46	111.51	6.33	25.16	
V4: INIA-601 CAJAMARCA	177.90	33.75	97.28	110.47	5.92	26.38	
Promedio General	164.71	32.03	78.24	110.68	6.12	24.76	
Análisis de variancia							
Fuentes de Variación	GL	Significación					
Lámina Riego (L)	2	*	NS	NS	NS	NS	NS
Variedad (V)	3	*	NS	**	NS	NS	NS
Interacción (Lámina X Variedad)	6	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)		11.5	24.3	28.1	18	17.5	16

Gráfico 5: Efecto de la lámina de riego en la materia seca de hojas de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

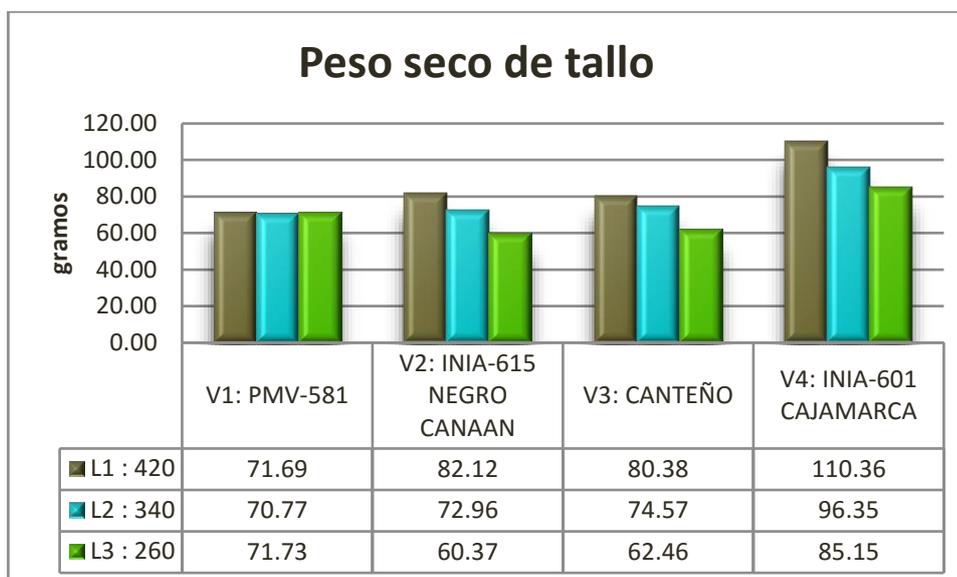
Respuesta de láminas de riego sobre la materia seca de hojas

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L1 : 420	34.59	A	117
L2 : 340	31.95	A	108.1
L3 : 260	29.55	A	100

Respuesta de variedades de maíz morado en la materia seca de hojas

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V4: INIA-601 CAJAMARCA	33.75	A	111.0
V3: CANTEÑO	32.53	A	106.9
V1: PMV-581	31.41	A	103.3
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	30.40	A	100.0

Gráfico 6: Efecto de la lámina de riego en la materia seca de tallo de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

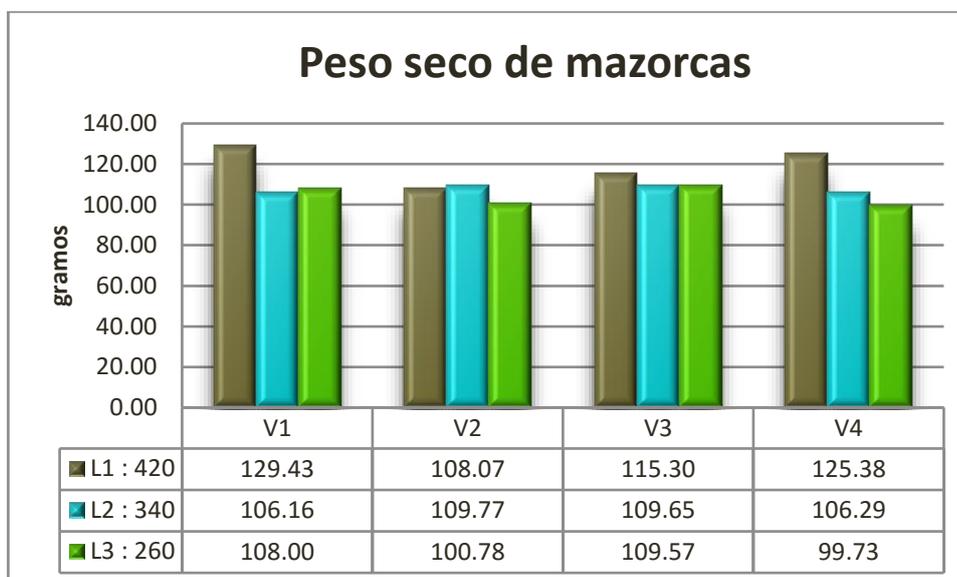
Respuesta de la lámina de riego sobre la materia seca de tallos

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L1 : 420	86.14	A	123.2
L2 : 340	78.65	A	112.4
L3 : 260	69.92	A	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en la materia seca de tallos

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V4: INIA-601 CAJAMARCA	97.283	A	136.2
V3: CANTEÑO	72.467	B	101.5
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	71.808	B	100.6
V1: PMV-581	71.383	B	100.0

Gráfico 7: Efecto de la lámina de riego en la materia seca de la mazorca de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

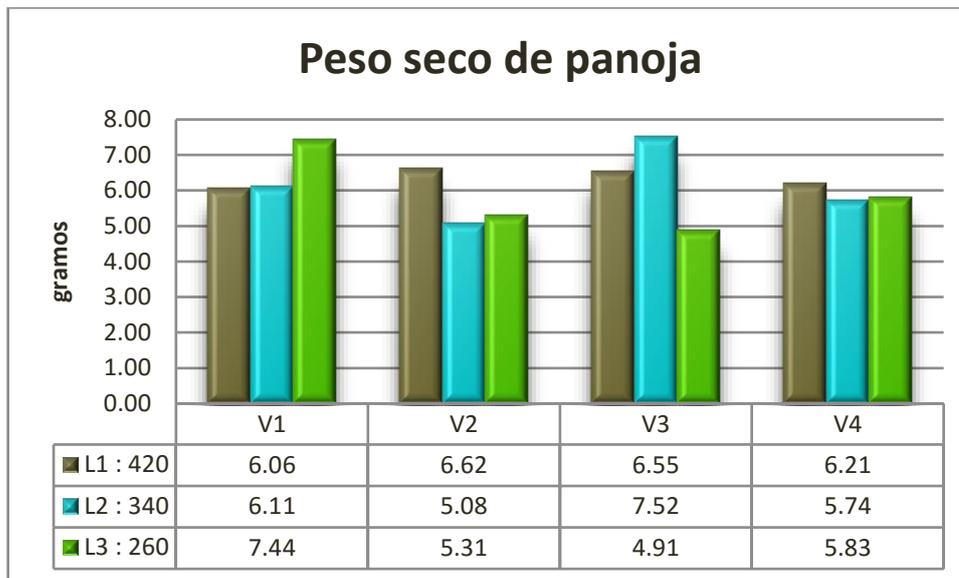
Respuesta de lámina de riego sobre la materia seca de mazorcas

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L1 : 420	119.55	A	114.3
L2 : 340	107.96	A	103.2
L3 : 260	104.52	A	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en la materia seca de mazorcas

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V1: PMV-581	114.52	A	107.8
V3: CANTEÑO	111.51	A	105.0
V4: INIA-601 CAJAMARCA	110.47	A	104.0
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	106.20	A	100.0

Gráfico 8: Efecto de la lámina de riego en la materia seca de la panoja de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

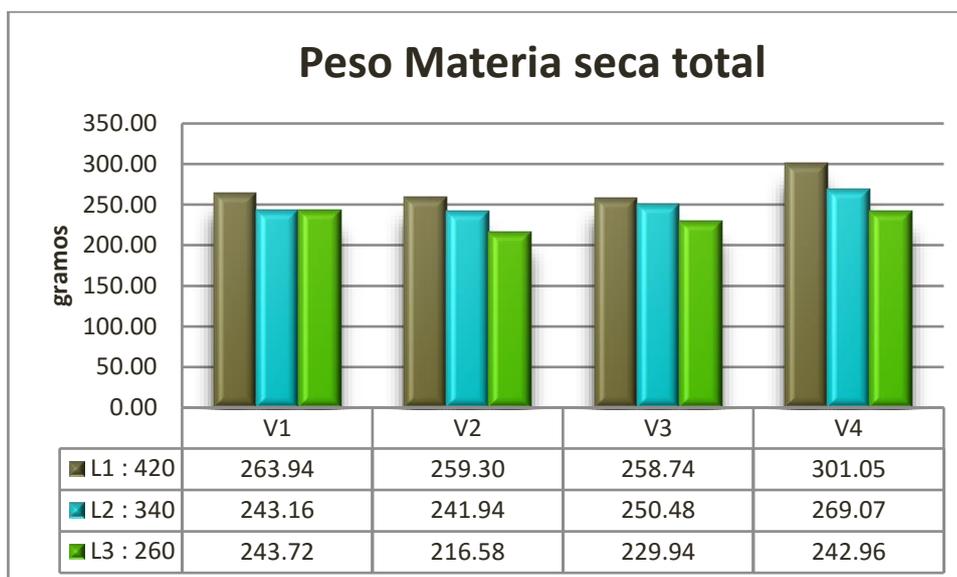
Respuesta de la lámina de riego sobre la materia seca de la panoja

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L1 : 420	6.36	A	108.3
L2 : 340	6.11	A	104.1
L3 : 260	5.87	A	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en la materia seca de la panoja

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V1: PMV-581	6.54	A	115.3
V3: CANTEÑO	6.33	A	111.5
V4: INIA-601 CAJAMARCA	5.92	A	104.4
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	5.67	A	100.0

Gráfico 9: Efecto de la lámina de riego en la materia seca total de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

Respuesta de la lámina de riegos sobre la materia seca total

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L1 : 420	270.76	A	116.0
L2 : 340	251.18	A B	107.6
L3 : 260	233.29	B	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en la materia seca total

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V4: INIA-601 CAJAMARCA	271.03	A	113.2
V1: PMV-581	250.27	A B	104.5
V3: CANTEÑO	246.39	B	102.9
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	239.28	B	100.0

4.6.5 Materia Seca total (g/planta)

En cuanto a esta variable (Gráfico 9), la prueba de comparación de Duncan para los efectos de láminas de riego indica un mayor valor para (270.76g /planta) estadísticamente similar a la lámina 2 que representa a 340 mm, pero estadísticamente diferente a la tercera lámina de riego correspondiente a 260 mm (233.29g/planta). Para las cuatro variedades de maíz morado, Duncan indica que el mayor valor se presenta a para la variedad INIA-601 CAJAMARCA (244.1 g/planta), estadísticamente similar a la variedad PMV-581 (250.27g/planta) y estadísticamente diferente a las otras dos variedades. Sin embargo las tres variedades (PMV-581, V2: INIA-615 NEGRO y CANAAN CANTEÑO) o muestran diferencia significativa. **Solano (1999)** encuentra diferencias estadísticas altamente significativas para niveles de fertilización NPK, el tratamiento T3 (180-120-180) obtuvo el mayor valor 293.3 g/planta, seguido del tratamiento T2 (120-80-120) con un valor de 282.55 g/planta, T1 (60-40-60) con un valor de 262.9 g/planta y T4 (240-160-240) con un valor de 248.2g/planta; el menor valor 228.1 g/planta se presentó en el tratamiento no fertilizado T0 (0-0-0).

4.7 Rendimiento de mazorcas de maíz morado

En la tabla 15, se puede apreciar los resultados en la variable rendimiento total y rendimiento comercial del cultivo de maíz morado, por efecto de la aplicación de tres láminas de riego en cuatro variedades de maíz morado.

Al respecto, el análisis de variancia para probarlos efectos de la lámina de riego en el rendimiento total, muestran diferencias altamente significativas para láminas de riego, sin embargo para variedades, el rendimiento total no presenta significación estadística.

En el rendimiento total, la prueba de comparación de Duncan, indica que para el efecto de láminas de riego, hay diferencias estadísticas entre las medias, el mayor valor caracteriza a la lámina L1 con 9,516.0 kg/ha, presentando un incremento de 26.6% respecto a la lámina L3 y un incremento de 13.0% respecto a la lámina L2. Para efectos de variedades la prueba de comparación de Duncan no muestra diferencias estadísticas, sin embargo la variedad INIA-615-NEGRO CANAAN , muestra un incremento de 3.4% respecto a la variedad INIA-601-CAJAMARCA, que presenta un valor de 8,371.6 kg/ha.

Para el rendimiento comercial, para efectos de la lámina de riego presenta diferencias altamente significativas, sin embargo, para el factor de variedades, no existe significación estadística.

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 m³/ha con 7735.4kg/ha de mazorcas con un incremento del 15.8% respecto a la lámina de riego L2: 3,530m³/ha y de 47.7% respecto de la lámina de riego L3: 2941m³/ha.

Al respecto, para el rendimiento comercial de mazorcas, la prueba de comparación de Duncan para efectos de las láminas de riego, indica que las tres láminas de riego son estadísticamente diferentes, mostrando el mayor rendimiento de mazorcas (9182 kg/ha) que se presenta con la L1: 420 mm/campaña y el menor rendimiento de mazorcas (7013 kg/ha) a nivel de L3:260 mm/campaña. De otro lado, la prueba de comparación de Duncan para variedades, indica que INIA-601 NEGRO CANAAN, PMV.581 Y CANTEÑO son estadísticamente similares, pero que INIA-601 NEGRO CANAAN es diferente estadísticamente de INIA-601-CAJAMARCA, que presenta un rendimiento de 7,871 kg/ha de mazorcas comerciales.

Solano (1999), en una siembra de verano sobre el efecto de la fertirrigación NPK en tres variedades de maíz morado, encontró diferencias altamente significativas para el rendimiento comercial.

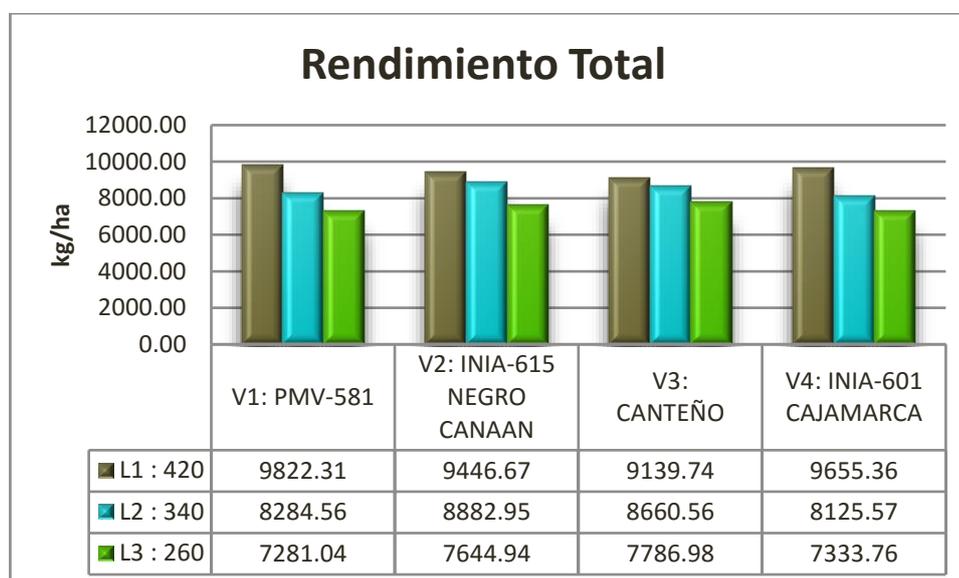
4.7.1 Rendimientos Parciales de Maíz Morado

La Tabla 16, presenta los resultados en la variable rendimiento de primera, rendimiento de segunda y rendimiento de descarte del cultivo de maíz morado, por efecto de la lámina de riego en cuatro variedades de maíz morado.

Tabla 15: Rendimiento total y rendimiento comercial de maíz morado

Factor en estudio		Rendimiento total (kg/ha)	Rendimiento comercial (kg/ha)
Láminas de riego (mm)			
L1 : 420		9516	9182.5
L2 : 340		8488.4	8080.6
L3 : 260		7511.7	7013.2
Variedades			
V1: PMV-581		8462.6	8155.4
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN		8658.2	8241
V3: CANTEÑO		8529.1	8100.2
V4: INIA-601 CAJAMARCA		8371.6	7871.8
PROMEDIO GENERAL		8505.4	8092.1
Análisis de variancia			
Fuentes de Variación	GL	Significación	
Lámina Riego (L)	2	**	**
Variedad (V)	3	NS	NS
Interacción (Lámina X Variedad)	6	*	*
CV(%)		4,8	5,5

Gráfico 10: Efecto de la lámina de riego en el rendimiento total de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

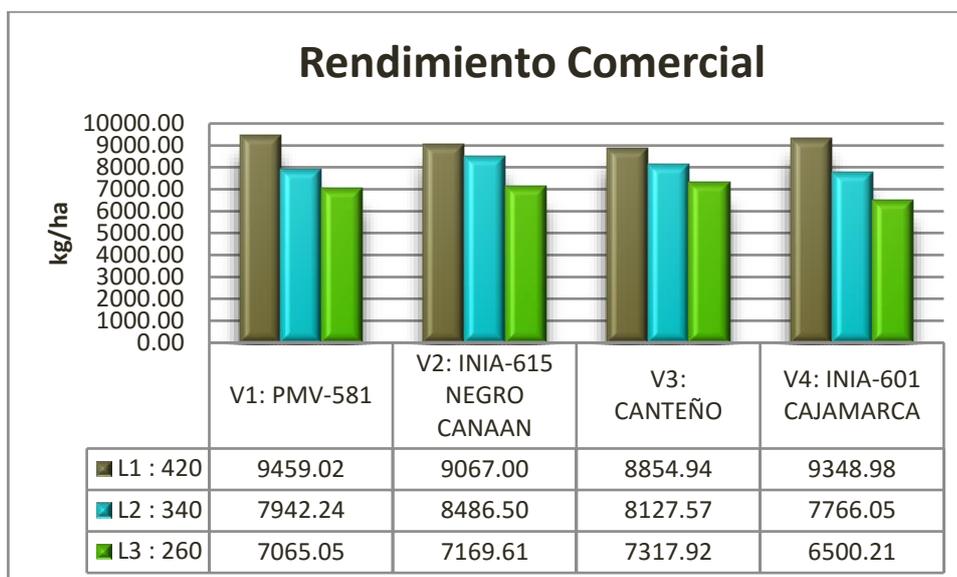
Respuesta de la lámina de riego sobre el rendimiento total

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L1 : 420	9,516.0	A	126.6
L2 : 340	8,488.4	B	113.0
L3 : 260	7,511.7	C	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en el rendimiento total

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	8658.2	A	103.4
V3: CANTEÑO	8529.1	A	101.8
V1: PMV-581	8462.6	A	101.0
V4: INIA-601 CAJAMARCA	8371.6	A	100.0

Gráfico 11: Efecto de la lámina de riego en el rendimiento comercial de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

Respuesta de la lámina de riego sobre el rendimiento comercial

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L1 : 420	9182.5	A	130.9
L2 : 340	8080.6	B	115.2
L3 : 260	7013.2	C	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en el rendimiento comercial

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	8241.0	A	104.6
V1: PMV-581	8155.4	A B	103.6
V3: CANTEÑO	8100.2	A B	102.9
V4: INIA-601 CAJAMARCA	7871.8	B	100.0

Respecto al rendimiento de primera (Gráfico 14), la prueba de comparación de medias de Duncan para los efectos de aplicación de tres diferentes láminas de riego indica que no son estadísticamente similares, ya que el mayor valor (8128.3kg/ha) representa al promedio obtenido del efecto de la mayor lámina de riego, siendo el incremento del 16.3% respecto al promedio (6899.3kg/ha) de la lámina2 de 340 mm y representado un incremento de 37.0% respecto al promedio del rendimiento de primera(5931.3kg/ha) de la menor lámina de riego (260mm) . Sin embargo, la prueba de Duncan, para las cuatro variedades de maíz morado, indica que las medias son estadísticamente similares, el mayor valor (7189.7 kg/ha) que lo presentó la variedad PMV-581, seguida de las variedad V2: INIA-615 NEGRO CANAAN (6978.8 kg/ha) y la variedad INIA-601 CAJAMARCA (6889.4kg/ha), finalmente la variedad CANTEÑO con un valor de 6887.4 kg/ha.

Respecto, al rendimiento de segunda (Gráfico 13), la prueba de comparación de medias de Duncan para las láminas de riego indica que son similares estadísticamente, el mayor valor (1181.3 kg/ha) caracteriza al efecto de la lámina de riego L1 (420 mm) y el menor valor (1,054.2kg/ha) se presentalamenor lámina de riego L3 (260 mm).

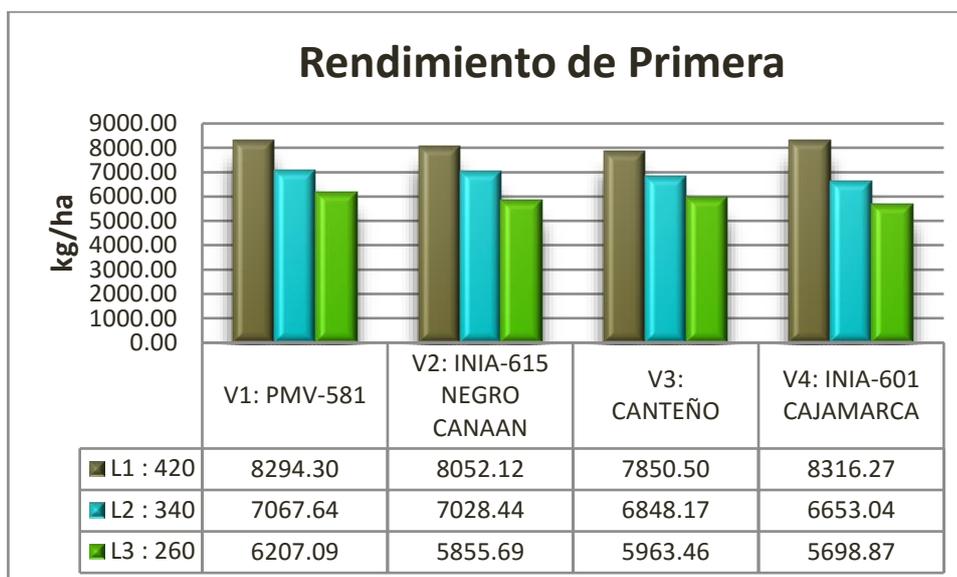
Para las cuatro variedades en estudio, Duncan indica medias similares estadísticamente, para las variedades CANTEÑO (1212.8kg/ha), INIA-601 CAJAMARCA (982.4) y PMV-581(965.8 kg/ha) pero estadísticamente diferente de INIA-615 NEGRO CANAAN (1262.3kg/ha).

Finalmente, el rendimiento descarte indica también medias similares estadísticamente, para el efecto de las láminas de riego y también para el promedio de la lámina de riego sobre el rendimiento de descarte de las cuatro variedades de maíz morado. Para el efecto de láminas de riego, el mayor rendimiento de descarte se presenta en L1 (420 mm) y menores valores en L2 (340 mm) y L3(260 mm), alcanzando promedios de 498.5 kg/ha , 407.8 kg/ha y 333.5 kg/ha respectivamente. En el caso de Promedio de la lámina de riego sobre el rendimiento de descarte en las variedades de maíz morado, el menor valor lo presenta la variedad PMV-581 con 307.2kg/ha y el mayor valor lo presenta la variedad INIA-601 CAJAMARCA con 499.8 kg/ha.

Tabla 16: Rendimientos parciales de mazorcas de maíz morado

Factor en estudio	Rendimiento de primera (kg/ha)	Rendimiento de segunda (kg/ha)	Rendimiento de descarte (kg/ha)	
Láminas de riego (mm)				
L1 : 420	8128.3	1054.2	333.5	
L2 : 340	6899.3	1181.3	407.8	
L3 : 260	5931.3	1081.9	498.5	
Variedades				
V1: PMV-581	7189.7	965.8	307.2	
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	6978.8	1262.3	417.2	
V3: CANTEÑO	6887.4	1212.8	428.9	
V4: INIA-601 CAJAMARCA	6889.4	982.4	499.8	
Promedio Total	6986.3	1105.8	413.3	
Análisis de variancia				
Fuentes de Variación	GL	Significación		
Lámina Riego (L)	2	**	NS	NS
Variedad (V)	3	NS	*	NS
Interacción (Lámina X Variedad)	6	NS	NS	NS
CV(%)	5		31,67	71

Gráfico 12: Efecto de la lámina de riego en el rendimiento de mazorcas de primera de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

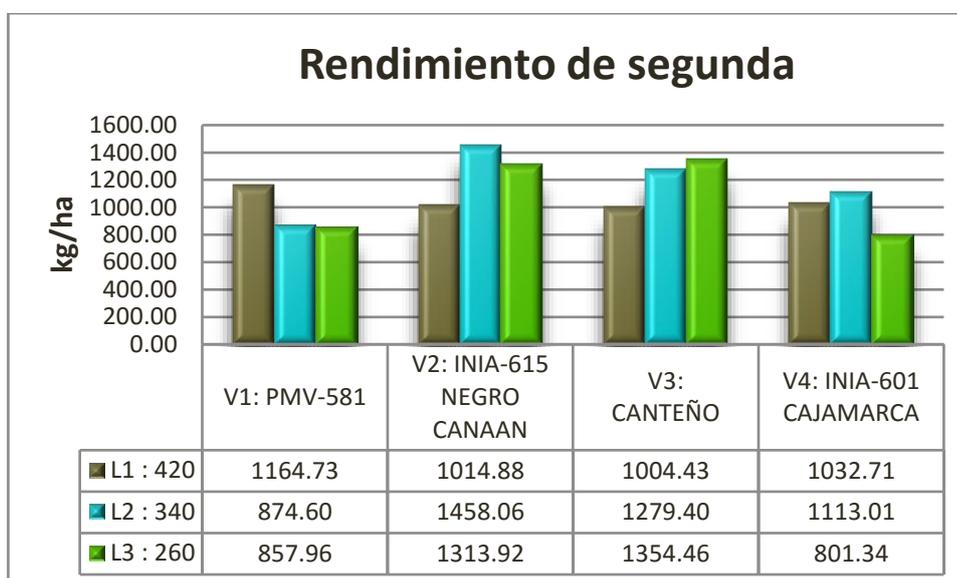
Respuesta de la lámina de riego sobre el rendimiento de primera

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L1 : 420	8128.3	A	137.0
L2 : 340	6899.3	B	116.3
L3 : 260	5931.3	C	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en el rendimiento de primera

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V1: PMV-581	7189.7	A	104.3
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	6978.8	A	101.3
V4: INIA-601 CAJAMARCA	6889.4	A	100.0
V3: CANTEÑO	6887.4	A	100.0

Gráfico 13: Efecto de la lámina de riego en el rendimiento de mazorcas de segunda de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

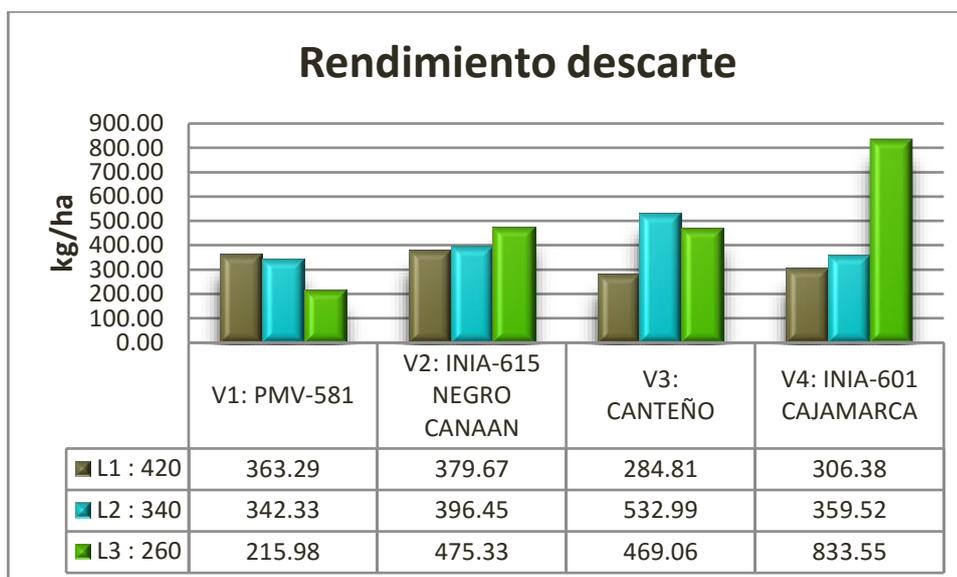
Respuesta de la lámina de riego sobre el rendimiento de segunda

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L2 : 340	1181.3	A	112.06
L3 : 260	1081.9	A	102.63
L1 : 420	1054.2	A	100.00

Respuesta de variedades de maíz morado en el rendimiento de segunda

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	1262.3	A	130.70
V3: CANTEÑO	1212.8	A B	125.57
V4: INIA-601 CAJAMARCA	982.4	B	101.72
V1: PMV-581	965.8	B	100.00

Gráfico 14: Efecto de la lámina de riego en el rendimiento de mazorcas de descarte de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

Respuesta de la lámina de riego sobre el rendimiento de descarte

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L3 : 260	498.5	A	149.4
L2 : 340	407.8	A	122.2
L1 : 420	333.5	A	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en el rendimiento de descarte

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V4: INIA-601 CAJAMARCA	499.8	A	162.7
V3: CANTEÑO	428.9	A	139.6
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	417.2	A	135.8
V1: PMV-581	307.2	A	100.0

4.7.2 Componentes de Rendimiento de Maíz Morado

Para los componentes del rendimiento de maíz morado se presenta la Tabla 17 con los resultados en las variables número de plantas/m², número de mazorca/planta y peso promedio de mazorca de maíz morado, por efecto de aplicación de tres láminas de riego (420, 340 y 260 mm) en cuatro variedades de maíz morado (PMV-581, INIA-615 NEGRO, CANAAN, CANTEÑO y INIA-601 CAJAMARCA). Al respecto, para los efectos de las tres láminas de riego, el número de plantas/m² no presenta diferencia significativa al igual que no existe significación estadística entre los promedios de las cuatro variedades de maíz morado.

Respecto al número de mazorcas por planta no existe diferencia significativa para los efectos de las tres láminas de riego siendo el mayor valor de 1.06 mazorcas/planta correspondiente a la L1 de 420 mm y 0.96 mazorcas/planta para la menor lámina correspondiente a 260 mm, sin embargo en la comparación de medias de número de mazorcas /planta para las variedades existe diferencia significativa entre la variedad INIA-615 NEGRO CANAAN (1.091 mazorcas/planta) y entre la variedad PMV-581 (0.96 mazorcas /planta). Para el peso promedio de mazorcas, la prueba de DUNCAN presenta diferencias estadísticas para láminas de riego mostrando el valor más alto la lámina L1; 420 mm con un promedio de 183.05 g.

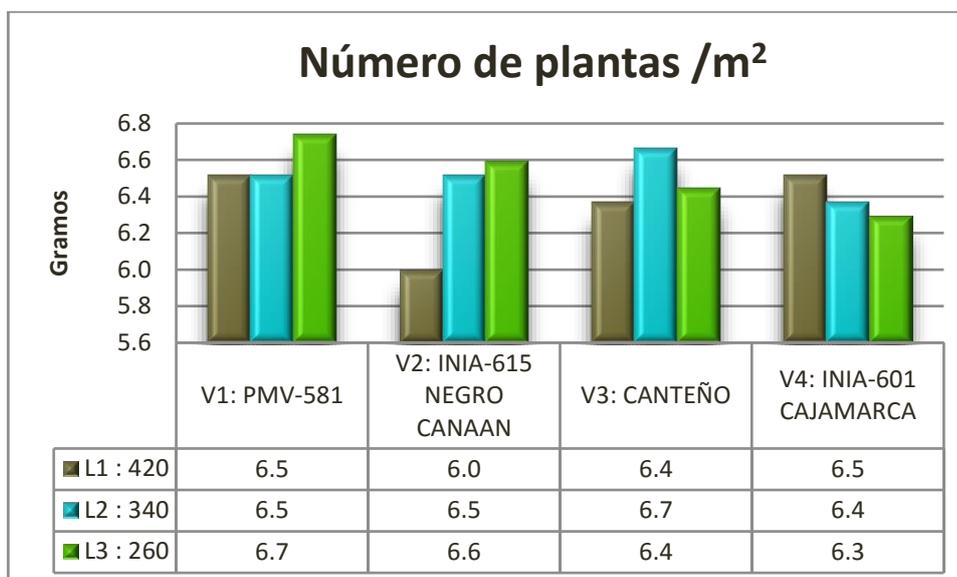
4.8 Características de la mazorca

La Tabla 18, presenta los resultados de longitud de mazorca, diámetro de mazorca y peso seco de 100 semillas de maíz, por efecto de la lámina de riego en cuatro variedades de maíz morado. Al respecto, para los efectos de la aplicación de tres láminas de riego y cuatro variedades de maíz en la variable longitud de mazorca, la prueba de DUNCAN no muestra diferencias estadísticas. Presentándose así en L2 (340 mm), L3 (260 mm), L1 (420 mm) valores promedios de 16.79cm, 16.58cm y 16.31 cm respectivamente. Entre las variedades, CANTEÑO (16.83cm) presentó el mayor valor y INIA-615 NEGRO CANAAN 16.14 cm el menor valor. Para la variable diámetro de mazorca la prueba de Duncan indica que las medias son similares estadísticamente para los dos factores L3 y L1 presentando un valor de 5.2 cm mientras L2 presenta un valor de 5.12 cm.

Tabla 17: Componentes del rendimiento de maíz morado.

Factor en estudio	Número de plantas/m²	Número de mazorcas/planta		Peso promedio de mazorca (g)
Láminas de riego (mm)				
L1 : 420	6.5	1.1		183.1
L2 : 340	6.5	1		157.4
L3 : 260	6.5	1		152
Variedades				
V1: PMV-581	6.6	1		156.7
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	6.4	1.1		161.3
V3: CANTEÑO	6.5	1		174.2
V4: INIA-601 CAJAMARCA	6.4	1		164.4
Promedio total	6.5	1.01		164.2
Análisis de variancia				
Fuentes de Variación	GL	Significación		
Lámina Riego (L)	2	NS	NS	**
Variedad (V)	3	NS	NS	NS
Interacción (Lámina X Variedad)	6	NS	NS	NS
CV(%)		6,7	19,73	11,8

Gráfico 15: Efecto de la lámina de riego en el número de plantas/m² de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

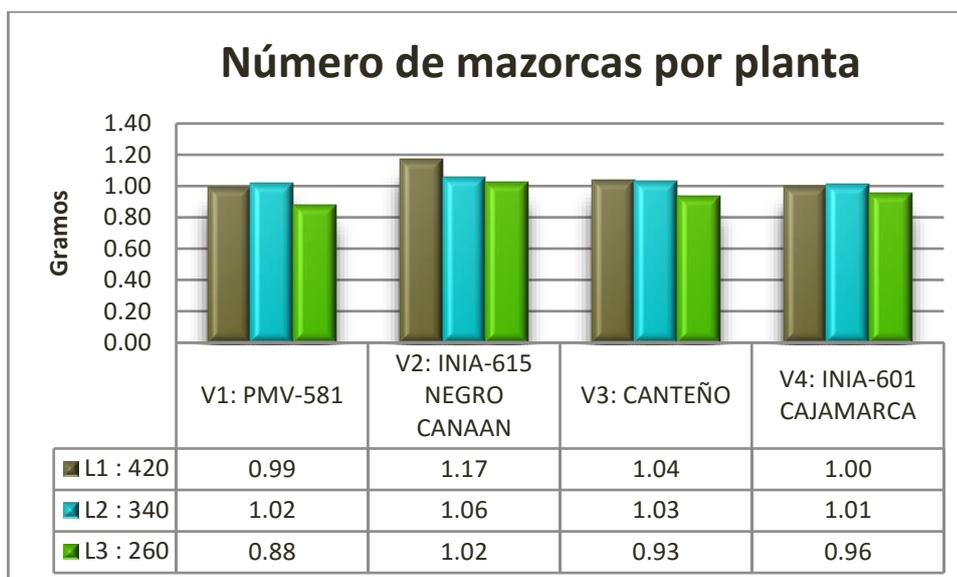
Respuesta de la lámina de riego sobre el número de plantas/m²

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L3 : 260	6.35	A	100.0
L2 : 340	6.51	A	100.0
L1 : 420	6.51	A	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en el número de plantas / m²

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V1: PMV-581	6.58	A	103.5
V3: CANTEÑO	6.48	A	101.9
V4: INIA-601 CAJAMARCA	6.38	A	100.3
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	6.35	A	100.0

Gráfico 16: Efecto de la lámina de riego en el número de mazorcas/planta de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

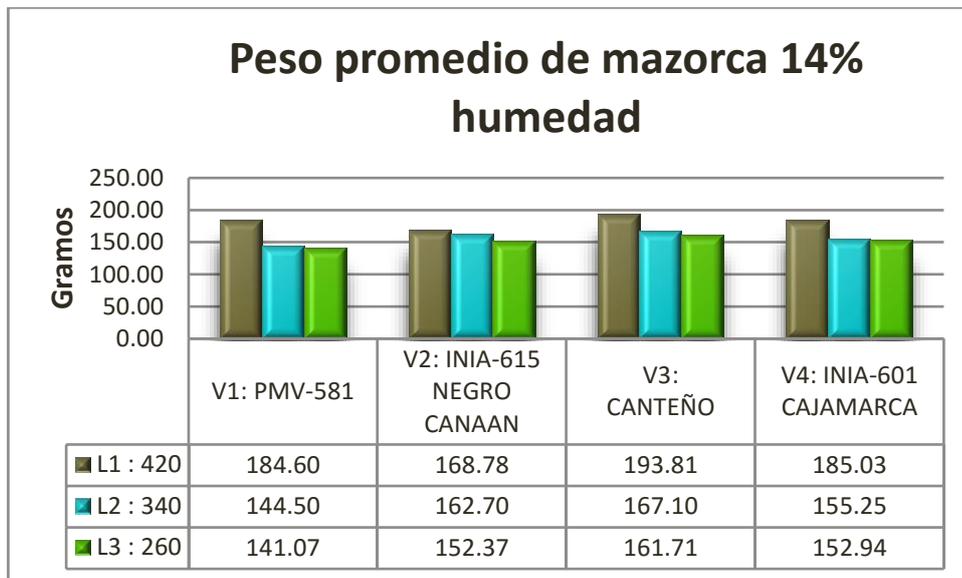
Respuesta de la lámina de riego sobre el número de mazorcas/planta

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L1 : 420	1.06	A	109.7
L2 : 340	1.03	A	106.4
L3 : 260	0.96	A	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en el número de mazorcas/planta.

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	1.09	A	112.9
V3: CANTEÑO	1.01	A B	104.3
V4: INIA-601 CAJAMARCA	0.99	A B	102.5
V1: PMV-581	0.97	B	100.0

Gráfico 17: Efecto de la lámina de riego en el peso promedio de mazorca de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

R4 respuesta de la lámina de riego sobre el peso promedio de mazorca.

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L1 : 420	183.0	A	120.4
L2 : 340	157.3	B	103.5
L3 : 260	152.0	B	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en el peso promedio de mazorca.

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V3: CANTEÑO	174.2	A	111.1
V4: INIA-601 CAJAMARCA	164.4	A B	104.9
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	161.2	A B	102.9
V1: PMV-581	156.7	B	100.0

Al mismo tiempo, para la variable peso seco de 100 semillas (gráfico 20) Duncan también indica medias estadísticamente similares para la aplicación de tres láminas de riego, el mayor valor (41.61g) se presenta para la lámina 3 de 260 mm y el menor valor (40.75g) lo muestra la lámina 1 (420mm). En el caso de las variedades de maíz morado, el comparativo de Duncan indica medias estadísticamente similares siendo la variedad CANTEÑO la que presenta el valor más alto (43.675g) y la variedad INIA-601 CAJAMARCA la que presenta el menor valor (39.208g).

Al respecto **Poma (2007)**, no encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos para las variables largo de mazorca y diámetro de mazorca, pero si encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos para la variable peso seco de 100 semillas. Obteniendo como promedio general de 14.1 cm de longitud de mazorca en maíz morado PMV-581. **Cruzado (2008)**, estudio el efecto de la fertilización fosfo-potasica sobre la longitud de mazorca, diámetro de mazorca y peso seco de 100 semillas; según el análisis de varianza no existe diferencias estadísticas.

4.9 Contenido promedio de antocianina

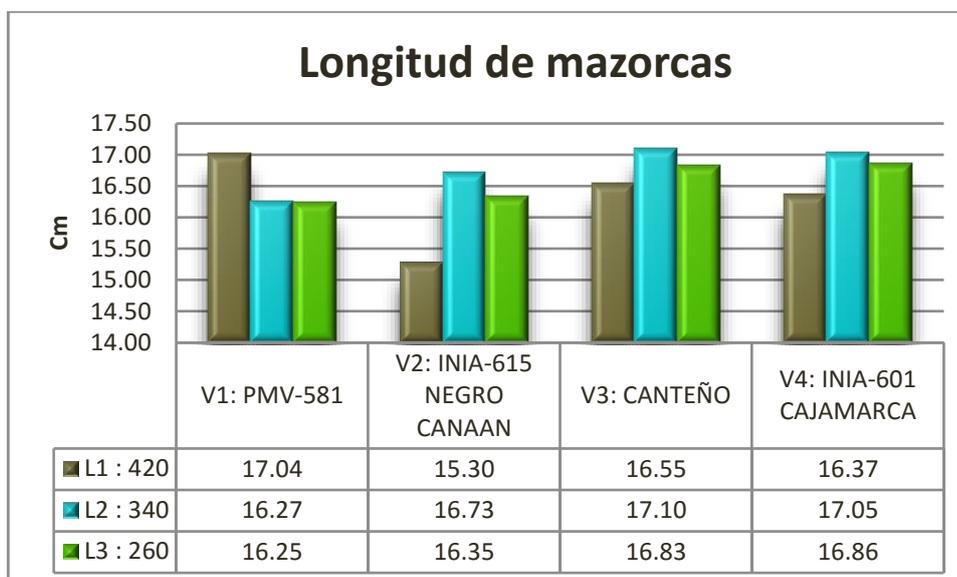
En la extracción de antocianina (cianin-3-glucosa C3G) se obtiene los mejores resultados cuando la coronta molida es de menor tamaño de partícula (<150µm). De acuerdo al análisis que se realizó en el laboratorio de postcosecha de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Al respecto, la prueba de Duncan indica para láminas de riego que las medias son estadísticamente diferentes. El mayor valor (717.1 mg A/100 g) caracteriza a L1 (420 mm), con incrementos del 15.1% y 30.6% respecto a L2 (340 mm) y L3 (260 mm).

Para variedades Duncan establece que las medias son estadísticamente similares, aunque el mayor valor se presenta en CANTEÑO (642.6 mg A/100g)

Tabla 18: Características de la mazorca de maíz morado

Factor en estudio	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Peso seco de 100 semillas (g)	Antocianinas mg/100g	
Láminas de riego (mm)					
L1 : 420	16.31	5.23	40.76	717.1	
L2 : 340	16.79	5.13	41.29	622.6	
L3 : 260	16.58	5.23	41.62	549.2	
Variedades					
V1: PMV-581	16.51	5.22	42.49	618.1	
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	16.14	5.14	39.51	618	
V3: CANTEÑO	16.83	5.21	43.68	642.6	
V4: INIA-601 CAJAMARCA	16.77	5.2	39.21	640	
PROMEDIO GENERAL	16.56	5.19	41.22	629.7	
Análisis de variancia					
Fuentes de Variación	GL	Significación			
Lámina Riego (L)	2	NS	NS	NS	**
Variedad (V)	3	NS	NS	NS	NS
Interacción (Lámina X Variedad)	6	NS	NS	NS	*
CV(%)	10	4	12	5.7	

Gráfico 18: Efecto de la lámina de riego en la longitud de la mazorca de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

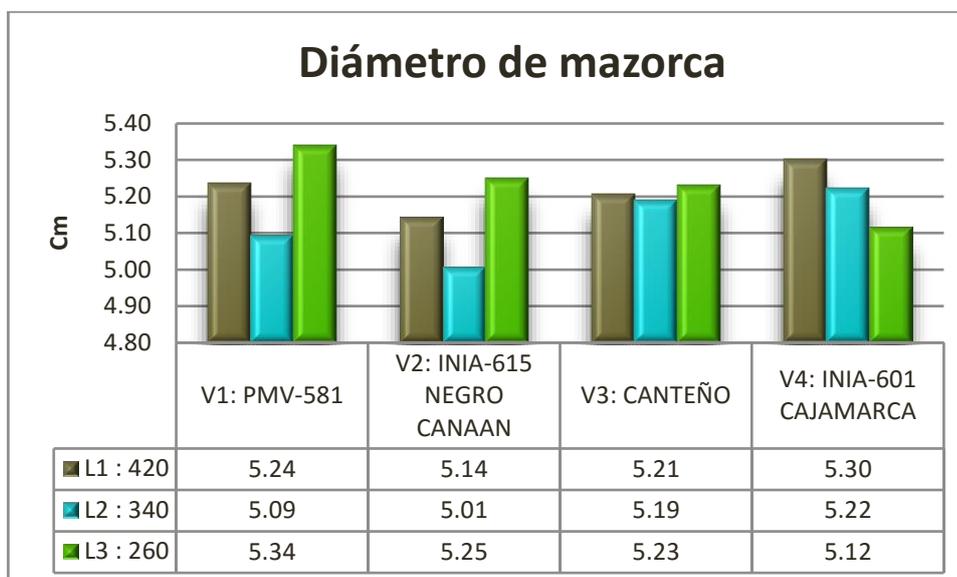
Respuesta de la lámina de riego sobre la longitud de la mazorca.

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L2 : 340	16.7	A	102.9
L3 : 260	16.5	A	101.6
L1 : 420	16.3	A	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en la longitud de mazorcas.

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V3: CANTEÑO	16.8	A	104.2
V4: INIA-601 CAJAMARCA	16.8	A	103.8
V1: PMV-581	16.5	A	102.2
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	16.1	A	100.0

Gráfico 19: Efecto de la lámina de riego en el diámetro de la mazorca de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

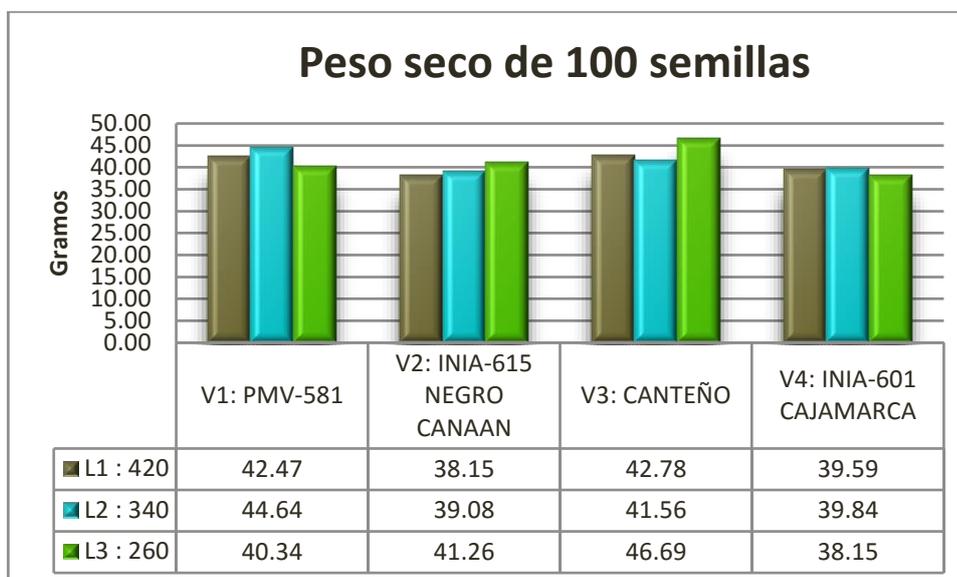
Respuesta de la lámina de riego sobre el diámetro de mazorcas

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L3 : 260	5.22	A	101.9
L1 : 420	5.22	A	101.9
L2 : 340	5.12	A	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en el diámetro de mazorcas

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V1: PMV-581	5.21	A	101.4
V3: CANTEÑO	5.20	A	101.3
V4: INIA-601 CAJAMARCA	5.20	A	101.1
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	5.14	A	100.0

Gráfico 20: Efecto de la lámina de riego en el peso seco de 100 semillas de maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

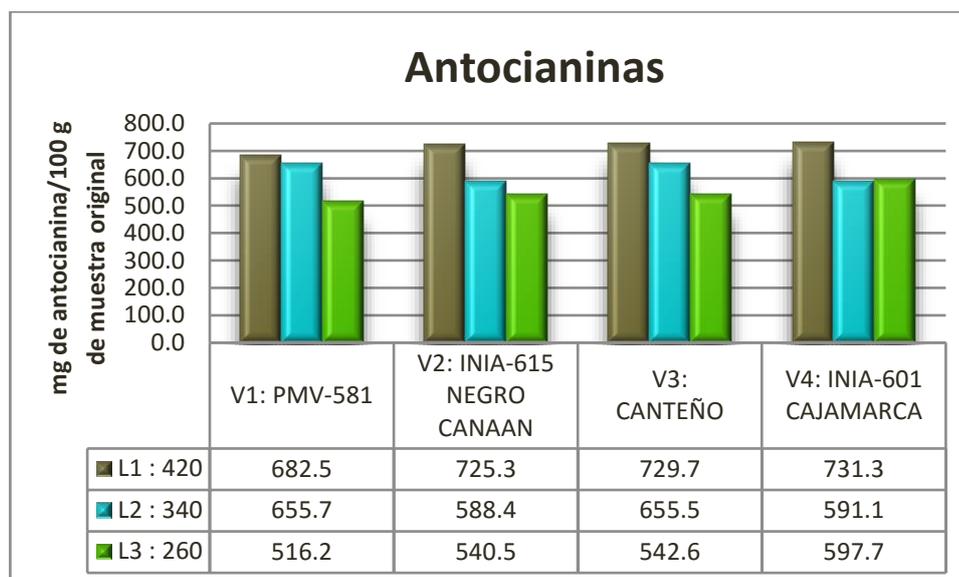
Respuesta de la lámina de riego sobre el peso seco de 100 semillas.

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L3 : 260	41.61	A	102.1
L2 : 340	41.28	A	101.3
L1 : 420	40.75	A	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en el peso seco promedio de 100 semillas.

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V3: CANTEÑO	43.67	A	111.3
V1: PMV-581	42.49	A	108.3
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	39.50	A	100.7
V4: INIA-601 CAJAMARCA	39.20	A	100.0

Gráfico 21: Efecto de la lámina de riego en el promedio de antocianinas del maíz morado



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

Respuesta de la lámina de riego sobre la concentración de antocinas.

Láminas mm	Promedio	DUNCAN	% Δ
L1 : 420	717.1	A	130.5
L2 : 340	622.6	B	113.3
L3 : 260	549.2	C	100.0

Respuesta de variedades de maíz morado en la concentración de antocianinas.

Variedades	Promedio	DUNCAN	% Δ
V3: CANTEÑO	642.6	A	103.9
V4: INIA-601 CAJAMARCA	640.0	A	103.5
V1: PMV-581	618.1	A	100.0
V2: INIA-615 NEGRO CANAAN	618.0	A	100.0

V. ANÁLISIS AGRO-ECONÓMICO

La Tabla 19, muestra los resultados del análisis económico para las cuatro variedades del cultivo de maíz morado, teniendo como base los rendimientos del cultivo. determinando índices de rentabilidad por la aplicación de tres láminas de riego en cuatro variedades de maíz morado.

El mayor índice de rentabilidad caracteriza a la lámina L1 (420 mm) con un IR de 139% y una utilidad neta de 7,974 dólares y para variedades el más alto valor caracteriza a INIA-615 NEGRO CANAAN con un IR DE 122%, son una utilidad neta de 6,977 dólares.

De otro lado, el mayor índice de rentabilidad caracteriza al tratamiento de la Lámina 1 (420 mm) con la variedad PMV-581, con un IR de 145% y el menor valor al tratamiento de la Lámina 3 (260 mm) con la variedad INIA-601 CAJAMARCA, con un IR de 76%.

Tabla 19: Anàlisis agro-econòmico del cultivo de maíz morado

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Valor bruto de la Producción (\$)	Costo total de la Producción (\$)	Utilidad Neta (\$)	Indice de Rentabilidad (%)	Indice promedio de Rentabilidad (%)
L1V1	9143.1	14,080.4	5746.0	8,334.3	145	139
L1V2	9067.0	13,963.1	5746.0	8,217.1	143	
L1V3	8516.5	13,115.4	5746.0	7,369.4	128	
L1V4	8912.5	13,725.3	5746.0	7,979.3	139	
L2V1	8109.9	12,489.3	5714.0	6,775.2	119	124
L2V2	8486.5	13,069.2	5714.0	7,355.1	129	
L2V3	8313.8	12,803.3	5714.0	7,089.2	124	
L2V4	8287.8	12,763.2	5714.0	7,049.2	123	
L3V1	7065.0	10,880.1	5682.0	5,198.1	91	90
L3V2	7169.6	11,041.1	5682.0	5,359.1	94	
L3V3	7317.9	11,269.5	5682.0	5,587.5	98	
L3V4	6500.2	10,010.3	5682.0	4,328.2	76	

VI. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente ensayo en maíz morado, el rendimiento total y rendimiento comercial de mazorcas se diferencian estadísticamente por efecto de las láminas de riego. Las variedades de maíz morado, en cambio son similares.

La respuesta de las variables de crecimiento; altura de planta y la materia seca total a las láminas de riego muestra diferencias estadísticas. El área foliar, número de hojas, y el diámetro del tallo en cambio, son similares. En general, no existen diferencias entre variedades de maíz morado.

El rendimiento comercial de mazorcas por efecto de láminas de riego presenta medias estadísticamente diferentes. Para variedades de maíz morado en cambio, el rendimiento muestra medias similares y además, se presentan efectos de interacción de láminas de riego por variedades de maíz morado.

El mayor rendimiento comercial se presenta a nivel de la lámina de riego L1: 420 mm con la variedad PMV- 581 con 9,459 kg/ha y el menor rendimiento caracteriza a la lámina L3: 260 mm con la variedad INIA 601 -CAJAMARCA con 6,500 kg/ha de mazorcas con diferencia porcentual del 45.5%.

La respuesta en la concentración de antocianinas indica que el mayor valor se presenta en L1: 420 mm con 717.1 mgA/100g, seguido de L2: 340 mm con 622.6 mgA/100g y finalmente de L3: 260 mm con una concentración de 549.2 mgA/100g. Respecto a las variedades de maíz morado, las concentraciones son similares, sin embargo, la variedad CANTEÑO presenta el mayor valor con 642.6 mgA/100g.

Bajo las condiciones del ensayo, los parámetros agronómicos que caracterizan al cultivo indican para L1:420 mm una eficiencia de uso de agua (EUA) de 1.96 kg/m³ y un índice de cosecha de (IC) de 44.5%. Para L2: 340 mm una EUA de 2.14 kg/ m³ y un IC de 43.3% y para L3:260 mm los valores son 2.42 kg/ m³ y un IC de 44.9%. Asimismo, en L1:420 mm, el índice de área foliar (IAF) es 9.7 m²/m² y el coeficiente de transpiración (CT) de 735.7 l/kg. Para L2: 340 mm los valores son, un IAF de 10.1 m²/m² y un CT de 622.2 l/kg y para L3: 260 mm de 9.4 m²/m² de y de 514.3l/kg.

El análisis económico para las cuatro variedades del cultivo de maíz morado indican que el mayor índice de rentabilidad caracteriza a lámina L1 (420 mm) con un IR de 139% y para variedades el más alto valor caracteriza a INIA-615 NEGRO CANAAN con un IR DE 122%. Asimismo, la lámina L1: 420 mm con la variedad PMV-581, muestran el mayor IR de 145% y el menor valor con la Lámina 3: 260 mm con la variedad INIA-601 CAJAMARCA, con un IR de 76%.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. **Andrade, C (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. Agrónomo. UNALM. Lima – Perú. 93 p.
2. **Aguirre, E. (2016).** Efecto de la aplicación de humatos de potasio y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz morado cv. Prosemillas (zea mays l.) Bajo rlaf: goteo. Tesis ING. Agrónomo. UNALM. Lima.
3. **Alvarado, V.(2015).**Efecto de la lámina de riego y del nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado (Zea mays L.) cv..Tesis ING. Agrónomo. UNALM. Lima.
4. **Aldrich, S. y Leng R. (1974).**Producción moderna de Maíz. Edit. Hemisferio Sur.Buenos Aires, Argentina.
5. **Arnon, (1974).**Crop Production in Dry Regions. Leonard Hill Books, London II.
6. **Alvin P. (1957).**Economía del agua en las plantas. Rev. Agro. Vol. XXIV (91): UNA – La Molina.
7. **Carrasco (2010).** Efecto de la aplicación de nitrógeno y de calcio en el crecimiento y rendimiento de alcachofa (Cinara scolymus L) cv. Imperial Star, bajo riego por goteo. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM. 2010
8. **Cruzado, L. (2008).** Efecto de la fertilización fosfo – potásica en el cultivo de Maíz Morado PMV 581 (Zea mays L.). Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima – Perú. 87 p.
9. **Condori, T. S. Javier (2006)** EVALUACION de líneas S1 de maíz morado (zea mays L.) provenientes de la variedad PMV-581. Tesis para optar por el título de ingeniero agrónomo.
10. **Denmbad y Shaw (1962)** Efecto de la humedad del estrés de las plantas- Austria, Vol15.
11. **Doorenbos y Kassam (1979).** Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Estudio F.A.O.: Riego y Drenaje N°33. Roma 194pp
12. **Espinoza, F. (2003).** Efecto de la fertirrigación nitrogenada y de la densidad espacial de plantas en el cultivo de maíz morado PMV – 581 (Zea maíz L.) bajo RLAf goteo. Tesis UNALM. Lima. Perú.

13. **Fernández, N. (1995).** Estudio de la extracción y pre-purificación de antocianinas de maíz morado (*Zea mays L.*). Tesis para optar el título de Ingeniero en industrias alimentarias. Facultad de Industrias alimentarias .UNALM, Lima, Perú.
14. **FOPEX. (1983).** Anteproyecto, extracción de colorante a partir del maíz morado. Fondo de promoción de exportaciones no tradicionales. Lima.
15. **FOPEX. (1985).** Fondo de promoción de exportación no tradicionales. Estudio de factibilidad del cultivo de maíz morado. Manual de cultivo. Lima-Peru
16. **Fuleki, T. y Francis, F. (1968),** Quantitative methods for antocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. J.Food Sci. Vol. 33pp72-77
17. **Grobman, (1982).** Maíz precerámica de huarmey, costa norcentral del Perú.
18. **Gurovich, L. (1985)** fundamentos y diseño de sistema de riego .Ed. Instituto interamericano de ciencias agrícolas. 1era edición Costa rica .433pp.
19. **Hurtado L.L. (2003).** Manejo y Conservación de Suelo Fundamentos y Prácticas. PRONAMARCHACS. Lima,Perú.
20. **Hsiao, T., and ACEVEDO, E. (1974).** Plant responses to water deficits, water use efficiency and drought resistance. Agric Meteorol. 14: 59 – 84.
21. **Kramer, P. (1989).** Relaciones hídricas de suelos y plantas. Una síntesis moderna. Edit .edutex, Mexico
22. **Kramer, P. (1974)** Relaciones hídricas de suelos y planta. Una síntesis moderna. Primera edición .Español Edutex, S.A. México.
23. **Lock S. (1997).** Colorantes Naturales 1era Edición. Pontifica Universidad Católica de Perú .fondo editorial .274p
24. **Manrique, A. (1988).** El maíz en el Perú. Edigraf. Fondo del Libro del BAP.Lima, Perú.
25. **Manrique, A. (1997).**El maíz en el Perú.Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC).Lima,Perú.
26. **Manrique, A. (2001).** “Maíz morado peruano (*Zea mays L.amilaceae st.*)”.Agro Enfoque. Lima. Perú. Año XVI-N°126.Agosto.
27. **Mayanga M. A., 2011.** Efecto de la densidad de siembra y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz morado (*Zea mayz L.*) cv. PMV 581, bajo riego por goteo.
28. **Nolazco, C. (2008).**Obtención de un filtrante de maíz morado (*Zea mays L.*), evaluación de pérdida de color y degradación de antocianinas en el almacenaje. Tesis para optar por el título de MAGISTER SCIENTIAE EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.UNALM. Lima.

- 29. 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.
- 30. Retuerto, L. (2014).** Efecto de la fertilización NPK y de la aplicación de humatos de potasio en el rendimiento de maíz morado (*zea mayz l.*) Var. Inia 615 negro canaan. Tesis ing. Agrónomo. Unalm. Lima-perú.
- 31. Richards, L.A. (1965).**Physical condition of wáter in soil. In Black, C.A,ed. Method of soil analysis.I. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling.Madinson, Wisc., American Society of agronomy.
- 32. Robles, F. (2001).** LA alcachofa. Nueva alternativa para la agricultura peruana. PROMPEX. Lima –Perú.
- 33. Sánchez, V. (2007)** Efecto de la Fertirrigación Nitrogenada – potásica en el crecimiento y rendimiento de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) bajo R.L.A.F.: goteo. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.
- 34. Sevilla, R. y Valdez, A(1985).** Estudio de Factibilidad del cultivo de maíz morado.Fondo de Promoción y Exportación (Fopex). Lima, Perú.
- 35. Solano, R. (1999).**Efecto de la Fertirrigación N-P-K en el rendimiento y el contenido de antocianina de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) bajo R.L.A.F.: goteo. Tesis Ingeniero Agrónomo UNALM. Lima, Peru. 105p.
- 36. Stanhill,G.(1957).** El efecto de diferencias en el estado de humedad del suelo sobre el crecimiento de las plantas.Soil.Soil Sci.84
- 37. Takhtajan, A, (1980).** Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). The botanical review. New York, Estados Unidos.
- 38. Vásquez (2007).**Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de zinc, bajo dos modalidades: foliar y al suelo en el rendimiento de maíz híbrido PM-702, (*Zea mays* L.) bajo R.L.A.F.: goteo. Tesis Ingeniero Agrònomo. UNALM-Lima, Perú.
- 39. Zapata, S. (1996).** Colorantes naturales. Exportación de productos procesados. Agroenfoque. Lima-Perú. 83:40-43

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Altura de planta (cm.)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	284.0	264.5	243.0	271.5	265.75	108.41
L2	300.5	302.5	274.5	263.3	285.20	116.34
L3	257.0	241.5	248.0	234.0	245.13	100
					265.36	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	280.0	239.0	276.0	282.0	269.25	119.79
L2	256.0	271.0	262.0	232.0	255.25	113.57
L3	245.0	199.0	260.0	195.0	224.75	100
					249.75	

V3 = CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	266.0	258.5	257.0	255.5	259.25	120.96
L2	267.5	260.0	258.0	255.0	260.13	121.36
L3	263.0	243.0	148.8	202.5	214.33	100
					244.57	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	242.00	263	232.3	284	255.33	108.88
L2	270.00	303	251.5	260.5	271.25	115.67
L3	269.00	238	181.0	250	234.50	100
					253.69	

APLANT

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	4359.6	1453.20	1.99	0.217
Lámina Riego (L)	2	13690.1	6845.09	9.36 *	0.014
Error(a)	6	4388.4	731.41		0.247
Variedad (V)	3	2813.0	937.69	1.81	0.169
LV	6	1870.7	311.79	0.60	0.727
Error (b)	27	14009.5	518.87		
Total	47	41131.6			
C.V.(%) parcela				10.675	
C.V.(%) sub parcela				8.991	
Promedio				253.342	

Anexo 27: Área foliar (cm²/planta)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	4549.4	4503.5	3705.8	4101.4	4215.01	96.1
L2	5045.9	4834.0	5792.1	3604.1	4819.01	109.8
L3	4477.2	4879.7	4243.2	3941.0	4385.28	100
					4473.10	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	3992.2	4268.1	4795.6	3619.2	4168.76	106.9
L2	3815.6	4649.4	4389.1	3103.5	3989.38	102.3
L3	3990.5	3301.4	4761.2	3532.0	3896.27	100
					4018.14	

V3=CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	3272.6	7258.0	3989.4	5057.6	4894.39	116.2
L2	3560.8	5228.7	6053.6	3933.5	4694.14	111.5
L3	4354.9	4101.3	4799.3	3579.0	4208.61	100
					4599.05	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	4162.39	5681.97	4427.2	5313.49	4896.28	104.8
L2	4148.55	6931.17	3976.3	4995.20	5012.80	107.3
L3	4339.65	5287.24	5824.0	3227.34	4669.56	100.0
					4859.55	

AFOL

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	9148174.2	3049391.420	3.39	0.0951
Lámina Riego (L)	2	994611.9	497305.969	0.55	0.6025
Error(a)	6	5405096.7	900849.465		0.2408
Variedad (V)	3	4456207.1	1485402.399	2.35	0.0944
LV	6	1173384.5	195564.084	0.31	0.9263
Error (b)	27	17041793.7	631177.540		
Total	47	38219268.3			
C.V.(%) parcela			21.151		
C.V.(%) sub parcela			17.704		
Promedio			4487.463		

Anexo 3: Número de hojas

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	13.0	12.0	12.0	10.0	11.75	109.30
L2	11.0	11.0	12.0	11.0	11.25	104.65
L3	12.0	11.0	10.0	10.0	10.75	100
					11.25	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	12.0	9.0	11.0	11.0	10.75	100
L2	10.0	12.0	11.0	10.0	10.75	100
L3	11.0	12.0	11.0	9.0	10.75	100
					10.75	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	12.0	13.0	12.0	12.0	12.25	106.52
L2	10.0	11.0	11.0	10.0	10.50	91.30
L3	11.0	11.0	12.0	12.0	11.50	100
					11.42	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	11.00	10	11.0	12	11.00	104.76
L2	14.00	12	11.0	11	12.00	114.28
L3	10.00	9	11.0	12	10.50	100
					11.17	

NHOJAS

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	2.229	0.743	2.61	0.1465
Lámina Riego (L)	2	2.625	1.313	4.61	0.0613
Error(a)	6	1.708	0.285		0.9407
Variedad (V)	3	2.229	0.743	0.73	0.5405
LV	6	9.208	1.535	1.52	0.2104
Error (b)	27	27.313	1.012		
Total	47	45.313			
C.V.(%) parcela				4.770	
C.V.(%) sub parcela				8.990	
Promedio				11.188	

Anexo 4: Diámetro de tallo (cm.)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	2.3	2.3	2.2	1.9	2.15	95.45
L2	2.0	2.3	2.2	1.8	2.06	91.24
L3	2.4	2.5	2.3	1.9	2.26	100
					2.16	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	2.4	2.0	2.6	2.6	2.41	120.70
L2	2.2	2.1	2.2	1.9	2.09	104.64
L3	2.0	2.1	2.0	1.8	1.99	100
					2.16	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	2.2	3.0	2.0	2.3	2.36	110.30445
L2	2.2	2.3	2.9	2.1	2.38	111.47541
L3	2.1	2.0	2.2	2.2	2.14	100
					2.29	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	2.48	2.94	2.2	1.94	2.40	109.85
L2	2.11	2.98	2.1	2.29	2.37	108.47
L3	2.47	2.21	2.4	1.7	2.18	100
					2.32	

DTALLO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	0.783	0.261	5.44 *	0.037
Lámina Riego (L)	2	0.279	0.140	2.91	0.130
Error(a)	6	0.288	0.048		0.718
Variedad (V)	3	0.257	0.086	1.09	0.369
LV	6	0.428	0.071	0.91	0.502
Error (b)	27	2.116	0.078		
Total	47	4.149			
C.V.(%) parcela			9.816		
C.V.(%) sub parcela			12.551		
Promedio			2.230		

Anexo 5: Materia seca total (g)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	293.63	276.04	226.38	259.69	263.94	108.2
L2	281.67	228.63	246.66	215.67	243.16	99.7
L3	258.30	256.32	262.22	198.02	243.72	100
					250.27	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	283.57	258.75	240.91	253.98	259.30	119.7
L2	228.91	246.79	243.92	248.17	241.94	111.7
L3	232.63	209.99	243.33	180.36	216.58	100
					239.27	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	243.91	260.37	239.88	290.80	258.74	112.5
L2	215.38	249.17	285.06	252.30	250.48	108.9
L3	257.84	226.07	215.64	220.22	229.94	100
					246.39	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	263.91	322.94	312.98	304.36	301.05	123.9
L2	272.68	326.53	238.97	238.09	269.07	110.7
L3	267.00	236.89	243.39	224.58	242.96	100
					271.03	

PSAEREA

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	2560.083	853.361	1.01	0.452
Lámina Riego (L)	2	11235.218	5617.609	6.63 *	0.0302
Error(a)	6	5083.395	847.233		0.2675
Variedad (V)	3	6700.612	2233.537	3.58 *	0.0268
LV	6	2109.872	351.645	0.56	0.7557
Error (b)	27	16862.076	624.521		
Total	47	44551.257			
C.V.(%) parcela			11.562		
C.V.(%) sub parcela			9.927		
Promedio			251.742		

Anexo 6: Materia seca de hojas (g)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	36.1	35.8	32.5	29.5	33.45	110.3
L2	30.3	26.8	39.2	25.7	30.51	100.6
L3	26.1	33.0	31.2	30.8	30.31	100
					31.42	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	37.3	40.4	35.0	28.9	35.40	120.8
L2	22.7	34.2	24.3	25.0	26.57	90.7
L3	34.7	24.5	31.1	26.8	29.28	100
					30.42	

V3 = CANTENO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	24.3	43.6	26.6	35.4	32.47	107.7
L2	27.2	37.9	45.6	29.2	34.96	116.0
L3	34.6	25.9	30.8	29.3	30.13	100
					32.52	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	29.89	43.4568288	31.5	43.1203493	37.00	129.7
L2	28.34	50.1783193	24.6	39.9540787	35.77	125.4
L3	31.42	25.9296214	36.4	20.3496429	28.52	100
					33.76	

PSHOJAS

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	190.754	63.585	1.04	0.4394
Lámina Riego (L)	2	203.162	101.581	1.66	0.2661
Error(a)	6	366.243	61.041		0.1827
Variedad (V)	3	74.958	24.986	0.66	0.5844
LV	6	202.195	33.699	0.89	0.5167
Error (b)	27	1023.568	37.910		
Total	47	2060.879			
C.V.(%) parcela			24.393		
C.V.(%) sub parcela			19.223		
Promedio			32.029		

Anexo 7: Materia seca de tallo (g)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	91.3	81.6	45.9	67.9	71.69	99.9
L2	97.2	54.0	70.8	61.0	70.77	98.6
L3	84.3	64.4	85.3	52.9	71.73	100
					71.40	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	88.6	97.8	62.3	79.8	82.12	136.0
L2	65.8	79.4	72.4	74.2	72.96	120.8
L3	54.3	52.6	64.6	69.9	60.37	100
					71.82	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	65.0	82.7	59.6	114.2	80.38	128.6
L2	56.0	79.8	97.9	64.6	74.57	119.3
L3	80.8	48.5	50.2	70.3	62.46	100
					72.47	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	74.42	133.29	114.46	119.28	110.36	129.6
L2	88.02	117.92	84.54	94.91	96.35	113.1
L3	110.75	82.47	77.63	69.77	85.15	100
					97.29	

PSTALLO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	367.874	122.625	0.25	0.8569
Lámina Riego (L)	2	2108.508	1054.254	2.17	0.1951
Error(a)	6	2912.095	485.349		0.1652
Variedad (V)	3	5812.321	1937.440	6.69 **	0.0016
LV	6	797.419	132.903	0.46	0.8322
Error (b)	27	7816.493	289.500		
Total	47	19814.710			
C.V.(%) parcela			28.159		
C.V.(%) sub parcela			21.748		
Promedio			78.235		

Anexo 8: Materia seca de Mazorca (g)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	142.2	121.9	118.0	135.6	129.43	119.8
L2	120.4	96.2	105.8	102.2	106.16	98.2
L3	106.6	117.7	109.9	97.8	108.00	100
					114.53	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	110.1	79.0	124.7	118.5	108.07	107.2
L2	103.1	110.2	103.5	122.2	109.77	108.9
L3	108.4	106.7	119.6	68.5	100.78	100
					106.21	

V3:CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	130.0	95.2	125.4	110.7	115.30	105.2
L2	118.2	102.7	95.4	122.3	109.65	100.0
L3	104.8	129.7	107.1	96.7	109.57	100
					111.51	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	130.68	121.90	128.10	120.86	125.38	125.7
L2	118.35	120.00	101.59	85.22	106.29	106.5
L3	106.74	100.94	100.85	90.39	99.73	100.0
					110.47	

PSMAZ

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	765.854	255.285	0.64	0.6177
Lámina Riego (L)	2	1984.906	992.453	2.48	0.1641
Error(a)	6	2401.240	400.207		0.0207
Variedad (V)	3	426.262	142.087	1.08	0.3727
LV	6	1045.137	174.190	1.33	0.2789
Error (b)	27	3540.313	131.123		
Total	47	10163.713			
C.V.(%) parcela			18.075		
C.V.(%) sub parcela			10.346		
Promedio			110.681		

Anexo 9: Materia seca de panoja (g)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	7.4	5.9	5.3	5.8	6.07	81.5
L2	6.7	5.2	6.3	6.3	6.12	82.2
L3	7.8	8.8	7.1	6.0	7.44	100
					6.54	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	7.3	6.1	7.1	6.0	6.62	124.6
L2	4.7	4.7	5.2	5.7	5.08	95.6
L3	5.5	5.5	5.6	4.6	5.31	100
					5.67	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	5.8	7.0	6.4	7.0	6.55	133.5
L2	4.7	6.8	9.6	9.0	7.53	153.4
L3	5.3	4.9	5.3	4.2	4.91	100
					6.33	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	5.60	9.19	6.36	3.67	6.21	106.4
L2	5.56	7.72	4.60	5.07	5.74	98.4
L3	5.05	6.81	5.91	5.55	5.83	100
					5.92	

PSPANOJA

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	4.459	1.486	1.30	0.3587
Lámina Riego (L)	2	1.916	0.958	0.84	0.4785
Error(a)	6	6.880	1.147		0.5856
Variedad (V)	3	5.492	1.831	1.26	0.3074
LV	6	22.982	3.830	2.64 *	0.0381
Error (b)	27	39.189	1.451		
Total	47	80.917			
C.V.(%) parcela			17.510		
C.V.(%) sub parcela			19.700		
Promedio			6.115		

Anexo 10: Rendimiento total (Kg/h)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	9517.3	9806.1	9989.5	9976.3	9822.3	134.9
L2	8384.3	8369.2	8881.9	7502.8	8284.6	113.7
L3	7135.1	7478.1	6985.2	7525.8	7281.0	100
					8462.6	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	9318.4	9279.8	9594.5	9594.0	9446.7	123.5
L2	9440.6	8851.5	8689.2	8550.5	8882.9	116.1
L3	7974.8	7815.8	7602.1	7187.2	7644.9	100
					8658.2	

V3
=CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	9545.0	8479.5	9644.8	8889.6	9139.7	117.3
L2	9487.0	8592.6	8005.1	8557.5	8660.6	111.2
L3	7675.9	7811.1	7866.0	7795.0	7787.0	100
					8529.1	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	9617.5	9379.4	10325.2	9299.4	9655.4	131.6
L2	8238.8	7973.8	8171.5	8118.2	8125.6	110.7
L3	7839.6	6415.7	7759.6	7320.2	7333.8	100
					8371.6	

RDTOTOT

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal		Pr > F
Bloques	3	1074377.640	358125.880	2.11		0.2008
Lámina Riego (L)	2	32145259.740	16072629.870	94.55	**	<.0001
Error(a)	6	1019948.690	169991.450			0.3885
Variedad (V)	3	523767.010	174589.000	1.13		0.355
LV	6	2662413.320	443735.550	2.87	*	0.0271
Error (b)	27	4176653.180	154690.860			
Total	47	41602419.570				
C.V.(%) parcela			4.848			
C.V.(%) sub parcela			4.624			
Promedio			8505.375			

Anexo 11: Rendimiento Comercial (kg/ha)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	9444.5	9100.9	9771.2	9519.5	9459.0	133.8
L2	8283.0	8018.7	8200.8	7266.5	7942.2	112.4
L3	6782.5	7182.4	6825.4	7469.9	7065.1	100
					8155.4	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	8904.6	8848.8	9207.9	9306.6	9067.0	126.4
L2	8777.2	8665.5	8046.7	8456.6	8486.5	118.3
L3	7379.6	7382.2	7420.1	6496.5	7169.6	100
					8241.0	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	9474.9	8372.9	8961.7	8610.3	8854.9	121.0
L2	8588.6	8175.9	7453.4	8292.5	8127.6	111.0
L3	7010.7	7639.1	7557.6	7064.3	7317.9	100
					8100.1	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	9519.7	9101.6	10099.8	8674.9	9349.0	143.8
L2	7880.1	7626.5	7840.8	7716.9	7766.1	119.4
L3	6815.0	6162.6	6193.9	6829.3	6500.2	100
					7871.7	

RDTOCOM

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	496264.120	165421.370	0.83	0.5238
Lámina Riego (L)	2	37649851.240	18824925.620	94.52 **	<.0001
Error(a)	6	1195004.500	199167.420		0.2498
Variedad (V)	3	897674.510	299224.840	2.11	0.1227
LV	6	2674443.770	445740.630	3.14 *	0.0182
Error (b)	27	3833915.100	141996.860		
Total	47	46747153.240			
C.V.(%) parcela				5.515	
C.V.(%) sub parcela				4.657	
Promedio				8092.096	

Anexo 12: Rendimiento de Primera (kg/ha)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	8555.9	7690.6	8795.5	8135.3	8294.3	133.6
L2	6965.4	6967.1	7210.7	7127.4	7067.6	113.8
L3	5908.3	6619.1	6119.5	6181.5	6207.1	100
					7189.7	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	7792.2	8154.4	8194.8	8067.0	8052.1	137.5
L2	6885.4	6978.6	7175.6	7074.2	7028.4	120.0
L3	5966.2	5817.2	6524.1	5115.3	5855.7	100
					6978.8	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	8193.5	7605.9	7890.1	7712.5	7850.5	131.6
L2	6947.9	7268.8	6284.8	6891.2	6848.2	114.8
L3	5575.5	6268.4	6237.8	5772.1	5963.5	100
					6887.4	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	8248.8	8585.6	8795.1	7635.6	8316.3	145.9
L2	6565.2	6671.3	6772.0	6603.6	6653.0	116.7
L3	6054.6	5979.1	5249.9	5511.9	5698.9	100
					6889.4	

RDTOMAZ1

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	554766.800	184922.270	1.49	0.3092
Lámina Riego (L)	2	38796691.420	19398345.710	156.42 **	<.0001
Error(a)	6	744098.440	124016.410		0.4127
Variedad (V)	3	727230.640	242410.210	2.06	0.1286
LV	6	836772.430	139462.070	1.19	0.3427
Error (b)	27	3171911.120	117478.190		
Total	47	44831470.850			
C.V.(%) parcela			5.041		
C.V.(%) sub parcela			4.906		
Promedio			6986.302		

Anexo 13: Rendimiento de Segunda (kg/ha)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	888.6	1410.4	975.7	1384.2	1164.7	135.7
L2	1317.6	1051.6	990.1	139.0	874.6	101.9
L3	874.3	563.3	705.8	1288.4	858.0	100
					965.8	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	1112.3	694.4	1013.1	1239.6	1014.9	77.2
L2	1891.9	1687.0	871.0	1382.4	1458.1	110.9
L3	1413.4	1564.9	896.0	1381.3	1313.9	100
					1262.3	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	1281.4	767.0	1071.6	897.7	1004.4	74.1
L2	1640.6	907.1	1168.6	1401.3	1279.4	94.4
L3	1435.2	1370.7	1319.8	1292.2	1354.5	100
					1212.8	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	1270.9	516.0	1304.7	1039.3	1032.7	128.8
L2	1314.9	955.1	1068.8	1113.2	1113.0	138.8
L3	760.4	183.5	944.0	1317.5	801.3	100
					982.4	

RDTOMAZ2

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	628329.491	209443.164	1.71	0.264
Lámina Riego (L)	2	142870.366	71435.183	0.58	0.5873
Error(a)	6	735924.075	122654.013		0.2875
Variedad (V)	3	849337.684	283112.561	3.02	* 0.0471
LV	6	985298.627	164216.438	1.75	0.1474
Error (b)	27	2532203.589	93785.318		
Total	47	5873963.833			
C.V.(%) parcela			31.672		
C.V.(%) sub parcela			27.695		
Promedio			1105.788		

Anexo 14: Rendimiento Descarte (kg/ha)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	72.8	705.2	218.4	456.8	363.3	168.2
L2	101.3	350.5	681.1	236.4	342.3	158.4
L3	352.5	295.7	159.8	55.8	216.0	100
					307.2	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	413.8	431.0	386.6	287.3	379.7	79.8
L2	663.3	186.0	642.6	93.9	396.4	83.4
L3	595.1	433.6	182.0	690.6	475.3	100
					417.2	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	70.1	106.6	683.1	279.3	284.8	60.7
L2	898.4	416.8	551.8	265.0	533.0	113.6
L3	665.1	172.0	308.4	730.7	469.1	100
					429.0	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	97.8	277.8	225.4	624.4	306.4	36.7
L2	358.7	347.3	330.8	401.3	359.5	43.1
L3	1024.6	253.1	1565.7	490.8	833.5	100
					499.8	

RDTODESC

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	180574.107	60191.369	0.70	0.5864
Lámina Riego (L)	2	218363.840	109181.920	1.27	0.3476
Error(a)	6	517215.395	86202.566		0.3713
Variedad (V)	3	228025.817	76008.606	1.00	0.4091
LV	6	660174.630	110029.105	1.44	0.235
Error (b)	27	2058009.906	76222.589		
Total	47	3862363.695			
C.V.(%) parcela			71.043		
C.V.(%) sub parcela			66.804		
Promedio			413.273		

Anexo 15: Número de plantas /m2

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	6.81	6.52	5.93	6.81	6.52	96.7
L2	6.22	6.81	6.52	6.52	6.52	96.7
L3	6.81	6.81	6.81	6.52	6.74	100
					6.59	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	5.93	5.63	6.81	5.63	6.00	91.0
L2	6.22	6.81	6.52	6.52	6.52	98.8
L3	6.81	6.22	6.81	6.52	6.59	100
					6.37	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	6.52	5.63	6.52	6.81	6.37	98.8
L2	6.81	6.81	6.52	6.52	6.67	103.4
L3	6.22	6.81	6.52	6.22	6.44	100
					6.49	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	6.81	6.52	6.22	6.52	6.52	103.5
L2	6.22	6.52	6.52	6.22	6.37	101.1
L3	6.52	6.81	6.22	5.63	6.30	100
					6.40	

NPLTM2

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	0.141	0.047	0.25	0.8604
Lámina Riego (L)	2	0.304	0.152	0.80	0.4913
Error(a)	6	1.136	0.189		0.1736
Variedad (V)	3	0.381	0.127	1.10	0.3657
LV	6	0.986	0.164	1.43	0.241
Error (b)	27	3.111	0.115		
Total	47	6.058			
C.V.(%) parcela			6.753		
C.V.(%) sub parcela			5.267		
Promedio			6.444		

Anexo 16: Número de mazorcas /planta

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	0.87	1.05	1.10	0.96	0.99	112.7
L2	0.90	1.13	1.09	0.95	1.02	115.8
L3	0.87	0.83	0.83	1.00	0.88	100
					0.96	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	1.10	1.53	1.00	1.05	1.17	114.1
L2	1.19	1.04	1.09	0.91	1.06	103.3
L3	0.96	0.95	0.83	1.36	1.02	100
					1.08	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	0.95	1.16	1.00	1.04	1.04	111.2
L2	1.04	1.09	1.09	0.91	1.03	110.5
L3	0.95	0.78	0.95	1.05	0.93	100
					1.00	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	0.96	1.00	1.05	1.00	1.00	104.4
L2	0.90	0.86	1.05	1.24	1.01	105.7
L3	0.95	0.83	1.00	1.05	0.96	100
					0.99	

MAZPLT

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	0.024	0.008	0.20	0.8932
Lámina Riego (L)	2	0.073	0.036	0.91	0.4517
Error(a)	6	0.240	0.040		0.0322
Variedad (V)	3	0.106	0.035	2.42	0.0881
LV	6	0.044	0.007	0.50	0.8021
Error (b)	27	0.393	0.015		
Total	47	0.880			
C.V.(%) parcela			19.730		
C.V.(%) sub parcela			11.893		
Promedio			1.015		

Anexo 17: Peso promedio de mazorca (g)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	183.78	189.36	182.75	182.50	184.60	130.8
L2	161.90	116.36	162.48	137.25	144.50	102.4
L3	137.78	152.90	142.82	130.79	141.07	100
					156.72	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	179.94	134.39	185.27	175.51	168.78	110.7
L2	164.07	153.83	167.79	165.11	162.70	106.7
L3	153.99	181.11	155.43	118.96	152.37	100
					161.28	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	221.18	163.74	197.20	193.12	193.81	119.8
L2	173.55	165.92	163.67	165.24	167.10	103.3
L3	156.94	169.69	160.83	159.37	161.71	100
					174.20	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	167.14	171.58	199.38	202.02	185.03	120.9
L2	190.91	163.03	149.49	117.57	155.25	101.5
L3	160.29	123.89	168.57	159.02	152.94	100
					164.41	

PPROMMAZ14

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	1840.047	613.349	1.63	0.2787
Lámina Riego (L)	2	8797.959	4398.979	11.71	** 0.0085
Error(a)	6	2254.745	375.791		0.3137
Variedad (V)	3	1971.526	657.175	2.18	0.1132
LV	6	1359.256	226.543	0.75	0.613
Error (b)	27	8129.846	301.105		
Total	47	24353.378			
C.V.(%) parcela			11.809		
C.V.(%) sub parcela			10.571		
Promedio			164.156		

Anexo 18: Longitud de la mazorca (cm)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	18.36	13.70	17.64	18.44	17.04	104.8
L2	16.24	17.78	15.00	16.04	16.27	100.0
L3	16.72	15.14	16.16	16.98	16.25	100
					16.52	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	16.14	14.66	14.66	15.72	15.30	93.5
L2	16.76	17.34	16.26	16.56	16.73	102.3
L3	17.36	14.66	16.66	16.70	16.35	100
					16.12	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	16.82	15.72	17.58	16.08	16.55	98.3
L2	17.02	17.74	17.58	16.08	17.10	101.6
L3	17.36	17.84	17.58	14.54	16.83	100
					16.83	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	17.48	15.75	16.34	15.89	16.37	97.0
L2	16.97	17.88	15.76	17.58	17.05	101.1
L3	18.12	16.78	17.50	15.03	16.86	100
					16.76	

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	5.686	1.895	0.68	0.5934
Lámina Riego (L)	2	1.858	0.929	0.34	0.7276
Error(a)	6	16.614	2.769		0.0265
Variedad (V)	3	3.487	1.162	1.21	0.3249
LV	6	5.902	0.984	1.02	0.431
Error (b)	27	25.928	0.960		
Total	47	59.475			
C.V.(%) parcela			10.048		
C.V.(%) sub parcela			5.917		
Promedio			16.560		

Anexo 19: Diámetro de la mazorca (cm)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	5.3	5.3	4.9	5.4	5.24	98.0
L2	5.1	5.2	4.8	5.3	5.09	95.3
L3	5.2	5.4	5.3	5.4	5.34	100
					5.22	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	5.4	4.8	5.0	5.4	5.14	97.9
L2	5.2	4.8	4.9	5.2	5.01	95.3
L3	5.5	5.0	5.3	5.2	5.25	100
					5.13	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	5.6	5.2	5.2	4.9	5.21	99.5
L2	5.1	5.3	5.2	5.1	5.19	99.2
L3	5.3	5.0	5.6	5.0	5.23	100
					5.21	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	5.5	5.3	5.3	5.1	5.30	103.6
L2	5.3	5.2	5.2	5.1	5.22	102.0
L3	5.2	5.5	5.0	4.7	5.12	100
					5.21	

DMAZ

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	0.222	0.074	1.68	0.2686
Lámina Riego (L)	2	0.107	0.053	1.22	0.3605
Error(a)	6	0.263	0.044		0.5108
Variedad (V)	3	0.042	0.014	0.28	0.8364
LV	6	0.183	0.031	0.62	0.7087
Error (b)	27	1.320	0.049		
Total	47	2.137			
C.V.(%) parcela			4.035		
C.V.(%) sub parcela			4.259		
Promedio			5.192		

Anexo 20: Peso seco de 100 semillas (g)

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	44.45	40.19	35.72	49.52	42.47	105.2
L2	43.87	52.09	37.42	45.16	44.64	110.6
L3	40.57	41.50	38.71	40.59	40.34	100
					42.48	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	39.05	32.01	38.56	42.97	38.15	92.4
L2	42.90	40.06	32.55	40.79	39.08	94.7
L3	45.40	41.64	38.79	39.20	41.26	100
					39.49	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	44.33	39.48	41.52	45.80	42.78	91.6
L2	41.19	37.80	47.29	39.95	41.56	89.0
L3	48.41	50.81	41.20	46.34	46.69	100
					43.68	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	41.26	42.09	42.94	32.06	39.59	103.7
L2	45.78	48.94	21.70	42.92	39.84	104.4
L3	37.85	44.25	29.35	41.16	38.15	100
					39.19	

P100SEM

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	268.301	89.434	3.61	0.0848
Lámina Riego (L)	2	6.058	3.029	0.12	0.8871
Error(a)	6	148.655	24.776	0.92	0.4992
Variedad (V)	3	175.449	58.483	2.16	0.1159
LV	6	113.917	18.986	0.70	0.6509
Error (b)	27	730.879	27.070		
Total	47	1443.259			
C.V.(%) parcela			12.075		
C.V.(%) sub parcela			12.622		
Promedio			41.221		

Anexo 21: Antocianinas (mg/100g de la muestra original)

Block2

Lámina de riego	V1	V2	V3	V4	PROMEDIO	%
L1	659.48	705.01	800.20	759.70	731.10	129.6
L2	637.09	533.32	694.36	559.48	606.06	107.4
L3	511.60	551.02	579.17	613.49	563.82	100
					633.66	

Block3

Lámina de riego	V1	V2	V3	V4	PROMEDIO	%
L1	707.87	750.78	657.82	710.02	706.62	131.6
L2	679.72	648.67	616.71	627.43	643.13	119.8
L3	521.25	529.14	506.58	589.90	536.72	100
					628.82	

Block4

Lámina de riego	V1	V2	V3	V4	PROMEDIO	%
L1	680.00	720.00	731.21	724.15	713.84	130.4
L2	650.23	583.20	655.36	586.32	618.78	113.0
L3	515.62	541.23	542.16	589.65	547.17	100
					626.59	

ANTOCIANINAS

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	2	313.321	156.660	0.12	0.8911
Lámina Riego (L)	2	170135.042	85067.521	64.42 **	0.0009
Error(a)	4	5282.064	1320.516		0.4467
Variedad (V)	3	4900.414	1633.471	1.20	0.337
LV	6	23690.020	3948.337	2.91 *	0.0366
Error (b)	18	24435.908	1357.551		
Total	35	228756.770			
C.V.(%) parcela				5.771	
C.V.(%) sub parcela				5.851	
Promedio				629.6972	

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
V en I ₁	3	4882.109	1627.370	1.20	0.3385
V en I ₂	3	13019.000	4339.792	3.20 *	0.0484
V en I ₃	3	10689.000	3562.983	2.62	0.082
L en PMV-581	2	47834.000	23917.000	17.6 *	<.0001
L en INIA 615	2	55197.000	27598.000	20.3 *	<.0001
L en Morado Canteño	2	53236.000	26618.000	19.6 *	<.0001
L en INIA 601	2	37558.000	18779.000	13.8 *	0.0002
Error (b)	18	24435.908	1357.551	3	

V en I₂

V	L	Promedio
1	I ₂	655.667 A
3	I ₂	655.500 A
4	I ₂	591.067 A
2	I ₂	588.400 A

L en INIA 615

L	V	Promedio
L1	3	725.267 A
L2	3	588.400 B
L3	3	540.433 B

L en PMV-581

L	V	Promedio
L1	3	682.467 A
L2	3	655.667 A
L3	3	516.167 B

L en INIA 601

L	V	Promedio
L1	3	731.300 A
L3	3	597.700 B
L2	3	591.067 B

L en Morado Canteño

L	V	Promedio
L1	3	729.733 A
L2	3	655.500 B
L3	3	542.667 C

Anexo 22: Eficiencia de uso de agua

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	2.25	2.17	2.33	2.27	2.25	82.8
L2	2.44	2.36	2.41	2.14	2.34	85.9
L3	2.61	2.76	2.63	2.87	2.72	100
					2.44	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	2.12	2.11	2.19	2.22	2.16	78.2
L2	2.58	2.55	2.37	2.49	2.50	90.5
L3	2.84	2.84	2.85	2.50	2.76	100
					2.47	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	2.26	1.99	2.13	2.05	2.11	74.9
L2	2.53	2.40	2.19	2.44	2.39	84.9
L3	2.70	2.94	2.91	2.72	2.81	100
					2.44	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	2.27	2.17	2.40	2.07	2.23	89.0
L2	2.32	2.24	2.31	2.27	2.28	91.3
L3	2.62	2.37	2.38	2.63	2.50	100
					2.34	

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	0.022	0.007	0.70	0.5835
Lámina Riego (L)	2	2.060	1.030	97.58	** <.0001
Error(a)	6	0.063	0.011		0.658
Variedad (V)	3	0.104	0.035	2.27	0.1029
LV	6	0.272	0.045	2.97	* 0.0234
Error (b)	27	0.412	0.015		
Total	47	2.933			
C.V.(%) parcela			4.248		
C.V.(%) sub parcela			5.106		
Promedio			2.419		

Anexo 23: Índice de cosecha

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	48.44	44.16	52.14	52.20	49.23	110.3
L2	42.76	42.09	42.90	47.37	43.78	98.1
L3	41.28	45.90	41.91	49.39	44.62	100
					45.88	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	38.83	30.54	51.76	46.64	41.94	90.9
L2	45.03	44.67	42.44	49.26	45.35	98.3
L3	46.58	50.79	49.15	37.98	46.13	100
					44.47	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	53.28	36.56	52.26	38.07	45.04	94.0
L2	54.86	41.23	33.46	48.49	44.51	92.9
L3	40.63	57.38	49.66	43.91	47.90	100
					45.82	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	49.52	37.75	40.93	39.71	41.97	102.2
L2	43.40	36.75	42.51	35.79	39.61	96.4
L3	39.98	42.61	41.44	40.25	41.07	100
					40.89	

ICOSCH

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	58.747	19.582	0.23	0.8725
Lámina Riego (L)	2	22.672	11.336	0.13	0.878
Error(a)	6	511.418	85.236		0.0153
Variedad (V)	3	200.057	66.686	2.55	0.0766
LV	6	123.463	20.577	0.79	0.5878
Error (b)	27	705.952	26.146		
Total	47	1622.310			
C.V.(%) parcela			20.857		
C.V.(%) sub parcela			11.552		
Promedio			44.265		

Anexo 24: Índice de área foliar

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	10.46	9.91	7.41	9.43	9.30	93.1
L2	10.60	11.12	12.74	7.93	10.60	106.0
L3	10.30	11.22	9.76	8.67	9.99	100
					9.96	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	7.98	8.11	11.03	6.88	8.50	97.6
L2	8.01	10.69	9.66	6.83	8.80	101.0
L3	9.18	6.93	10.95	7.77	8.71	100
					8.67	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	7.20	13.79	8.78	11.63	10.35	112.9
L2	8.19	12.03	13.32	8.65	10.55	115.1
L3	9.15	9.43	10.56	7.52	9.16	100
					10.02	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	9.57	12.50	9.30	11.69	10.77	107.4
L2	8.71	15.25	8.75	10.49	10.80	107.8
L3	9.55	12.16	12.23	6.13	10.02	100
					10.53	

IAREAFOL

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	46.368	15.456	3.22	0.104
Lámina Riego (L)	2	4.078	2.039	0.42	0.6725
Error(a)	6	28.840	4.807		0.1982
Variedad (V)	3	22.212	7.404	2.40	0.09
LV	6	5.567	0.928	0.30	0.9312
Error (b)	27	83.371	3.088		
Total	47	190.437			
C.V.(%) parcela			22.391		
C.V.(%) sub parcela			17.946		
Promedio			9.792		

Anexo 25: Coeficiente de transpiración

V1=PMV-581

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	621.89	691.59	927.63	703.17	736.07	154.4
L2	574.81	646.58	626.55	716.59	641.13	134.5
L3	437.64	441.02	431.10	596.81	476.64	100
					617.95	

V2 = NEGRO CANAAN -INIA615

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	740.56	854.31	758.00	870.36	805.81	146.8
L2	707.30	599.01	633.60	622.75	640.66	116.7
L3	485.94	589.60	464.57	655.26	548.84	100
					665.11	

V3 =
CANTEÑO

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	782.71	848.99	795.86	627.94	763.88	146.1
L2	686.35	593.27	542.14	612.55	608.58	116.4
L3	480.18	500.04	548.04	562.20	522.62	100
					631.69	

V4 = CAJAMARCA-INIA601

Lámina de riego	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
L1	691.95	591.15	639.03	627.25	637.34	125.1
L2	593.76	473.30	646.72	680.00	598.45	117.4
L3	442.62	477.21	508.69	609.32	509.46	100
					581.75	

COEFTRA

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-cal	Pr > F
Bloques	3	20823.472	6941.157	0.74	0.5657
Lámina Riego (L)	2	392209.899	196104.949	20.91 **	0.002
Error(a)	6	56277.035	9379.506		0.1262
Variedad (V)	3	42853.362	14284.454	2.82	0.0577
LV	6	35324.595	5887.432	1.16	0.3547
Error (b)	27	136681.751	5062.287		
Total	47	684170.113			
C.V.(%) parcela			15.518		
C.V.(%) sub parcela			11.400		
Promedio			624.119		

Anexo 26: Costos de producción del cultivo de maíz morado

I. Módulo de riego US\$ 1.00 = S/. 3.02

Detalle

Área 100 x 100	= 10000 m
Distanciamiento entre cintas	= 1.4 m
Largo de camas	= 100 m
Número de camas	= 71
Largo de cintas de goteo por cama	= 100 m
Longitud total de cinta de riego	= 7100 m
Duración del equipo de riego	= 5 años

	UNIDAD	CANTIDAD (ha)	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Manguera PE 16 mm	M	7,100.00	0.10	710.00
Goterros Kattif (2.1 l/hora)	Unidad	23,667.00	0.08	1,893.36
Contómetro 1 ½"	Unidad	1.00	50.50	50.50
Válvulas 1 ½"	Unidad	2.00	32.00	64.00
Conector inicial y empaque de 16 mm	Unidad	63.00	0.22	13.86
Tubería de conducción de PVC 3"	M	50.00	7.00	350.00
Tubería de alimentación de PVC 2.1/2"	M	200.00	1.3	260.00
Conector de manguera de 16 mm	Unidad	71.00	0.12	8.52
Terminal de línea 16 mm	Unidad	71.00	0.12	8.52
Manómetro	Unidad	1.00	17.00	17.00
Venturi 1 ½"	Unidad	1.00	115.00	115.00
Filtro de malla 2 ½"	Unidad	1.00	45.00	45.00
Costo de Instalación				200.00
Subtotal				3,735.76

Presupuesto de depreciación-amortización

- **Sistema de riego** : 3,735.8
- **1 año** : 747.2
- **Campaña (6 meses)** : 373.6

Jornal US\$ 9 US\$ 1.00 = S/. 3.02

Tracción mecánica US\$ 30

II. Costos de producción del cultivo de maíz morado

1. Costos Directos

A. Gastos de cultivo

	Unidad	Cantidad	P.U. (\$)	Costo
Preparación del terreno				
Aradura	hr-maq	4	30	120
Despaje	jornal	3	7	21
Camas de Producción	hr-maq	2	30	60
Siembra	jornal	4	7	28
Re siembra	jornal	1	7	7
Labores culturales				
Aporque	jornal	9	7	63
Riego y fertilización	jornal	10	7	70
Deshierbo	jornal	7	7	49
Control Fitosanitario	jornal	17	7	119
Cosecha				
Corte, despanque, selección	jornal	30	7	210
Subtotal				747

B. Gastos Especiales: Insumos

L1:

	Unidad	Cantidad	P.U. (\$)	Costo
Insumos				
Semilla	Kg	47	0.9	42.3
Agua	m ³	4200	0.04	168
Pesticidas				423
Costo del sistema de riego				630
Subtotal				1263

L2:

	Unidad	Cantidad	P.U. (\$)	Costo
Insumos				
Semilla	Kg	47	0.9	42.3
Agua	m ³	3400	0.04	136
Pesticidas				423
Costo del sistema de riego				630
Subtotal				1231

L3:

	Unidad	Cantidad	P.U. (\$)	Costo
Insumos				
Semilla	kg	47	0.9	42.3
Agua	m ³	2600	0.04	104
Pesticidas				423
Costo del sistema de riego				630
Subtotal				1199