

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE HUMATOS DE POTASIO Y DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL RENDIMIENTO DE MAIZ MORADO cv. PROSEMILLAS (*Zea mays L.*) BAJO RLAf: GOTE0

Presentado por

ELISABET BERNALDINA AGUIRRE PAJUELO

Tesis para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima-Perú

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE HUMATOS DE POTASIO Y DE LA
FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL RENDIMIENTO DE MAIZ MORADO
cv. PROSEMILLAS (*Zea mays L.*) BAJO RLAF: GOTEO”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

ELISABET BERNALDINA AGUIRRE PAJUELO

Sustentado y aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto

PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Lorenzo Hurtado Leo

PATROCINADOR

Ing. Mg. Sc. Luis Tomassini Vidal

MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Ruby Vega Ravello

MIEMBRO

Lima – Perú

2016

A mi madre querida por todo su amor y apoyo incondicional antes, durante y después de la época universitaria y formar parte importante de esta tesis.

A mi padre por darme siempre esos buenos consejos de nunca rendirme y seguir para adelante.

A mis hermanas y mi hermano por su preocupación constante en mi crecimiento personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Mg. Sc. Lorenzo Hurtado por la confianza en patrocinar este trabajo de tesis, por su tiempo, enseñanzas y por ser un gran amigo.

A todos los profesores que de u otra manera apoyaron la elaboración de este trabajo de tesis, por su paciencia y comprensión.

A mi familia, porque gracias a su apoyo incondicional este trabajo se pudo concluir.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	Agronomía del cultivo de maíz morado.....	3
2.2	Presencia de antocianinas en maíz morado.....	7
2.3	Nutrición mineral del nitrógeno.....	9
2.4	Los ácidos húmicos en la agricultura.....	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1	Materiales	20
3.1.1	Ubicación del campo experimental.....	20
3.1.2	Características del suelo.....	20
3.1.3	Características del agua de riego.....	22
3.1.4	Características climatológicas de la zona experimental.....	22
3.1.5	Módulo de riego por goteo.....	25
3.1.6	El cultivo de maíz morado cv. Prosemillas.....	25
3.1.7	Fertilizantes.....	26
3.1.8	Humatos de potasio.....	26
3.1.9	Otros materiales.....	27
3.1.10	Factores en estudio.....	27
3.1.11	Tratamientos.....	28
3.2	Métodos	28
3.2.1	Instalación de área experimental.....	29
3.2.2	Características del campo experimental.....	29
3.3	Diseño experimental	31
3.4	VARIABLES EVALUADAS	33
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1	Resultados generales y parámetros agronómicos dl cultivo de maíz morado cv. Prosemillas	38
4.1.1	Eficiencia de uso de agua (EUA-kg/m ³).....	38
4.1.2	Evapotranspiración (ET _c) y coeficiente del cultivo (K _c).....	39
4.1.3	Índice del área foliar (IAF).....	39

4.1.4	Índice de cosecha (IC %)	40
4.1.5	Coefficiente de transpiración (CT)	40
4.2	Fenología del cultivo de maíz morado cv. Prosemillas y uso-consumo de agua de riego	42
4.3	Variables morfológicas del cultivo maíz morado cv. Prosemillas	43
4.3.1	Principales variables de crecimiento	43
4.3.2	Materia seca total y sus componentes hojas, tallos, mazorcas, panoja y panca	53
4.4	Rendimiento de maíz morado cv. Prosemillas	63
4.5	Rendimientos parciales de maíz morado cv. Prosemillas	69
4.6	Componentes de rendimiento de maíz morado cv. Prosemillas	74
4.7	Características de la mazorca	80
V.	ANÁLISIS AGRO-ECONÓMICO	85
VI.	CONCLUSIONES	87
VII.	BIBLIOGRAFÍA	89
VIII.	ANEXOS	95

Índice de Cuadros y Figuras

Cuadro 1. Evaluación de la materia colorante en el maíz morado.....	8
Cuadro 2. Evaluación de antocianinas en el maíz morado cv. Prosemillas.....	9
Cuadro 3. Composición elemental de ácidos húmicos.....	18
Cuadro 4. Análisis físico-químico del suelo.....	21
Cuadro 5. Análisis del agua de riego.....	23
Cuadro 6. Variables meteorológicas de la zona de estudio periodo experimental junio 2012-noviembre 2012.....	24
Cuadro 7. Características químicas de los humatos de potasio.....	26
Cuadro 8. Cronología de la conducción del experimento.....	32
Figura 1. Disposición de las parcelas experimentales.....	37
Cuadro 9. Resultados generales y parámetros agronómicos del cultivo de maíz morado cv. Prosemillas.....	41
Cuadro 10. Fenología del cultivo de maíz morado cv. Prosemillas y uso-consumo del agua de riego.....	44
Cuadro 11. Variables de crecimiento de maíz morado cv. Prosemillas.....	47
Cuadro 12. Distribución de la materia seca de maíz morado cv. Prosemillas.....	56
Cuadro 13. Rendimiento de mazorcas de maíz morado cv. Prosemillas.....	64
Cuadro 14. Rendimientos parciales de maíz morado cv. Prosemillas.....	70
Cuadro 15. Componentes del rendimiento de maíz morado.....	76
Cuadro 16. Características de la mazorca de maíz morado.....	81
Cuadro 17. Análisis agro-económico del cultivo maíz morado.....	86

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en la altura de planta de maíz morado cv. Prosemillas.....	48
Gráfico 2. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el área foliar de maíz morado cv. Prosemillas.....	49
Gráfico 3. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el número de hojas de maíz morado cv. Prosemillas.....	50
Gráfico 4. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el diámetro de tallos de maíz morado cv. Prosemillas.....	51
Gráfico 5. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el número de hojas por encima de la mazorca principal de maíz morado cv. Prosemillas.....	52
Gráfico 6. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en la materia seca total de maíz morado cv. Prosemillas.....	57
Gráfico 7. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en la materia seca de hojas de maíz morado cv. Prosemillas.....	58
Gráfico 8. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en la materia seca tallos de maíz morado cv. Prosemillas.....	59
Gráfico 9. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en la materia seca de la mazorca de maíz morado cv. Prosemillas.....	60

Gráfico 10. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en la materia seca de la panoja de maíz morado cv. Prosemillas.....	61
Gráfico 11. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en la materia seca de la panca de maíz morado cv. Prosemillas.....	62
Gráfico 12. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el rendimiento total de maíz morado cv. Prosemillas.....	67
Gráfico 13. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el rendimiento comercial de maíz morado cv. Prosemillas.....	68
Gráfico 14. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el rendimiento de primera de maíz morado cv. Prosemillas.....	71
Gráfico 15. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el rendimiento de segunda de maíz morado cv. Prosemillas.....	72
Gráfico 16. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el rendimiento de descarte de maíz morado cv. Prosemillas.....	73
Gráfico 17. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el número de plantas por metro cuadrado de maíz morado cv. Prosemillas.....	77
Gráfico 18. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el número de mazorcas por planta de maíz morado cv. Prosemillas.....	78

Gráfico 19. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el peso promedio de mazorcas de maíz morado cv. Prosemillas.....	79
Gráfico 20. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en la longitud de la mazorca de maíz morado cv. Prosemillas.....	82
Gráfico 21. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el diámetro de la mazorca de maíz morado cv. Prosemillas.....	83
Gráfico 22. Efecto de la fertilización de nitrógeno y de la aplicación de ácidos húmicos en el peso seco de 100 semillas de maíz morado cv. Prosemillas.....	84

RESUMEN

El presente trabajo de investigación trata sobre el Efecto de la aplicación de Humatos de Potasio y de la Fertilización Nitrogenada en el rendimiento del maíz morado cv. Prosemillas, bajo condiciones de riego localizado de alta frecuencia por goteo. El ensayo se realizó en la unidad de Investigación en Riegos, perteneciente al Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, durante Junio del 2012 a Noviembre del 2012.

A nivel de campo se probó en maíz morado cv. Prosemillas, el efecto de la aplicación de Ácidos Húmicos (AH): 180 l/ha (AH₁) y 360 l/ha (AH₂), con un testigo (AH₀) no aplicado y la fertilización Nitrogenada (N): 60 kg/ha (N₁), 120 kg/ha (N₂), 180 kg/ha (N₃) con un testigo no aplicado (N₀). El diseño de investigación fue en parcelas divididas. Los tres niveles de aplicación de humatos de potasio en estudio fueron dispuestos aleatoriamente a nivel de parcelas dentro de cada bloque, y los niveles de fertilización nitrogenada fueron dispuestos aleatoriamente a nivel de subparcelas dentro de cada parcela.

Las variables de crecimiento; altura de planta, área foliar, número de hojas, diámetro de tallo y número de hojas por encima de la mazorca principal no muestran diferencias estadísticas a la aplicación de ácidos húmicos y niveles de fertilización nitrogenada en cambio las variables materia seca total y materia seca de hojas muestran diferencias significativas.

Los componentes de rendimiento no muestran efectos a la aplicación de ácidos húmicos y niveles de fertilización nitrogenada. Pero la variable peso promedio de mazorcas muestra diferencias estadísticas para la aplicación fertilización nitrogenada y la variable peso seco de 100 semillas, para los efectos de aplicación de ácidos húmicos y niveles de fertilización nitrogenada hay diferencias estadísticas.

La aplicación de ácidos húmicos no determina efectos significativos en el rendimiento comercial de mazorcas en cambio, el mayor rendimiento comercial de maíz morado, por efecto de la fertilización nitrogenada, se presenta a nivel de 120 kg/ha de N con 6, 713 kg/ha, con un incremento de 29.1% respecto al testigo no fertilizado con 5,200 kg/ha, de

10.6% respecto al nivel de 60 kg/ha de N con 6,163 kg/ha y de 8.8% respecto al nivel 180 kg/ha de N con 6,257 kg/ha de mazorcas.

La diferencia por categorías del rendimiento total de mazorcas establece, que el rendimiento de mazorcas de primera es el 58%, el rendimiento de mazorcas de segunda el 38.6% y el rendimiento de mazorcas de descarte el 6.1%.

Bajo las condiciones de suelo, agua, clima y tecnología en el manejo de maíz morado Prosemillas, los parámetros agronómicos que caracterizan a este cultivo, muestran una eficiencia de uso de agua (EUA) de 1.66 kg de mazorca producidas por m³ de agua aplicado, un coeficiente de transpiración (CT) de 318.3 litros evapotranspirados por kg de materia seca producida, una evapotranspiración el cultivo (ETc) de 311.0 mm/campaña. Un índice de área foliar (IAF) de 1.85 m²/m² de superficie foliar por superficie cultivada. Finalmente, el índice de cosecha (IC) de 52.6% de mazorcas respecto del total de materia seca producida. Para un ciclo vegetativo de 163 días de ciclo vegetativo, el consumo de agua de riego por goteo fue de 3,659.9 m³/ha, siendo el coeficiente del cultivo (Kc) promedio estimado de 0.97.

Finalmente, el análisis agroeconómico indica que el mayor índice de rentabilidad (IR) caracteriza al tratamiento AH₀N₃ (tratamiento no aplicado con ácidos húmicos y el tratamiento fertilizado con 180 kg/ha de N) con 67.3% siendo la utilidad neta de US\$ 1958.2, mientras que el menor índice de rentabilidad (IR) se presenta a nivel de tratamiento con AH₀N₀ (tratamiento no aplicado con ácidos húmicos y el tratamiento fertilizado con 0 kg/ha de N) con 4.9% de (IR) y US\$ 143.7 de utilidad neta.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la mayor apertura comercial ha impulsado el desarrollo de una oferta exportable de productos “emergentes”, que ganan terreno en distintos mercados. El maíz morado es uno de ellos, relevante no solo por su demanda culinaria, sino por su alto contenido de antocianinas, el cual es un pigmento natural contenida en la coronta, atribuyéndosele propiedades benéficas como antioxidante. Y además el interés por el cultivo, tiene sustento en la demanda de colorantes de origen vegetal que se genera en los países industrializados; los que están restringiendo el uso de colorantes sintéticos en la elaboración de alimentos, incluso hay algunos que han sido prohibidos por su efecto cancerígeno.

El Perú tiene una posición privilegiada al ser productor de antocianinas de origen de la coronta de maíz morado, de mejor calidad y el mayor productor mundial de maíz morado; otros países como Colombia, Bolivia y Ecuador también lo producen, pero aún no incursionan en el comercio exterior, por ello se debe aprovechar el amplio potencial de desarrollo que tiene este producto e incluso cuenta con un excelente control de calidad y un buen proceso de estandarización.

El manejo eficiente de la nutrición en el cultivo de maíz morado es uno de los pilares fundamentales para alcanzar rendimientos elevados sostenidos en el tiempo y con resultados económicos positivos, no sólo en el mismo cultivo de maíz, sino en los que participan en su rotación. Por ello, el manejo nutricional es uno de los factores fundamentales para optimizar el resultado de los sistemas de explotación de maíz en donde la fertilización representa una tecnología más que debe ser integrada dentro del proceso de producción.

Al respecto, el nitrógeno entre todos los elementos esenciales, es el que tiene la mayor probabilidad de limitar el crecimiento de las plantas cultivadas. Es elemento determinante en el desarrollo de los cultivos y en su capacidad de producción y pocos elementos generan una gran cantidad de efectos interactivos con los diversos factores del crecimiento y el rendimiento de los cultivos. El nitrógeno, como factor de

crecimiento demuestra que es el elemento de eficacia más elevada, es decir, con un mismo peso asegura el mayor aumento relativo de rendimiento. Interviene en la formación de aminoácidos y proteínas, los cuales a su vez incrementan el área foliar, la masa protoplasmática y en general el crecimiento de los diversos órganos de la planta.

Numerosos experimentos de campo han demostrado, que de todos los fertilizantes minerales que ingresan a los suelos, la aplicación de nitrógeno es la que en términos de aumento de la productividad ha presentado los efectos más importantes. Finalmente, una de los principales factores limitantes de la costa peruana es el recurso hídrico, por lo cual es necesario la investigación y aplicación de tecnologías que permitan aprovechar al máximo la disponibilidad de este escaso recurso. De otro lado, es importante mencionar que los ácidos húmicos, moléculas complejas formadas por la descomposición de la materia orgánica, son conocidos por contribuir significativamente a la estabilidad y fertilidad del suelo, resultando en el incremento de la absorción de nutrientes y en un crecimiento significativo de la planta. Asimismo, se establece que incrementan la permeabilidad de las membranas celulares y por ende la absorción de nutrientes, aumentan el crecimiento de organismos del suelo y la utilización del fosfato al evitar su retrogradación, asimismo, estimulan procesos bioquímicos en las plantas y el desarrollo de las raíces y por tener alta capacidad de cambio de base, incrementan la fertilidad potencial de los suelos. Es importante por tanto, conocer si la estimulación del crecimiento de las plantas y el incremento del rendimiento de los cultivos, está en relación directa al aporte de estas sustancias orgánicas.

Teniendo en cuenta estas consideraciones el presente trabajo de investigación plantea los siguientes objetivos:

Objetivos:

- Determinar el efecto de la aplicación de humatos de potasio en el crecimiento y rendimiento de maíz morado cv. Prosemillas bajo riego por goteo.
- Determinar los efectos de interacción entre diferentes niveles de nitrógeno y la aplicación de humatos de potasio en el cultivo de maíz morado cv. Prosemillas.
- Determinar los parámetros agronómicos del maíz morado Prosemillas, bajo condiciones de R.L.A.F. goteo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Agronomía del cultivo de maíz morado

El maíz es una planta oriunda de América, se han encontrado restos de este cereal desde el Canadá hasta el Norte de la República Argentina; habiendo constituido el principal alimento de las numerosas tribus indígenas que poblaban este extenso territorio. El origen del maíz morado es muy remoto. Se cultiva en el Perú desde épocas precolombinas, se cree que es nativo de las alturas de México o América Central, pero que no es conocido en estado silvestre, ni es capaz de mantenerse en competencia con otras plantas silvestres. Últimos hallazgos con una antigüedad de aproximadamente 4,500 años, a. c. indicarían que en el Perú ya se cultivaba el maíz morado.

El maíz morado constituye una de las muchas variedades de la especie *Zea mays*. La planta productora del maíz morado pertenece a la familia de las gramíneas, que así como su especie *Zea mays*, es una gramínea poco común por el hecho de que los elementos de su flor están separados: los estambres están en la parte superior la planta, formando una especie de racimos los pistilos se encuentran en la parte lateral, en la axilas de las hojas y resguardados por una vaina. Los pistilos o flores femeninas se insertan sobre un eje esponjoso o coronta y el conjunto al fecundar forma la mazorca. El tallo es cilíndrico y nudoso, en su parte medular es esponjoso y rico en azúcar. La altura del tallo es más bien pequeña en relación con las otras variedades. Las hojas son alternas y envainadoras, largas, delgadas y puntiagudas. El fruto es una cariósida, posee una sola semilla, la que está pegada al pericarpio; es muy rica en almidón. El maíz morado es amiláceo, por lo que también es muy blando, el pericarpio, al romperse, deja ver el blanco almidón interior.

Grobman (1982), manifiesta que las diversas variedades de maíz morado provienen de la raza ancestral culli (que en quechua significa negro). Las formas típicas están casi extinguidas, la raza culli es una de las cinco razas ancestrales de las que se han originado todas las demás, actualmente en extinción en el mundo. Existen muy pocas razas que presentan pigmentos antociánicos, tanto en el grano como en la tusa. En el Perú la raza culli se cruzó con otras razas, transfiriendo sus colores característicos a las razas derivadas, como el San Jerónimo, Huancavelicano, Piscoruto, Cuzco, I-huayleño, Arequipeño e Iqueño. Sin embargo se han producido variedades más desarrolladas y de mayor rendimiento mediante la técnica de cruzamiento y selección.

El maíz culli de Bolivia es muy parecido al peruano, tanto en la intensidad de decoloración del grano como en la morfología de la planta y mazorca. Es conocida la asociación de coloración de antocianina en plantas de maíz con su distribución altitudinal: maíces distribuidos a niveles de mayor altura presentan alta intensidad de coloración la cual disminuye hasta verde a nivel del mar. El maíz Ecuatoriano parece haberse originado del cruzamiento entre el culli ancestral con razas de mazorcas grandes. El culli Argentino es parecido al de Ecuador con la diferencia de que los granos son más duros. El Negrito Chileno tiene la mazorca más chica y los granos más delgados, presentando más hileras de granos.

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.

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 (**Fernández, 1995**).
- Arequipeño: donde 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 (**Fernández, 1995**).
- Morado Canteño: es una variedad nativa de 1.80 a 2.5 m de altura con una precocidad de 110 a 120 días de floración. Presenta plantas con tallo, hojas,

panojas y barbas de color púrpura o morado y caracterizado porque en las mazorcas, las tuzas presentan una fuerte concentración de pigmentos de color morado tanto en el exterior como en su interior, al igual que el pericarpio de los granos (**Manrique, 2001**).

Los granos son planos y presentan endospermo blanco amiláceo. Las mazorcas son cilindro-cónicas de 15 cm de longitud y 5 cm de diámetro, con 8 a 14 hileras (**Manrique, 2001**).

Se cultiva entre los 500 a 2400 msnm, en la costa central del departamento de Lima, en especial en las provincias de Canta y Lima, así como en Caraz departamento de Ancash (**Manrique, 2001**).

- 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 tuse más pigmentada (**Fernández, 1995**).
- Negro de Junín: es una variedad precoz, de granos grandes y negros, dispuestos irregularmente en una mazorca corta y redondeada. Es similar en forma a la raza San Jerónimo Huancavelicano. 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, la única variedad que está en producción actualmente. 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**).

En cuanto a las características genéticas del maíz morado que existe en el Perú, **Sevilla y Valdez (1985)** mencionan que los pigmentos de este maíz se encuentran en el pericarpio mientras que el maíz morado que se encuentra frecuentemente en otros lugares, presenta los pigmentos en la aleurona. Además, el pigmento morado de la aleurona es como el pericarpio, una antocianina. Sin embargo, debido a que la aleurona

está formada de una sola capa de células la cantidad de pigmentos que produce es muy baja. Cabe mencionar que el mayor contenido de antocianina, se encuentra en la tusa (coronta) y no en el grano 10 y 4% de capacidad de extracción respectivamente, (**Sevilla y Valdez, 1985**).

El maíz morado, dicen **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)**. En la Costa la mejor época para la siembra de maíz morado es el invierno, en los meses de mayo a junio, alargándose hasta setiembre, en sierra baja (1000 a 2200 msnm) se puede sembrar entre los meses de junio a julio. En sierra media (2200 a 2800 msnm) la mejor época está entre los meses de setiembre y octubre pudiéndose sembrar más tardíamente en ciertas zonas por la relativa precocidad de algunas variedades (**Sevilla y Valdez, 1985**).

Barnett (1980), menciona que la densidad óptima es función de la variedad y de la condición del suelo. Suelos con baja capacidad de retención de agua y nutrientes requieren densidades bajas. Una variedad alta y con mucho follaje requiere una densidad relativamente más baja. Cuando se cambia de densidad sin cambiar los factores ambientales se afecta principalmente el tamaño del receptor. Por ejemplo, aumentar la densidad cuando hay deficiencia de nitrógeno en el suelo, produce una demora en la aparición de la inflorescencia femenina, resultando menos tiempo para el llenado de granos. Una densidad más alta que la óptima, aun en condiciones ambientales apropiadas ocasiona plantas vanas.

De otro lado, las antocianinas son pigmentos solubles en agua, los cuales son largamente responsables del atractivo color de las flores, frutas y hojas coloreadas; yendo desde rosado, pasando por rojo, violeta y azul. Debido a que ellas están ampliamente difundidas en la naturaleza, una gran cantidad es consumida por los hombres en alimentos y bebidas (**Timberlake, 1982**). El término antocianina se deriva del griego “Antho” (azul y “Cyanin” (flor), y fue tomado por Marquant en 1835 para

designar los pigmentos azules de las flores. Luego se descubrió que no solo el color azul, sino el púrpura, violeta, y posiblemente todas las tonalidades de rojo, las cuales aparecen en muchas flores y frutas, son debidas a pigmentos químicamente similares a las antocianinas de Marquant. Se asume que las antocianinas ayudan a atraer insectos a las flores, y a pájaros y otros animales a las frutas, con el propósito de polinización y diseminación de la semilla respectivamente.

La cosecha es la última labor de campo en el cultivo del maíz morado, que consta en la recolección de las mazorcas, arrancándolas de la planta y separando de su envoltura o “panca”. El maíz se puede cosechar cuando el grano tiene una humedad de 30% aproximadamente **Sevilla y Valdez, (1985)**. Finalmente, el maíz morado es colocado en áreas o tendales para su secado natural por efecto de la radiación solar y el viento. Éste es un sistema lento y variable en su duración, ya que depende de las condiciones del medio ambiente. Termina cuando el grano tiene alrededor de 12% de humedad **Sevilla y Valdez, (1985)**. Ya que el maíz morado no se desgrana; con el secado terminan todas las operaciones, procediendo luego a su ensacado para el almacenaje y comercialización.

2.2 Presencia de antocianinas en maíz morado

Las antocianinas pigmentos flavonoides presentes en un amplio rango de plantas y vegetales, están tomando gran importancia debido no solo a su potencial como colorantes sino también por sus implicancias en la salud: no son tóxicos ni mutagénicos y tienen actividad antioxidantes (**de Pascual-Teresa, 2002**). Los compuestos fenólicos abarcan un gran grupo de sustancias orgánicas, siendo los flavonoides un subgrupo importante. El subgrupo flavonoide contiene antocianinas, uno de los grupos de pigmentos más ampliamente distribuidos en el mundo vegetal. Las antocianinas son responsables de un amplio abanico de colorantes de las plantas que incluyen el azul, púrpura, violeta, magenta, rojo y naranja. El vocablo antocianinas deriva de dos palabras griegas: *anthos*, flor y *kyanos*, azul (**Fennema, 2000**).

Nobuji et al (1979), mencionados por **Araujo (1995)**, caracterizaron la antocianina presente en el maíz morado boliviano (*Zea mays* L.) y encontraron que la longitud de onda máxima (339 nm) de aglycon fue idéntica con la de la auténtica cianidina. El componente azúcar fue identificada como glucosa consecuentemente con la base de estas evidencias, el mayor pigmento presente en granos y tusas del maíz morado fue identificado como cianidina 3,β-glucósido. **Zapata (1996)**, menciona que la cianidina

3,β-glucósido es un compuesto flavonoide que se encuentra formando parte mayoritaria de las antocianinas en los extractos de maíz morado.

Seis antocianinas fueron aislados de semilla de maíz morado del Perú (*Zea mays* L.) materia prima utilizada como colorante alimenticio y sus estructuras completas fueron determinadas por medio de análisis espectroscópicos.

La antocianina mayoritaria fue la cianidina 3-0-β-D-glucósido. Las otras cinco antocianinas fueron la pelargonidina 3-0-β-D-glucósido, peonidina 3-0-β-D-glucósido, cianidina 3-0-β-D-glucósido (6-malonil-glucósido). En las muestras procesadas de maíz morado se encontró pelargonidina 3-0-β-D-glucósido (6-melonil-glucósido) por primera vez. La cianidina y sus derivados constituyen alrededor del 70% en semillas de maíz morado (**Hiromitsu Auki; et al., 1999**).

En esta parte del trabajo, se procedió a determinar la cantidad de colorante extraída a partir del grano y de la coronta. Se puede observar que mayor cantidad de colorante se extrae de la coronta, le sigue en Rendimiento el grano molido y finalmente el grano entero.

Cuadro 1. Evaluación de la Materia Colorante en el Maíz Morado

Parte del Maíz	mg Acy/100 g	Rdto (%)
Coronta	610.998	79.47
Grano	51.935	6.75
Grano Molido	157.841	20.53
TOTAL coronta + grano molido	768.839	100

Por otro lado, **Pedreschi y Cisneros-Zevallos (2005)** determinaron que los pigmentos cianidina-3-glucósido representanel porcentaje mayoritario presente en el maíz morado, representado por un 44%, seguido de las antocianinas cianidina-3-glucósido aciladas en un 26.8%, el grupo peonidina-3-glucósido y su correspondiente grupo acilado representan aproximadamente el 9.9 y 11% respectivamente; mientras que la pelargonidina-3-glucósido y su grupo acilado representan una pequeña cantidad de aproximadamente 3 y 4.6% respectivamente.

Cuadro 2. Evaluación de Antocianinas en el maíz morado cv. PROSEMILLAS

Ensayo	Maíz Negro Prosemillas
¹ Pigmento antocianina (equivalentes cianidina-3-glucósido) mg/100 g de muestra coronta	642.0

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: ¹AOAC International Official Methods Of Analysis 19th Edition, 2012. 2005.02

2.3 Nutrición mineral del nitrógeno

El nitrógeno forma parte de la materia viva y es un constituyente de los más importantes compuestos y complejos órganos-minerales de las plantas como aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, aminos, amidas. Así mismo, la clorofila es el componente esencial de la fotosíntesis, es una sustancia nitrogenada (**Dominguez, A 1989**).

Aproximadamente el 98% del N total de la tierra, se presenta en la litosfera (suelos, rocas, sedimentos, materiales fósiles). El resto del N se encuentra casi en su totalidad en el aire, del que constituye el 78% presentándose en forma molecular (N₂). En la hidrosfera el nitrógeno aparece en forma molecular (N₂). En las aguas de la hidrosfera el nitrógeno aparece en forma molecular (N₂) e inorgánico, como NO₃⁻, NO₂⁻ y NH₄⁺ y en forma orgánica, en partículas de materia orgánica, (**Fassbender Hans, W. 1994**).

El nitrógeno es esencial para el crecimiento de la planta. Forma parte de cada célula viviente. La planta requiere de grandes cantidades de N para crecer normalmente, también indica que el N es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de la clorofila está involucrado en proceso de la fotosíntesis (**Davelouis, M.E. 1985**).

El nitrógeno es un constituyente esencial de toda materia viva de la planta, su rol en los siguientes aspectos: Interviene en la formación y constituyente de todo el protoplasma y por lo tanto esencial en el crecimiento de la planta. Es responsable de la coloración verde de la planta, porque el nitrógeno interviene en la síntesis de los cloroplastos. El suministro de nitrógeno influye fuertemente la proporción de proteínas en carbohidratos y por lo tanto una abundancia de nitrógeno incrementa la turgencia de las células delgadas (**Agenda del Satélite, 2001**).

La importancia del nitrógeno en la planta, entre otros es que; el destino de este elemento dentro de la planta es múltiple. Es constituyente de aminoácidos, proteínas, nucleótidos, coenzimas, etc.; más del 70% del nitrógeno de las hojas están en los cloroplastos, así mismo gran parte del nitrógeno se acumula en las vacuolas de las plantas en forma de amidas (glutamina y aspargina). Estos compuestos luego se comportan como fuentes donantes de nitrógeno reducido para la biosíntesis de otros compuestos nitrogenados en la planta (**Matamoros, A, 1990**).

El nitrógeno es el elemento que más influye sobre el desarrollo vegetativo y productivo del tomate, y al mismo tiempo es el elemento de más difícil manejo, ya que en su forma más habitual en el suelo (nitrato) es muy susceptible de perderse por lavado a capas del suelo no alcanzables por las raíces, pudiendo producirse pérdidas de hasta el 60%, (**www.COMPO-Agricultura**). El nitrógeno ejerce una acción de choque sobre los vegetales, una planta bien provista de nitrógeno brota pronto, adquiere un gran desarrollo de hojas y tallos, y toma un color verde oscuro, debido a la abundancia de clorofila, una buena vegetación hace prever una intensa actividad asimiladora (**Gros, A. 1992**).

El nitrógeno es el elemento que tiene el efecto más rápido y pronunciado de los tres elementos (N, P, K) que componen corrientemente los fertilizantes comerciales. Es el constituyente de todas las proteínas, las cuales son probablemente los componentes más activos del protoplasma; además tiende a impulsar el desarrollo del follaje y a impartir un color verde oscuro a las hojas (**Potash y Phosphate Institute (PPI)-USA 1997**). No es aconsejable aplicaciones de estos elementos en la preparación del terreno, excepto en terrenos pobres o de niveles inferiores a los óptimos. Aplicaciones de sulfato de amonio en cantidades proporcionales a los niveles obtenidos. Cantidades de 300-400 Kg/Ha, son normales (**Tisdale, S. y Werner, N. 1991**).

El exceso de nitrógeno provoca una serie de inconvenientes como: vegetación excesiva, retraso y prolongación de la floración, escaso cuajado de los frutos, frutos blandos con pobre coloración, frágiles, con menor riqueza de azúcares reductores y menor resistencia y conservación (**Matamoros, A. 1990**).

Resulta evidente que el nitrógeno tiene notable incidencia tanto en el desarrollo vegetativo como en la productividad del cultivo. En este sentido, **Mohamed (1987)** detectaron aumentos en los contenidos de aminoácidos libres de clorofila, proteínas y

actividad fotosintética en las hojas a medida que la dosis nitrogenada fuera mayores. Los aumentos en el tamaño de los frutos y número de frutos comerciales con niveles adecuados de nitrógeno. Por otro parte, se encontraron altas concentraciones del elemento provocaron la reducción en el número de frutos por planta y como consecuencia en la producción del cultivo (**Mohamed, A., Okkary T. 1987**).

El nitrógeno, más que cualquier otro elemento, facilita el crecimiento rápido y el color verde oscuro. Las plantas necesitan mucha cantidad de nitrógeno porque forma parte de muchos compuestos importantes, incluyendo la proteína y la clorofila. El N suscita el crecimiento vegetativo (crecimiento de tallos y hojas) más que el crecimiento de desarrollo de flores y de frutos (**Plaster, 2000**).

Los elementos esenciales como el Nitrógeno en ocasiones se ha clasificado funcionalmente en dos grupos: los que participan en la estructura de un compuesto importante y los que tienen una función activadora de enzimas (**Salisbury, 1994**).

Las plantas absorben la mayoría de N en forma de iones amonio (NH_4^+) o nitrato (NO_3^-). Indiferentemente de la forma de N absorbido por las plantas, este es transformado en el interior de las plantas a la forma de $-\text{N}-$, $-\text{NH}-$, $\text{O}-\text{NH}_2$. Este N reducido es elaborado en compuestos más complejos y finalmente transformado en proteína. La proteína en las células vegetales de las plantas tiene una naturaleza más funcional que estructural. La mayoría de estas proteínas son enzimas, otra son núcleo proteínas algunas de las cuales están presentes en los cromosomas en tales compuestos, las proteínas sirven como catalizadores y directores del metabolismo. Las proteínas funcionales no son formas estables, por lo que están continuamente rompiéndose y reformándose, además de su papel en la formación de proteínas, el nitrógeno es parte integral de la molécula de la clorofila.

Barcelo (2001), manifiesta que si bien la mayoría de las plantas carecen de la capacidad de aprovechar directamente el N_2 atmosférico, en cambio, si son capaces de reducir el nitrato, la principal forma de absorción de nitrógeno en las raíces, hasta el nivel de NH_4^+ y de incorporarlo en la materia orgánica. Por este proceso autótrofo las plantas pueden sintetizar, a partir de la forma inorgánica oxidada del NO_3^- el nitrógeno reducido de los diferentes compuestos orgánicos (aminoácidos, ácidos nucleicos, alcaloides, etc.). Las plantas pueden tomar y metabolizar nitrógeno como iones NO_3^- o NH_4^+ . El factor ambiental y la especie de la planta juegan un importante rol en la

determinación de las especies de nitrógeno usada por la planta, siendo el valor de pH el más crítico. Cuando el NO_3^- es provisto como la principal fuente de nitrógeno, la absorción resulta en un incremento del pH el medio nutritivo, ocurre lo inverso para iones NH_4^+ . En general está claro que valores de pH ácidos el NO_3^- es mejor tomado por la mayoría de las plantas, el NH_4^+ es mejor absorbido a valores de pH altos, mientras que a valores de pH comprendidos entre 6 y 8 las dos especies son absorbidas por igual manera (**Wignarajah, 1995**).

Los mayores contenidos de nitrógeno en las plantas se encuentran en los tejidos jóvenes. En estos el porcentaje suele oscilar entre 5.5 y 6.5% en peso seco. A medida que la planta avanza en edad, la proporción de celulosa aumenta, el porcentaje de nitrógeno disminuye y se eleva la relación C/N (**Navarro, 2000**).

El nitrógeno interviene en la formación de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos y muchas otras sustancias importantes, que a su vez intervienen en el crecimiento de diversos órganos de la planta, aumentando la superficie protoplasmática; por esta razón su eficacia se manifiesta en las partes activas del crecimiento de la planta (**Resh, 1997**). Probablemente el papel más importante del nitrógeno en la planta es su participación en la estructura de la molécula proteica. Además, el nitrógeno se encuentra en moléculas tan importantes como las purinas, porfirinas y coenzimas (**Devlin, 1970**).

Black (1975), agrega que el nitrógeno es un componente de la clorofila que da color verde característico a las plantas y como la clorofila es esencial para que haya fotosíntesis, se puede decir que el nitrógeno juega un papel esencial en la misma. También hay nitrógeno en las hormonas reguladoras del metabolismo y además es componente del trifosfato de adenosina (ATP), transportador de energía para la respiración. Los síntomas de deficiencia de nitrógeno consisten en poco desarrollo vegetativo y clorosis del follaje, que va pasando de un verde amarillento a una pigmentación anaranjada y finalmente violácea (**Pizarro 1996**).

El síntoma más fácilmente apreciable es el amarillento (clorosis) de las hojas, debido a una disminución del contenido de clorofila (**Devlin, 1970**). La vegetación deficiente de nitrógeno viene acompañada de una maduración acelerada del fruto y de una disminución del rendimiento. En algunas especies frutales, la superficie foliar disminuye notablemente, las yemas tardan en abrir, los brotes jóvenes no crecen y los frutos son pequeños y ácidos, aunque más coloreados (**Navarro, 2000**).

Salisbury (1994), manifiesta que las plantas que crecen con un exceso de nitrógeno siempre tienen las hojas color verde oscuro, y presentan abundancia de follaje, por lo común de sistema radical de tamaño mínimo, y por consiguiente, con una elevada proporción parte aérea-raíz (la proporción inversa es frecuente cuando hay deficiencia de nitrógeno).

Pizarro (1996), manifiesta que demasiado nitrógeno da lugar a un exceso de vegetación: la planta tarda en madurar, los frutos pierden calidad y los tejidos permanecen verdes y tiernos más rápido, con lo que aumentan la sensibilidad a las enfermedades y a las bajas temperaturas. **Mengel y Kirkby (1987)**, sostienen que el contenido de nitrógeno en la materia seca de las plantas va de 2 a 4%.

El nitrato absorbido por las plantas es almacenado en los peciolos para posteriormente ser reducido a la forma amónica (NH_2) para la síntesis de aminoácidos y otros productos orgánicos más complejos (**Villagarcía et al., 1990**).

Gros (1992), menciona que las plantas absorben N hasta el final de su fase de crecimiento vegetativo. Inicialmente, en sus primeras fases, las plantas prefieren el N amoniacal ya que es utilizado por estas más rápidamente en los procesos de síntesis de proteínas. Así mismo, concluye que hay estados del crecimiento de la planta con mayores necesidades de un determinado elemento nutritivo. En el caso de N las mayores necesidades corresponden a la fase de crecimiento activo como el desarrollo radicular, fase reproductiva, fecundación, etc.

Los efectos iniciales de una deficiencia de nitrógeno se muestran en las hojas adultas de cultivos en general (debido a la movilidad de este elemento), amarillándose a partir del ápice y a lo largo de la nervadura central, extendiéndose más tarde a toda la hoja, abarcando posteriormente la planta entera. A medida que la deficiencia se acentúa, las proteínas de las hojas son hidrolizadas y el nitrógeno solubilizado migra hacia las hojas más jóvenes y hacia los centros de crecimiento disminuyendo de esta manera la síntesis de proteínas, el tamaño de las células y la división celular (**Tisdale y Nelson, 1991**).

La movilidad de cualquier elemento está determinada en parte por la solubilidad de la forma química del elemento en el tejido. El N se desplaza con facilidad a través del floema, de las hojas más antiguas a las hojas más jóvenes y después a los órganos de almacenamiento, en caso de deficiencia de nitrógeno en la planta, las hojas jóvenes

permanecen más verdes por más tiempo ya que reciben formas solubles de nitrógeno provenientes de las hojas antiguas, estas hojas viejas se tornan amarillas y luego se queman a medida que mueren (**Salisbury, 1994**).

Bidwell (1993), manifiesta que el nitrógeno tiene un lugar especial en la nutrición vegetal, no solo debido a su elevado requerimiento por las plantas, sino porque está casi completamente ausente en el material madre del cual se forman los suelos. La mayor parte del nitrógeno está en combinación con la materia orgánica y solo una pequeña fracción se encuentra en formas utilizables por las plantas, tales como nitrato y amonio intercambiable (**Primo y Carrasco, 1981**).

La mayor parte del nitrógeno en el suelo está en forma orgánica como componente de los residuos orgánicos, el humus y otros compuestos más o menos complejos, como proteínas, nucleótidos, aminoácidos, aminos y amidas, etc. Una parte importante del nitrógeno del suelo se halla en grupos amino ($-NH_2$) y todo nitrógeno orgánico se encuentra en la forma reducida (**Dominguez, 1997**).

El mismo autor señala que existe en el suelo formas minerales de nitrógeno, entre las que hay que destacar los iones nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+). Otras formas menos abundantes y que constituyen productos intermedios son el ión nitrito (NO_2^-), los gases óxido nitroso (NO) y nítrico (N_2O), la hidroxilamina (NH_2OH) y cantidades no disociadas de amoniaco (NH_3). De todas estas formas, la única que es retirada en el suelo de forma apreciable es el ión amonio (NH_4^+).

Baker y Mills (1980), señalan que el amonio como única fuente de nitrógeno es dañino al crecimiento de muchas plantas superiores y disminuye la absorción de cationes (Ej. Ca, Mg, Mn) e incrementan la absorción de algunos iones (Ej. $H_2PO_4^-$, SO_4^{2-}), de otro lado el nitrato es de más fácil absorción al incrementarse su aplicación externa, sin embargo presenta el inconveniente de tener baja eficiencia por ser susceptible a perderse fácilmente por lixiviación o por desnitrificación, así, el nitrato en presencia de amonio mejora su eficiencia incrementando el crecimiento de las plantas y la absorción total de nitrógeno por las plantas.

El nitrógeno amoniacal es soluble en agua, pero es retenido por el complejo de cambio del suelo. Por el contrario, el nitrógeno nítrico no es retenido y además tiene una

solubilidad muy alta, por lo que puede ser arrastrado fácilmente por el agua, provocando pérdidas importantes (**Pizarro, 1996**).

El nitrógeno es altamente móvil si se encuentra en la forma NO_3^- , moviéndose libremente con el H_2O del suelo. Mucho del NO_3^- puede escurrirse por el perfil del suelo, esto sucede más en los suelos arenosos profundos que en los suelos de textura fina con drenaje moderado. El manejo apropiado del nitrógeno puede controlar la lixiviación a mantos freáticos y de esta forma eliminar cualquier potencialidad de toxicidad por parte del NO_3^- en acuíferos o ríos con la consecuente pérdida de vida acuática. A diferencia del nitrógeno, el fósforo y el potasio no se mueven mucho en el suelo, de echo pueden considerarse casi inmóviles. El fósforo se mueve muy poco en la mayoría de los suelos, generalmente se mantiene en el lugar donde ha sido colocado por la fertilización. Muy poco fósforo se pierde por lixiviación, aun cuando se mueve más libremente en suelos arenosos que arcillosos.

La erosión y la remoción en el cultivo son las dos únicas formas significativas de pérdidas de fósforo en el suelo. Casi todo el fósforo se mueve en el suelo por difusión, un proceso lento y de poco alcance que depende de la humedad del suelo.

Las condiciones secas reducen notablemente a difusión. El potasio también se mueve en gran parte por difusión pero es más soluble que el fósforo; por lo que puede desplazarse más lejos. Cuando se comparan las distancias a las que se desplazan el N, P y K, desde el punto en el cual fueron colocados se observa que nitrógeno en forma de nitrato se mueve libremente en el suelo en comparación con los otros dos nutrientes.

2.4 Los ácidos húmicos en la agricultura

La materia orgánica en el suelo está constituida por aquellas sustancias de origen animal o vegetal más o menos descompuestas y transformadas por la acción de los microorganismos, denominándose humus y que constituyen uno de los componentes fundamentales del suelo (**Domínguez, 1967**).

Biofix. com, indica que los ácidos húmicos son derivados del mineral leonardita, una forma oxidada de lignito, y son los constituyentes principales de materia orgánica vegetal en un estado avanzado de descomposición. La humificación es, por tanto, un proceso evolutivo por el cual la materia orgánica se va transformando, primero en Humus joven, para pasar a Humus estable hasta llegar a la definitiva mineralización

formando el ácido húmico. Los ácidos húmicos derivados de la leonardita son muy estables, su grado de oxidación y los componentes son más uniformes. Los ácidos húmicos tienen dos componentes principales: ácido húmico y ácido fúlvico, en diferentes proporciones según su origen y método de extracción. La mezcla de estos ácidos se les conoce generalmente como ácido húmico, por su connotación universal con el “humus” concepto con el que se describía la mayor fertilidad y mejor condición. Dependiendo del origen, la proporción de ácidos húmicos va del 80 – 90% y la del ácido fúlvico es del 10 – 20%. Posteriormente a través de la tecnología industrial se consiguen los diferentes equilibrios.

Según **Lorente (1997)**, se consideran a las sustancias húmicas, como los componentes verdaderos del humus, puesto que son los materiales orgánicos que perduran lo suficiente en el suelo sin descomponerse, las sustancias no húmicas son todos aquellos materiales que pueden ser colocados en alguna de las siguientes categorías: polisacáridos y azúcares, proteínas y aminoácidos, ácidos grasos, ácidos orgánicos simples y otros y las sustancias húmicas representan componentes no identificables.

El término sustancia húmica es frecuentemente aplicado a los materiales orgánicos de naturaleza no específica. Por ejemplo los estratos del compost y estiércol que son frecuentemente referidos como sustancias húmicas se subdivide, en función de su comportamiento al ser disueltas coloidalmente en un medio alcalino de NaOH o NH₄OH. Estos son:

Ácidos Húmicos, es la fracción más estudiada y seguramente la más importante. Se trata de un material orgánico oscuro que queda disuelto en NaOH o NH₄OH y que precipita por acidificación a pH 1 ó 2. También contiene así mismo, grupos hidroxiquinoma, como indica su decoloración cuando se reduce seguido de oscurecimiento cuando se expone al aire. La presencia de este grupo es el responsable del color oscuro de algunas turbas anaeróbicas.

Huminas, es la parte de la materia orgánica del suelo que se disuelve en la disolución de NaOH o NH₄OH. Contiene además de los productos de polimerización de las fracciones húmicas y fúlvicas, residuos vegetales y microbianos en un estado de descomposición parcial, esta fracción es separada por el método de bromuro de acetilo.

Ácidos Fúlvicos, sustancias orgánicas restantes que no se precipitan (quedan disueltos coloidalmente) al acidificar una disolución del suelo a pH 1 ó 2. Contiene pentosas y ácido urónico, indicando la presencia de hemicelulosa urónicas glicósidos fenólicos, azúcares y aminoácidos, de esta fracción se hizo el primer aislamiento de un complejo poliurónico del suelo. Todas estas sustancias componen aunque de manera variable las sustancias húmicas en general y a pesar de que en el suelo su contenido es bajo en proporción a otras partículas sólidas, su presencia ejerce notable influencia sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo cuando se forman en el suelo o son incorporadas a él (**Domínguez, 1967**)

Stoller (1985) menciona que existen diferentes mecanismos de acción en las plantas: estimulan directamente la germinación y el desarrollo radicular, estimula la actividad bacteriana del suelo, regula la transferencia de los nutrientes, estimula los procesos de absorción de nutrientes y además forma complejos con el cobre, manganeso, zinc y otros cationes polivalentes. Se observó la estimulación de la germinación de varias semillas de cultivo por los ácidos húmicos y fúlvicos; la germinación del maíz fue estimulada por 60 mg/L de ácidos húmico o ácido fúlvico, 30 mg/l de ácidos húmicos y 45 mg/l de ácidos fúlvicos incrementaron la germinación de la cebada y el trigo. **Calderón (1994)**, ha demostrado que las sustancias húmicas incrementan a longitud de las raíces y de los pelos absorbentes, incrementa el rendimiento de materia seca de frutos y tallos aumentan el nivel de consumo de oxígeno, favoreciendo además el contenido de clorofila en las hojas, movilizan el anión fosfato las plantas usan los fertilizantes fosfatados en mayor cantidad en presencia de las sustancias húmicas que en presencia de otras formas.

Dick y McCoy (1993), sostienen que las sustancias húmicas que ingresan a la planta durante los primeros estadios de desarrollo son una fuente de polifenoles, los cuales funcionan como catalizadores respiratorios, esto da como resultado un incremento de la actividad vital de la planta; los sistemas enzimáticos son intensificados, la división celular es acelerada, los sistemas radiculares alcanzan mayor desarrollo y finalmente la producción de materia seca se incrementa. El efecto estimulador de las sustancias húmicas en el crecimiento de las plantas ha sido comúnmente relacionada con una mejor absorción de macro nutrientes. Una vez absorbidas y dentro de la planta, las sustancias húmicas promueven la conversión de un número de elementos en forma disponible para las plantas.

Cuadro 3: Composición elemental de ácidos húmicos

Componentes	Ácidos fúlvicos	Ácidos húmicos
Carbono (C)	40 - 50%	52 - 62%
Hidrógeno (H)	4- 6%	3 - 4%
Nitrógeno (N)	1 - 5%	3 - 5%
Azufre (S)	0.30%	0.30%
Oxígeno (O)	43 - 50%	31 - 40%

Fuente: Conagra (2000)

La disponibilidad creciente del fósforo en presencia de ácidos húmicos está demostrada; así el efecto de los ácidos húmicos en la conversión del Fe en formas disponibles, protegiendo a la planta de la clorosis aun en presencia de alto contenido de fósforo. Los ácidos húmicos deben ser bien mezclados antes de ser aplicados al suelo o a las hojas. La aplicación localizada ha dado resultados dando una mejor absorción de compuestos con quelatos; con sustancias húmicas en cultivos hortícolas en riego localizado sobre sustratos bajos en materia orgánica se obtienen resultados más significativos (**Mendoza, 2004**).

Los ácidos húmicos son compuestos biológicos de alta concentración que no solo aumentan la población microbiana como consecuencia de las especies que aporta, sino, y fundamentalmente, presentan la capacidad de potenciar la flora microbiana autóctona. Por otro lado permiten eliminar residuos de pesticidas, destruyendo las materias activas por biodegradación, reduciendo de esta manera los problemas que generan estos residuos tanto en los cultivos como en los consumidores de las cosechas obtenidas. De otra parte, **Stevenson (1982)**, expresa que uno de los principales problemas en la comunicación en el campo de las sustancias húmicas es la carencia de definiciones precisas para especificar las diferentes reacciones. Desafortunadamente la terminología no es utilizada de una manera consistente. Por ejemplo, el término humus es alguna vez utilizado en forma sinónima con la materia orgánica del suelo que denota el material orgánico del suelo incluyendo las sustancias húmicas (pero sin contar a los tejidos vegetales o animales no descompuestos, sus productos parciales, en descomposición y la biomasa del suelo) de esta manera el término materia orgánica del suelo incluye: materiales orgánicos de alto peso molecular tales como: polisacáridos y proteínas, sustancias simples tales como azúcares, aminoácidos y otras moléculas pequeñas y

sustancias húmicas. El término humus es alguna vez utilizado para representar solamente a las sustancias húmicas.

Eficacia de las sustancias húmicas sobre los abonos minerales (N, P, K): **1. Nitrógeno:** la aplicación de ácidos húmicos permite que los cationes (NH_4^+) y los aniones (NO_3^-) sean fijados a través de intercambio catiónico y así se evita la lixiviación. **2. Fósforo:** Es fijado por las sustancias húmicas formando fosfohumatos. Por una parte son capaces de unirse a los iones fosfato y también son capaces de reaccionar con los fosfatos naturales insolubles, transformándoles en solubles. **3. Potasio:** Debido a la alta capacidad de intercambio catiónico, unas 5-10 veces superior a ciertas arcillas, es capaz de retener el K^+ y ponerlo a disposición de las plantas, asimismo el potasio fijado en las arcillas es liberado por los ácidos húmicos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Ubicación del campo experimental

El presente experimento se realizó en las instalaciones del campo experimental de la Unidad de Investigación en Riegos del Departamento Académico de Suelos de la Facultad de Agronomía de la UNALM, ubicado en el valle de Ate.

Latitud 12° 05' 06" S

Longitud 76° 75' 00" O

Altitud 238 m.s.n.m

3.1.2 Características del suelo

Los suelos de la Molina se encuentran fisiográficamente situados en una terraza media de origen aluvial. Se caracterizan por presentar buen drenaje, permeabilidad moderada, textura media moderadamente gruesa, estructura granular fina y consistencia en húmedo que va desde friable a muy friable. 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 el **Cuadro 4**. Los resultados del análisis indican que el suelo presenta una textura franco arenoso, lo cual tipifica a este suelo con una moderada capacidad de retención de humedad y buena aireación. Presenta una reacción ligeramente alcalina, con un contenido medio de calcáreo total. De acuerdo a la conductividad eléctrica clasificamos este suelo como moderadamente salino. El porcentaje de materia orgánica es bajo, por tanto, la cantidad de nitrógeno en el suelo también será limitado. Asimismo, para el fósforo y el potasio, el análisis indica valores medios para ambos elementos.

La CIC muestra una fertilidad potencial baja del suelo. Respecto a los cationes cambiabiles, el calcio y el magnesio predominan saturando el complejo de cambio. Esta característica establece relaciones catiónicas Ca/Mg de 2.2 (baja), Ca/K de 22.6 (muy alta) y Mg/K de 10.12 (extremadamente alta), valores que sobrepasan largamente los niveles normales para una adecuada nutrición, en primer lugar potásica y en segundo lugar cálcica, debido al exceso de magnesio.

Cuadro 4. Análisis Físico – Químico del Suelo

DETERMINACIÓN	VALOR	UNIDAD	MÉTODO DE ANÁLISIS
Conductividad Eléctrica (C.E)	7.46	dS/m	Lectura del extracto de la pasta saturada
Análisis Mecánico			Hidrómetro de Bouyoucos
Arena	61	%	
Limo	29	%	
Arcilla	10	%	
Clase Textural	Franco Arenoso		Triángulo Textural
pH	7.56		Potenciómetro 1:1 Agua-Suelo
Calcáreo Total	3.5	%	Gasó-Volumétrico utilizando un Calcímetro.
Materia Orgánica	0.82	%	Walkley y Black
Fósforo disponible	12.8	ppm	Olsen modificado
Potasio disponible	172	ppm	Extracción con acetato de amonio 1N pH:7.0
CIC	9.12	cmol(+)/Kg	Extracción con acetato de amonio 1N pH:7.0
Cationes Cambiables			
Ca ⁺⁺	5.65	cmol(+)/Kg	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Mg ⁺⁺	2.53	cmol(+)/Kg	Espectrofotometría de Absorción Atómica
K ⁺	0.25	cmol(+)/Kg	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Na ⁺	0.69	cmol(+)/Kg	Espectrofotometría de Absorción Atómica

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

3.1.3 Características del agua de riego

El análisis de agua **Cuadro 5**, nos muestra que el agua de riego es altamente salina (C4). El RAS es bajo, lo que indica que no tiene problemas de alcalinidad (S1). Además, se observa que hay predominio de los cationes de calcio y sodio, con un contenido elevado de magnesio. Las sales que van a predominar son los sulfatos y cloruros tanto de calcio y sodio. No existen problemas de toxicidad por boro, sin embargo, cloruros y sodio se encuentran a niveles por encima de los límites permisibles. El análisis indica también que el agua de riego presenta nitratos, anión no común en las aguas para riego, lo cual es un aporte suplementario de nitrógeno para el cultivo y que debería ser considerado en el balance de este elemento.

3.1.4 Características climatológicas de la zona experimental

De acuerdo al sistema modificado de Koeppen, basado en promedio anuales de precipitación y temperatura, a la zona de la Molina le corresponde la clasificación de desierto subtropical árido caluroso. El **Cuadro 6** muestra los datos climatológicos obtenidos en los registros del Observatorio Meteorológico Alexander Von Humboldt de la UNALM, para el ciclo de cultivo (junio 2012 – noviembre 2012). En este periodo, las variables climatológicas; radiación circunglobal (de 225.6 a 333.5 Ly/día), Heliofanía (de 72.3 a 131.1 horas), Temperatura Media (de 19.2 a 19.1 °C) y la evaporación media mensual (de 1.76 a 2.5 mm/día) se incrementan constantemente. En cambio, Humedad Relativa (de 85.0% a 83.0%) y Precipitación Mensual (de 1.6 a 0.4 mm/mes) disminuyen significativamente.

Cuadro 5. Análisis del Agua para el Riego

DETERMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
CEa	3.22	dS/m
pH	7.50	
Calcio	15.35	meq/L
Magnesio	5.00	meq/L
Sodio	13.04	meq/L
Potasio	0.30	meq/L
Suma de Cationes	33.69	
Nitratos	0.28	meq/L
Carbonatos	0.00	meq/L
Bicarbonatos	1.75	meq/L
Sulfatos	11.15	meq/L
Cloruros	20.50	meq/L
Suma de Aniones	33.68	
Sodio	38.71	%
RAS	4.09	
Boro	0.87	ppm
Clasificación		C4-S1

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Agua y Fertilizantes de la UNALM

Cuadro 6. Variables Meteorológicas de la Zona de Estudio - Periodo experimental junio 2012 – noviembre 2012

MES	Radiación Circunglobal (Ly/día)	Heliofanía Total Mensual (Hrs)	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Evaporación del Tanque Media (mm)	Precipitación Total Mensual (mm)
Junio	225.7	72.3	19.2	85	1.76	1.6
Julio	186.9	57.1	18.4	85	1.52	0.6
Agosto	169.4	34.8	16.2	90	1.19	1.8
Setiembre	225.2	70.8	17.1	88	1.57	2.2
Octubre	286.3	109	17.8	87	2.48	2.8
Noviembre	333.5	131.1	19.1	83	2.5	0.4
Promedio	237.8	79.2	18.0	86.3	1.8	1.6

Fuente: Observatorio Meteorológico Alexander Von Humboldt – UNALM

3.1.5 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:

- 156 m de laterales de goteo de 16 mm (PE)
- 480 goteros auto compensados Katiff de 2.1 l/h
- 12 conectores de salida
- 12 terminales de línea

Fertilización:

- 1 tanque de inyección de fertilizantes
- 1 elevador de 8 metros de altura
- 15 m. de manguera de polietileno de 4 mm.

3.1.6 El cultivo de maíz morado cv. Prosemillas

La empresa PROSEMILLAS, señala que el cultivar híbrido mejorado de maíz morado “PROSEMILA” se originó de la recombinación de variedades de maíz morado ya existentes en nuestro país (primero por selección fenotípica de mazorca y color de grano y posteriormente por selección masal y selección mazorca-hilera); considerado de la misma calidad que tiene el Gran Dorado (maíz amarillo duro) de la misma empresa y es recomendado para siembras en la Costa. Los granos son grandes, tiene un color y brillo que lo destacan, además de tener un tamaño considerable. Las plantas presentan un promedio de altura de 1.96 m, con 1.02 m de altura a la mazorca principal, 11.6 hojas por planta, 6 hojas por encima de la mazorca principal, una precocidad de 90 a 120 días a la floración masculina y un total de 170 días a la cosecha. Asimismo, presenta 1.2 mazorcas por planta, 100 g de peso de mazorca a 14% humedad, 4.9 cm de diámetro y 15.8 cm de longitud de mazorca. El rendimiento potencial está entre 6,000 a 8,000 kg/ha de mazorcas.

3.1.7 Fertilizantes

- Nitrato de amonio 33.5% N
- Ácido fosfórico 53% P₂O₅
- Sulfato de potasio 50% K₂O

3.1.8 Humatos de potasio

Las fuentes de humatos de potasio usados como complemento de la fertilización, fueron proporcionadas por la empresa Chemical Processes Industries S.A.C cuya marca comercial es Cropfield. Proviene de la extracción de la Leonardita. Es un producto líquido soluble, de color negro y contiene en promedio 12 % de ácidos húmicos y 3 % de ácidos fúlvicos. En el **Cuadro 7**, se muestra las características químicas del producto aplicados en el presente trabajo de investigación, se aprecia que el pH del humato de potasio comercial, extraído con KOH, es de reacción alcalina (pH 13.0); mientras que los humatos de potasio comerciales tratados con ácido cítrico es de reacción ácida, con rangos de pH entre 5.09 a 5.41. Respecto a la conductividad eléctrica, el humato de potasio comercial muestra una salinidad de 37.5 dS/m, mientras que el que fue tratado con ácido cítrico presenta una CE de 23.2 dS/m. Finalmente, la densidad de los humatos también difiere con valores de 1.38 g/cc para el comercial y de 1.07 g/cc para el que fue tratado con ácido cítrico.

Cuadro 7. Características Químicas de los Humatos de Potasio

Enmienda	pH	C.E. (dS/m)	Densidad (g/cc)
Humato de potasio comercial	13.03	37.5	1.38
Humato de potasio con ácido cítrico	5.21	23.2	1.07

3.1.9 Otros materiales

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.

3.1.10 Factores en estudio

I. Nivel de Fertilización Nitrogenada

Clave	Categoría	Nivel(kg/ha de nitrógeno)
N ₀	Testigo	0
N ₁	Bajo	60
N ₂	Medio	120
N ₃	Alto	180

Nivel de P₂O₅ = 100 kg/ha/ Nivel de K₂O = 160 kg/ha

II. Nivel de Humatos de Potasio

Clave	Categoría*	Nivel (l/ha ácidos húmicos)
AH0	Testigo	0
AH1	Medio	180
AH2	Alto	360

**Categoría de acuerdo a las recomendaciones de la casa comercial Chemical Processes Industries S.A.C*

3.1.11 Tratamientos

Nivel de N	Nivel de Ácidos Húmicos
N0 = 0-100-160	AH0
N0 = 0-100-160	AH1
N0 = 0-100-160	AH2
N1 = 60-100-160	AH0
N1 = 60-100-160	AH1
N1 = 60-100-160	AH2
N2 = 120-100-160	AH0
N2 = 120-100-160	AH1
N2 = 120-100-160	AH2
N3 = 180-100-160	AH0
N3 = 180-100-160	AH1
N3 = 180-100-160	AH2

3.2 Métodos

A nivel de campo el ensayo se manejó en 12 camas de producción levantadas (separadas 1.2 m). Cada cama de producción se alimenta con un lateral de riego, el cual presenta emisores a un espaciamiento de 30 cm entre sí. Cada cama de producción se subdivide en 4 subparcelas de 10 emisores y 3.0 m² de área efectiva. Las plantas se distribuyen en una disposición espacial de hileras simples a 12.5 cm entre plantas, lo cual establece una densidad promedio de 64,000 plantas.

Se probaron dos niveles de fertilización nitrogenada; N₁: 60 kg/ha de N (nivel bajo), N₂: 120 kg/ha de N (nivel medio), N₃: 180 kg/ha de N (nivel alto), en base a un testigo no fertilizado con nitrógeno (N₀).

Asimismo, por nivel de nitrógeno en estudio, se probaron dos niveles de humatos de potasio comerciales provenientes de la Leonardita; AH₁: 180 l/ha (nivel medio) y AH₂: 360 l/ha (nivel alto) en base a un testigo no aplicado con ácidos húmicos (AH₀).

La fertilización fosforada y potásica fue uniforme en todo el campo experimental, siendo los niveles de 100 kg/ha de P_2O_5 y de 160 kg/ha de K_2O .

En general, las labores agronómicas y de sanidad del cultivo fueron manejadas a un nivel estándar con la finalidad de no afectar los resultados de los tratamientos por su presencia. Las fuentes fertilizantes; sulfato de potasio y ácido fosfórico, para la práctica de la fertirrigación, fueron disueltas previamente para posteriormente ser aplicadas a través del tanque fertilizador elevado, utilizando el principio de diferencia de carga hidráulica hacia la corriente de riego. Así también tenemos que el ácido húmico fue disuelto para posterior aplicación a través del sistema de riego.

El nitrato de amonio fue localizado mecánicamente a nivel de subparcela, utilizando recipientes graduados, previa dilución en agua, de acuerdo al nivel de prueba y en 8 oportunidades, durante el periodo del crecimiento inicial del cultivo.

3.2.1 Instalación del área experimental

Las labores realizadas en la conducción del experimento se detallan en el **Cuadro 8**. Los pre operativos consistieron en realizar las labores de preparación del terreno, se marcaron 12 camas de producción separadas 1.25 m entre laterales de riego, posteriormente se instaló el sistema de riego dejándolo bajo riego para tener el terreno apto y acondicionado para el momento de la siembra.

La siembra se realizó con semilla de maíz morado proporcionado por la Empresa PROSEMILLAS. Se sembraron dos semillas por golpe a simple hilera, en disposición a tres bolillo. Las labores culturales realizadas como el deshierbo se realizó con escardas manualmente, lo que mantuvo el campo libre de malezas. Se realizó el desahije a los 20 después de la siembra (dds), cortando plantas de menor vigor y dejando por golpe una planta. Se realizaron aplicaciones fitosanitarias, aplicándose a los 50 dds un insecticida (granulutex) para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda*). La fertirrigación se realizó de forma fraccionada y se aplicó previamente diluida vía el sistema de riego mediante el uso de diferencia de carga, siendo dirigida mediante la apertura y cierre de las microválvulas de control de cada lateral.

El fósforo se aplicó en 3 fracciones, la primera aplicación a los 16 dds y sucesivamente una dosis más cada siete días. El nitrógeno (N) se fraccionó en 8 partes, la primera

aplicación a los 35 dds y las siguientes fracciones en las posteriores semanas, una fracción cada 7 días, siendo la última a los 84 dds. En el nivel N₁ cada fracción fue de 80.6 g, para el nivel N₂ cada fracción fue 161.2 g y para el N₃ la fracción fue 241.8 g.

El potasio (K) se fraccionó en 8 partes, la primera aplicación fue a los 42 dds y las siguientes fracciones se aplicaron en forma sucesiva cada semana, siendo la última aplicación a los 91 dds. Las fuentes de fertilización fosforada y potásica fueron aplicadas mediante el sistema de riego.

Los ácidos húmicos se aplicaron en 4 fracciones, la primera a los 16 dds y las siguientes cada siete días, aplicándose la última fracción a los 35 dds. En el nivel de AH₁ cada fracción fue de 216 ml de ácidos húmicos y para el nivel AH₂ la fracción fue de 432 ml de ácidos húmicos. El nitrógeno será aplicado de manera localizada a nivel de subparcela, utilizando recipientes graduados, previa dilución en agua. La cosecha se realizó a los 176 dds, momento en que las mazorcas de maíz ya habían alcanzado el nivel de madurez de cosecha. Las mazorcas cosechadas se llevaron al laboratorio para ser evaluadas bajo los aspectos tomados en cuenta por el trabajo de investigación.

3.2.2 Características del campo experimental

Largo Efectivo: 11.6 m
Ancho Efectivo: 14.4 m
Área Efectiva: 167 m²

Del Bloque

Largo Efectivo: 11.6 m
Ancho Efectivo: 3.6 m
Área Efectiva: 41.8 m²
Número de Bloques: 4

De la Parcela

Largo Efectivo: 11.6
Ancho Efectivo: 1.2 m N° de Golpe: 84
Área Efectiva: 13.9 m² N° de plantas/golpe: 1
Número de Parcelas: 12

N° de Hileras: 1

De la Sub parcela

Largo Efectivo: 2.9 m
Ancho Efectivo: 1.2 m
Área Efectiva: 3.5 m²
Número de Sub Parcelas: 48

N° de Hileras: 1
N° de Golpe: 21
N° de plantas/golpe: 1

3.3 Diseño experimental

El diseño experimental fue parcelas divididas. Los niveles de fertilización nitrogenada fueron asignados aleatoriamente a nivel de subparcelas y los niveles de ácidos húmicos se asignaron aleatoriamente a nivel de parcelas. Las diferencias de medias se establecieron a través de la aplicación de la prueba de Duncan, siendo ésta del mismo modo que el análisis de variancia, por el software estadístico SAS V.8. (*Statistical Analysis System*). **Modelo Aditivo Lineal:** $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \rho_j + \delta_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + \zeta_{ijk}$

Dónde:

Y_{ijk} : es el rendimiento observado en el i -ésimo nivel de nitrógeno, j -ésimo bloque y k -ésimo nivel de ácidos húmicos.

μ : es el efecto de la media general.

α_i : es el efecto del i -ésimo nivel de nitrógeno.

ρ_j : es el efecto del j -ésimo bloque.

δ_{ij} : es el efecto del error experimental en parcelas.

β_k : es el efecto del k -ésimo nivel de ácidos húmicos.

$(\alpha\beta)_{ik}$: es el efecto de la interacción en el i -ésimo nivel de nitrógeno y el k -ésimo nivel de ácidos húmicos.

ζ_{ijk} : es el efecto del error experimental en sub parcelas

FV	GRADOS DE LIBERTAD
Parcela	
Bloques	3
Niveles de Ácidos Húmicos (A)	2
Error (a)	6
Total de Parcela	11
Sub Parcela	
Niveles de Nitrógeno (B)	3
Interacción AxB	6
Error (b)	27
Total de Subparcelas	48

Cuadro 8: Cronología de la conducción del experimento

Labores de campo	Fecha
Preparación del terreno	30/05/2012
Apertura del sistema de riego	01/06/2012
Siembra	02/06/2012
Resiembra	11/06/2012
Aporque y Desahije	18/06/2012
Fertilización 1P, 1AH	19/06/2012
Aplicación de M	20/06/2012
Desmalezado manual del campo	22/06/2012
Fertilización 2P,2AH	23/06/2012
Aplicación de Folicur y Cymbaz	28/06/2012
Fertilización 3P, 3AH	30/06/2012
Aplicación de Granolate Plus	03/07/2012
Fertilización 1N, 4AH	07/07/2012
Aporque y desahije	09/07/2012
Aplicación de Prozyme	12/07/2012
Fertilización 2N, 1K	14/07/2012
Fertilización 3N, 2K	21/07/2012
Fertilización 4N, 3K	28/07/2012
Aplicación de Granolate Plus	03/08/2012
Fertilización 5N, 4K	04/08/2012
Fertilización 6N, 5K	11/08/2012
Fertilización 7N, 6K	18/08/2012
Fertilización 8N, 7K	25/08/2012
Fertilización 8K	02/09/2012
Cierre del sistema de riego	02/10/2012
Cosecha	12/11/2012

3.4 Variables evaluadas

i. Variables de Crecimiento

Altura de planta (cm)

La medida se realizó desde el cuello de planta hasta el último nudo del tallo donde se sostiene o emerge la panoja.

Área foliar (cm²/planta)

Se determinó tomando muestras de las hojas con un sacabocado de área conocida (05 muestras) y pesadas; finalmente se comparó entre este peso de área conocida con el peso total de hojas.

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 (cm)

Se midió, en el centro del primer entre nudo emergente del suelo, en 05 plantas evaluadas al azar. Se tomó la parte más ancho del tallo, utilizando el vernier.

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

Las muestras de hojas, tallo y panoja fueron secadas al ambiente por un tiempo de 24 horas y posteriormente se sometió a desecamiento en la estufa (a 65° C durante 72 horas). Determinado el contenido de humedad de cada componente morfológico, se calculó la materia seca de cada uno, teniendo como referencia la materia fresca inicial. Para completar la materia seca total, fue necesario adicionar el peso promedio de mazorcas/planta y el peso promedio de panca lo cual fue posible al final de la cosecha.

ii. Rendimiento del maíz morado kg/ha (mazorca a 14% de humedad)

El rendimiento económico del cultivo se obtuvo contando y pesando las mazorcas de cada sub parcela. Terminada la labor de cosecha, se tomaron muestras por subparcela (1) de mazorcas para determinar el contenido (%) de humedad a la cosecha. Posteriormente, se corrigió el peso de campo en función de las fallas, de la humedad de mazorca al 14% de humedad, por contorno del área y se expresó en kg/ha de mazorcas de rendimiento total y de rendimiento comercial en base a la eliminación del rendimiento descarte (mazorcas que se presentaban sin granos, deformadas y pequeñas), lo que permitió determinar el rendimiento por categorías (primera, segunda y descarte).

Porcentaje de humedad del grano, evaluado en base a una muestra determinada y sometida a desecamiento a la estufa a una temperatura aproximada a 65°C por 72 h. 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 golpes cuando la población es perfecta (0 fallas)

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

Para realizar la corrección por humedad y expresar el peso a 14% de humedad, se utilizara 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 maíz en grano en kg/ha, se aplicará el siguiente Factor de Producción (FP):

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

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.

iii. Características de la mazorca

Del total de mazorcas cosechadas por subparcela, fueron tomadas diez mazorcas al azar por subparcela, en las cuales se determinó:

Longitud de mazorca (cm):

Se midió de las 10 mazorcas tomadas al azar su longitud desde la base hasta el ápice. Posteriormente se determinó el valor promedio.

Diámetro de mazorca (cm):

Se tomaron al azar 10 mazorcas donde se midió el diámetro en la parte media de cada mazorca. Posteriormente se promedió los valores encontrados.

Para finalmente darle la denominación de primera, segunda y descarte.

iv. Parámetros agronómicos del cultivo de maíz morado

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

Relación que resulta de dividir el rendimiento comercial de mazorcas (kg/ha de maíz) respecto del volumen total de agua utilizado en el riego (m³/ha).

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

Evapotranspiración del cultivo (ETc = m³/ha/campaña)

Cantidad de agua evapotranspirada durante el ciclo vegetativo del cultivo de maíz. Se obtuvo en base al registro del contómetro (caudalímetro) de agua, instalado al inicio del módulo de riego y el promedio de la eficiencia del sistema de riego por goteo empleado (85%).

Coefficiente de transpiración (CT- l/kg)

Obtenido en base a la relación entre la cantidad total de agua evapotranspirada y la producción de materia seca total por unidad de área.

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

Índice de cosecha (IC-%)

Relación entre el peso promedio de la materia seca de mazorca respecto a la materia seca total de la planta (hojas + tallos + mazorca + panca + panoja).

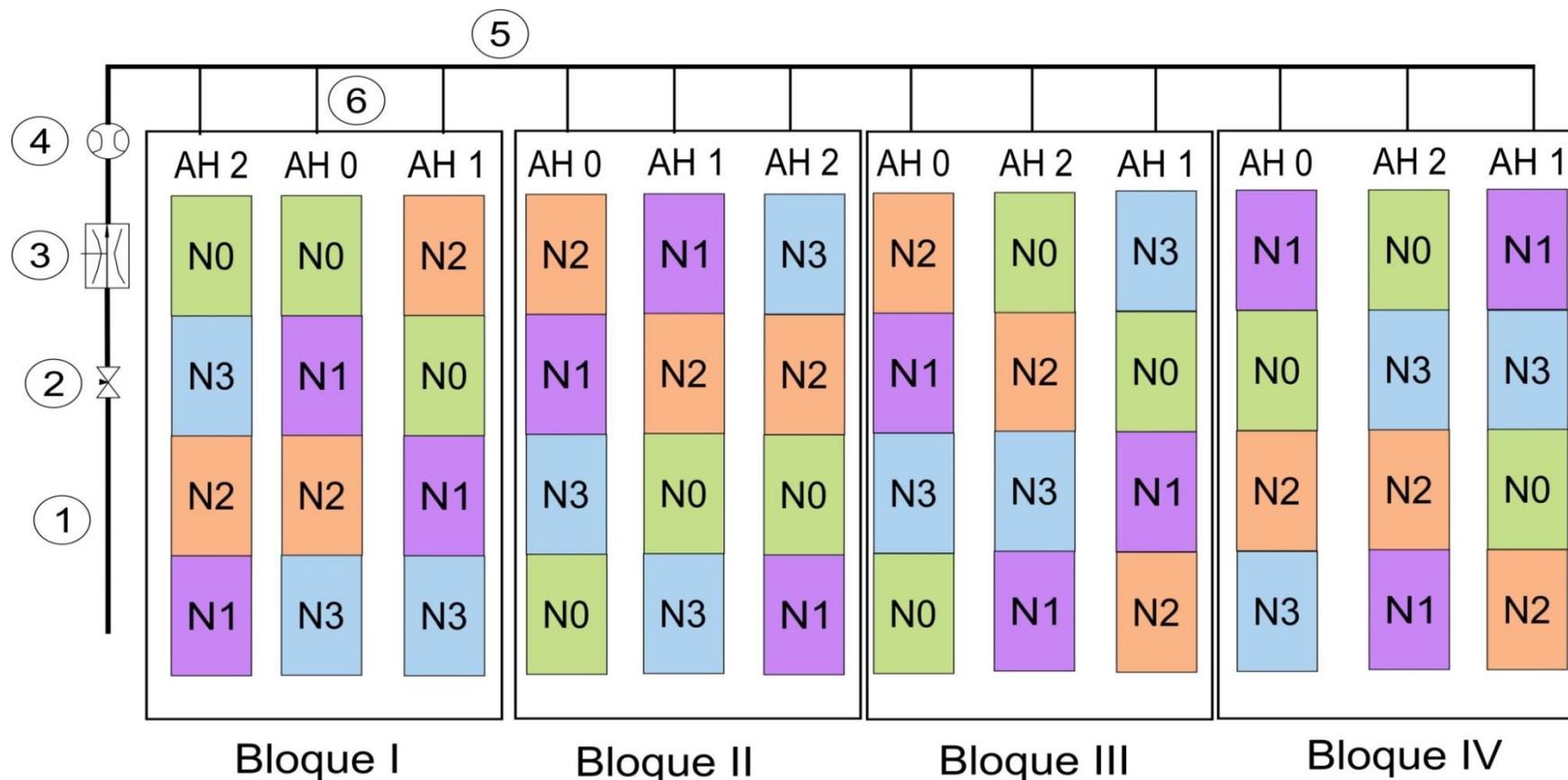
$$IC \text{ (\%)} = \frac{\text{Materia seca de mazorca (kg)}}{\text{Materia seca total (kg)}}$$

Índice de área foliar (IAF)

Relación entre la superficie foliar total producida ($\text{m}^2/\text{área cultivada}$) respecto a los m^2 de superficie cultivada.

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

Figura 1. Disposición de las Parcelas Experimentales.



Leyenda

- ① Tubería Principal
- ② Llave de válvula
- ③ Inyector tipo Venturi
- ④ Caudalímetro
- ⑤ Tubería Secundaria
- ⑥ Cinta de goteo

N0 = 0 Kg N/ha
 N1 = 60 Kg N/ha
 N2 = 120 Kg N/ha
 N3 = 180 Kg N/ha

AH 0 = 0 L/ha
 AH 1 = 180 L/ha
 AH 2 = 360 L/ha

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuadros que se presentan y discuten a continuación han sido elaborados en base a los cuadros 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 del cultivo. Se considera el análisis de variancia del combinado de los factores en estudio, la prueba de comparación de medias de Duncan y finalmente el análisis agro-económico.

4.1 Resultados generales y parámetros agronómicos del cultivo maíz morado cv. Prosemillas

El Cuadro 9, presenta los resultados generales y los parámetros agronómicos que caracterizan al cultivo de Maíz Morado PROSEMILLAS; Eficiencia de Uso de Agua (EUA-kg/m³), Índice de Cosecha (IC%), Índice de Área Foliar (IAF-m²/m²), Coeficiente de Traspiración (CT-l/kg) y Evapotranspiración del Cultivo (ETc-mm/campaña).

Bajo las condiciones de clima, suelo y manejo agronómico del presente ensayo, el periodo vegetativo del cultivo fue de 163 días después de la siembra (dds), siendo el gasto de agua de riego de 3659.9 m³/ha y el rendimiento comercial promedio de mazorcas de 6,083 kg/ha. Asimismo, para una población de 5.37 plantas/m², el número promedio de mazorca por planta es 1.2 y el peso promedio de 99.6 gramos. Bajo estas condiciones las plantas alcanzan una altura de 196 cm, expanden una superficie foliar de 3.4 m²/planta y acumulan un total de materia seca de 181.9 g/planta, siendo la relación de hojas: tallos: mazorca: panoja: panca de 10.4%, 21.4%, 52.6%, 2.4% y 13.3% respectivamente, presentando un diámetro de mazorca de 4.87 cm.

4.1.1 Eficiencia de uso de agua (EUA – kg/m³)

La eficiencia de uso de agua, principal parámetro agronómico de los cultivos, relaciona los kilogramos de mazorcas de maíz morado producidos por metro cúbico de agua aplicado en el riego presenta como valor medio 1.66 kg/m³. Al respecto, **Espinoza (2003)**, en condiciones similares de calidad de agua, suelo y medio ambiente, investigó sobre el efecto de la fertirrigación nitrogenada y la densidad de plantas en maíz morado PMV 581, encontrando valores para la EUA de 3.6 kg/m³. **Solano (1999)**, sobre el efecto de la fertirrigación NPK en el rendimiento de tres variedades maíz morado,

encontró valores de EUA de 1.21 kg/m^3 para la variedad morado Canteño, de 1.20 kg/m^3 para la variedad PMV-581 de Huánuco y de 1.17 para la variedad PMV-581 de Cañete. Asimismo, **Sánchez (2007)**, en tres híbridos maíz amarillo duro, probando el efecto de la fertilización nitrogenada – potásica, encontró valores de promedio de 2.13 kg/m^3 para la EUA. **Vásquez (2007)**, en maíz híbrido PM-702, probando el efecto de la fertilización nitrogenada encontró un valor promedio en la EUA de 1.4 kg/m^3 .

4.1.2 Evapotranspiración (ETc) y coeficiente de cultivo (Kc)

La evapotranspiración del cultivo (ETc) equivale al consumo neto de agua por la planta. El proceso se define como la pérdida de agua de una cubierta vegetal bajo la forma de vapor a través de la evaporación y transpiración durante un intervalo dado.

En las condiciones en que prosperó el cultivo de maíz morado PROSEMILLAS, la evapotranspiración promedio (ETc) fue de 311.1 mm/campaña , con una media de 2.15 mm/día ($21.5 \text{ m}^3/\text{ha/día}$ evapotranspirados) y un coeficiente de cultivo (Kc) estimado de 0.97 .

Al respecto, **Espinoza (2003)**, en condiciones similares de calidad de agua, suelo y medio ambiente, sobre el efecto de la fertirrigación nitrogenada en maíz morado PMV 581, encontró valores para la evapotranspiración del cultivo (ETc) de 257.1 mm/campaña , con un valor medio de 0.72 mm/día y un Kc medio de 1.09 . **Solano (1999)**, sobre el efecto de la fertirrigación NPK en tres variedades de maíz morado, encontró valores para la ETc de 346.4 mm/campaña , con una media de 3.20 mm/día y un Kc medio de 0.91 .

Asimismo, **Sánchez (2007)**, en tres híbridos maíz amarillo duro, probando el efecto de la fertilización nitrogenada – potásica, encontró valores de promedio para la ETc de 358.9 mm/campaña , con una media de 2.78 mm/día y un Kc medio de 1.04 . **Vásquez (2007)**, en maíz híbrido PM-702, probando el efecto de la fertilización nitrogenada encontró un valor en la ETc de 507.7 mm/campaña , con una media de 2.9 mm/día y un Kc medio de 0.87 .

4.1.3 Índice de área foliar (IAF)

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. Al respecto, el cultivo de maíz morado PROSEMILLAS presenta un índice de área foliar (IAF) de $1.85 \text{ m}^2/\text{m}^2$.

Al respecto, **Espinoza (2003)**, sobre el efecto de la fertirrigación nitrogenada en maíz morado PMV 581, encontró valores para el índice de área foliar (IAF) de $7.3 \text{ m}^2/\text{m}^2$. **Solano (1999)**, sobre el efecto de la fertirrigación NPK en tres variedades de maíz morado, encontró valores en el IAF de $3.09 \text{ m}^2/\text{m}^2$ para la variedad morado Canteño, de $3.14 \text{ m}^2/\text{m}^2$ para la variedad PMV-581 de Huánuco y de $3.05 \text{ m}^2/\text{m}^2$ para la variedad PMV -581 de Cañete. Asimismo, **Sánchez (2007)**, en tres híbridos maíz amarillo duro, probando el efecto de la fertilización nitrogenada – potásica, encontró valores en el IAF de $6.92 \text{ m}^2/\text{m}^2$. **Vásquez (2007)**, en maíz híbrido PM-702, probando el efecto de la fertilización nitrogenada encontró un valor en el IAF de $9.94 \text{ m}^2/\text{m}^2$.

4.1.4 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 + mazorca + panca + panoja). Al respecto, la media para el cultivo de maíz morado PROSEMILLAS alcanza un valor de 52.6%. Al respecto, **Espinoza (2003)**, encontró valores para el índice de cosecha (IC%) de 45.6%. **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. Asimismo, **Sánchez (2007)**, encontró valores en el IC% de 28.6%. **Vásquez (2007)**, encontró un valor de 32.9% en el IC.

4.1.5 Coeficiente de transpiración (CT)

Parámetro agronómico que indica la cantidad de agua evapotranspirada necesaria para producir un kilogramo de materia seca - parte aérea. Así, el coeficiente de transpiración encontrado en maíz PROSEMILLAS se eleva a 318.3 litros evapotranspirados por kilogramo de materia seca producida. Al respecto, **Espinoza (2003)**, encontró valores para el coeficiente de transpiración de 167.4 l/kg. **Solano (1999)**, encontró valores de 234.9 l/Kg para la variedad morado Canteño 229.3 l/kg para la variedad PMV-581 de Huánuco y 229.2 l/Kg para la variedad PMV-581 de Cañete. Asimismo, **Sánchez (2007)**, encontró valores de 180.9 l/Kg y **Vásquez (2007)**, encontró un valor de 286.7 l/Kg.

Cuadro 9: Resultados generales y parámetros agronómicos del cultivo de maíz morado PROSEMILLAS.

Características	Promedio	Unidad
i Requerimiento de riego	3659.9	m ³ /ha
ii Rendimiento económico	6083.0	kg/ha
iii Variables morfológicas		
Área foliar	3438.3	cm ² /planta
Altura de planta	196	cm.
Materia seca total	181.9	g.
Materia seca de hojas	18.9	g.
Materia seca de tallos	38.9	g.
Materia seca de mazorcas	95.7	g.
Materia seca de panoja	4.4	g.
Materia seca de panca	24.1	g.
Número de hojas por planta	11.6	Unid.
iv Componentes del rendimiento		
Nº de plantas/ área	53733	plantas/ha
Nº de mazorcas por planta	1.2	Unid.
Peso promedio de mazorca	99.6	g.
vi Parámetros agronómicos		
Eficiencia de uso de agua (EUA- kg/m ³)	1.66	kg/m ³
Índice de cosecha (IC-%)	52.6	%
Índice de área foliar (IAF- m ² /m ²)	1.85	m ² /m ²
Coefficiente de transpiración (CT- l/kg.)	318.3	l/kg
Evapotranspiración del cultivo (ETc)	311.09	mm/campaña

4.2 Fenología del cultivo de maíz morado cv. Prosemillas y uso - consumo de agua de riego

El **Cuadro 10** presenta el consumo de agua de riego por estado fenológico del cultivo de maíz morado Prosemillas. Durante los 163 días que duró el ciclo vegetativo. El uso-consumo de agua, con una eficiencia de riego de 85% fue de 3659.95 m³/ha.

A los 30 dds (días después de la siembra) el cultivo presentó seis hojas verdaderas, y el consumo de agua fue 593.13 m³/ha, asimismo, la evapotranspiración del cultivo (ETc) fue 1.38 mm/día y el Kc estimado 0.74.

A los 45 dds (días después de la siembra) el cultivo presentó ocho hojas verdaderas, y el consumo de agua fue 850.6 m³/ha, asimismo, la evapotranspiración del cultivo (ETc) fue 1.46 mm/día y el Kc estimado 0.82.

A los 60 dds se inicia la floración-polinización, siendo el gasto hasta este momento fenológico de 1170.72 m³/ha, representando el 31.9% del total aplicado. En este periodo, la ETc promedio del cultivo es de 1.8 mm/día y el Kc promedio estimado de 0.95.

A los 62 dds el cultivo presento diez hojas. En este momento el gasto parcial de agua se eleva a 1215.68 m³/ha, representando el 33.2% del total aplicado. En este periodo, la Evapotranspiración promedio del cultivo es 1.9 mm/día y el Kc estimado de 0.98.

A los 76 dds se inicia la floración-fecundación, siendo el gasto hasta este momento fenológico de 1562.55 m³/ha, representando el 42.7% del total aplicado. En este periodo, la ETc promedio del cultivo es de 2.11 mm/día y el Kc promedio estimado de 1.08.

A los 81 dds el cultivo presenta 12 hojas verdaderas. En este momento el gasto parcial de agua se eleva a 1692.14 m³/ha, representando el 46.2% del total aplicado. En este periodo, la Evapotranspiración promedio del cultivo es 2.2 mm/día y el Kc estimado de 1.13.

A los 101 dds el cultivo se encuentra en formación de grano, siendo el gasto de agua en este momento fenológico de 2469.55 m³/ha, representando el 67.5% del total aplicado. En este periodo, la ETc promedio del cultivo es de 3.3 mm/día y el Kc estimado de 1.18.

Finalmente, a los 132 dds el cultivo se encuentra iniciando la madurez fisiológica, siendo el gasto de agua de riego de 3659.9 m³/ha, representando el 100% del total aplicado. En este periodo, la ETC promedio del cultivo es de 3.26 mm/día y el Kc estimado de 0.96.

Al respecto, **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. **Solano (1999)**, en una siembra de verano, sobre el efecto de la fertirrigación NPK en tres variedades de maíz morado, gastó un total de agua de riego de 3,765.4 m³/ha, siendo el periodo vegetativo promedio de 108 días. Asimismo, **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 5,640.9 m³/ha, siendo el periodo vegetativo de 175 días.

4.3 Variables morfológicas del cultivo maíz morado cv. Prosemillas

4.3.1 Principales variables de crecimiento

El **Cuadro 11** y Gráficos 1, 2, 3, 4 y 5; presentan los resultados obtenidos en las principales variables morfológicas de primer orden del cultivo de maíz morado PROSEMILLAS: altura de planta, área foliar, número de hojas, diámetro de tallo y número de hojas por encima de la mazorca principal, por la aplicación de ácidos húmicos y el efecto de la fertilización nitrogenada. Al respecto, la altura de la planta, el área foliar, número de hojas, diámetro de tallo y número de hojas por encima de la mazorca principal no se muestran diferencias estadísticas para ninguno de los factores en estudio. De otro lado, los efectos de interacción niveles de nitrógeno por niveles de ácidos húmicos en todas las variables evaluadas, no muestran diferencias estadísticas, indicando el efecto independiente de la aplicación de N y la aplicación de ácidos húmicos. 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.

Cuadro 10. Fenología del Cultivo de Maíz Morado cv. Prosemillas y uso- Consumo del Agua de Riego

ESTADOS FENOLÓGICOS	CICLO VEGETATIVO	REQUERIMIENTO DE RIEGO		ETc (mm/día)	Eo (mm/día)	Kc Estimado
	Acumulado (días)	Neto (mm)	Aplicado (m ³ /ha)			
Emergencia	0	13.02	153.18	1.02	1.75	0.58
	7	7.11	83.59			
6 hojas	30	30.29	356.36	1.32	1.78	0.74
8 hojas	45	21.89	257.47	1.46	1.78	0.82
Floración-Polinización	60	27.21	320.12	1.81	1.91	0.95
10 hojas	62	3.82	44.96	1.91	1.95	0.98
Floración-Fecundación	76	29.48	346.87	2.11	1.95	1.08
12 hojas	81	11.02	129.59	2.20	1.95	1.13
Formación de Grano	101	66.08	777.41	3.30	2.80	1.18
Madurez Fisiología	132	101.18	1190.40	3.26	3.40	0.96
Madurez Cosecha	163					
Total y/o promedio		311.09	3659.95	2.04	2.14	0.94

Eficiencia de riego: 85% ETc = Kc x Eo Eo: Evaporación del tanque clase A Kc: Coeficiente de cultivo ETc: Evapotranspiración del cultivo

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. **Vásquez (2007)**, en maíz híbrido PM-702, probando el efecto de la fertilización nitrogenada, encontró diferencias altamente significativas en casi todas las variables de crecimiento.

Altura de planta (cm)

Para esta variable (**Gráfico 1**), la prueba de comparación de medias de Duncan para el efecto de la aplicación de ácidos húmicos las medias son estadísticamente similares aunque el mayor valor (199.7 cm) caracteriza a AH1 (180 L/Ha) con 4.1% de incremento respecto del testigo no aplicado con ácidos húmicos (AH0).

Asimismo, respecto a los niveles de nitrógeno, Duncan indica que las medias son similares estadísticamente, aunque el mayor valor (195.8 cm) caracteriza al testigo no fertilizado (N0) con 2.6% de incremento respecto de 180 Kg/Ha de N.

Área foliar (cm²/planta)

Respecto a esta variable (**Gráfico 2**), la prueba de comparación de medias de Duncan para el efecto de los ácidos húmicos son estadísticamente similares, siendo de mayor valor (3724.9 cm²/planta) caracteriza al AH1 (180 l/ha). Con respecto al nivel de fertilización nitrogenada, Duncan indica que las medias son estadísticamente similares, siendo el de mayor valor N2 (3626.8 cm²/ha) con un incremento de 3.7 % con respecto al testigo no fertilizado (N0).

Número de hojas

Para esta variable, (**Gráfico 3**), la prueba de Duncan para el efecto de los ácidos húmicos, indica que las medias son estadísticamente similares, siendo el de mayor valor el testigo no aplicado (AH0) con 11.9 hojas /planta, con un incremento de 7.3 % con respecto al AH2 (360 l/ha). Asimismo, respecto a la fertilización nitrogenada, en la prueba de comparación de medias de Duncan hay variación estadística, donde el mayor valor lo presenta N0 con 12.1 hojas/planta. **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 10.2 hojas. Al respecto,

Carrasco (2010) y Palacios (2010), evaluando el efecto del nitrógeno en esta variable, encontraron que el mayor valor se presenta a nivel de fertilización de 120 kg/ha 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 14.00 hojas /planta. Asimismo, **Carrasco (2010)**, encontró que el mayor número de hojas por planta (22.24) se presentó a nivel de 120 kg/ha de N, estadísticamente similar 180 kg/ha de N, pero diferente del testigo no fertilizado con nitrógeno, que presenta el menor valor con 14.0 hojas/planta.

Diámetro de tallo (cm)

Para esta variable (**Gráfico 4**) las pruebas de comparación de medias de Duncan para el efecto de la aplicación de ácidos húmicos son estadísticamente similares, presentado el AH1, el mayor valor con 1.39 cm. Para el caso de la fertilización nitrogenada, la prueba de Duncan indican que son estadísticamente similares, siendo el de mayor valor (1.4 cm) el nivel N2 (120 Kg/Ha) con un incremento del 6.2 % con respecto al nivel de fertilización N3 (180 Kg/Ha), quien obtuvo el menor valor (1.3 cm). **Andrade (2006)**, en su análisis de variancia nos indica que para la característica biométrica diámetro del tallo no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto todos los tratamientos incluyendo el testigo tuvieron un comportamiento similar, el promedio de diámetro de tallo que obtuvo fue de 1.8cm.

Número de hojas por encima de la mazorca principal

Respecto de esta variable (**Grafico 5**), las pruebas de comparación de medias de Duncan para el efecto de la aplicación de ácidos húmicos son estadísticamente similares, siendo el de mayor valor (AH1). Asimismo, la prueba de Duncan para el caso de la fertilización nitrogenada, indica que el mayor valor lo presenta el nivel N3 con 6.2hojas, siendo estadísticamente igual al testigo no fertilizado pero estadísticamente similar a N1 (60 Kg/Ha) y al N2 (120 Kg/Ha).

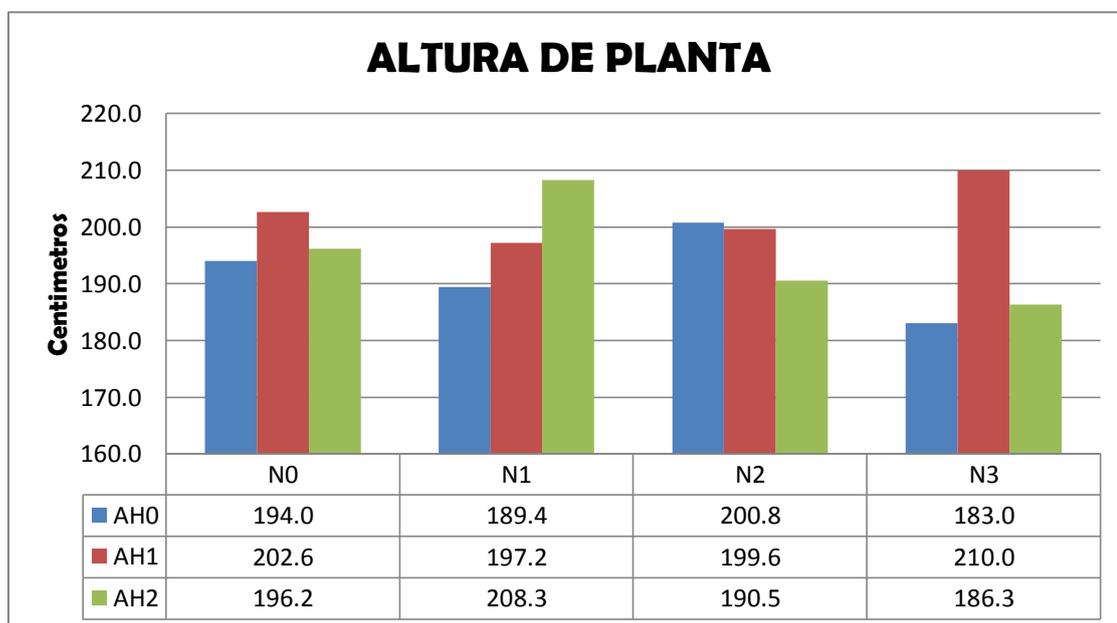
Cuadro 11. Variables de Crecimiento de Maíz Morado cv. Prosemillas

Factor en Estudio	Altura de planta (cm)	Área foliar (cm ² /planta)	Numero de hojas	Diámetro de tallo (cm)	Número hojas por encima de la mazorca principal
Nivel de Ácidos Húmicos (l/ha)					
AH0 = 0	191.9	3277.5	11.9	1.3	6.0
AH1 = 180	199.7	3724.9	11.7	1.4	6.1
AH2 = 360	190.6	3312.4	11.1	1.4	5.9
Nivel N (kg/ha)					
N0 = 0	195.8	3506.7	12.1	1.4	6.2
N1 = 60	195.3	3228.9	11.3	1.4	5.8
N2 = 120	194.4	3626.8	11.9	1.4	5.8
N3 = 180	190.8	3390.8	11.0	1.3	6.2
PROMEDIO GENERAL	221.9	3438.3	11.6	1.4	6.0

Análisis de Variancia

F.V.	G.L.	Significación				
Ácidos Húmicos (AH)	2	ns	Ns	Ns	ns	Ns
Fórmula de fertilización (N)	3	ns	Ns	Ns	ns	Ns
Interacción AH-N	6	ns	Ns	Ns	ns	Ns
C.V. %		9.2	21.6	12.96	4.7	16.5

Gráfico 1. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en la altura de planta de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

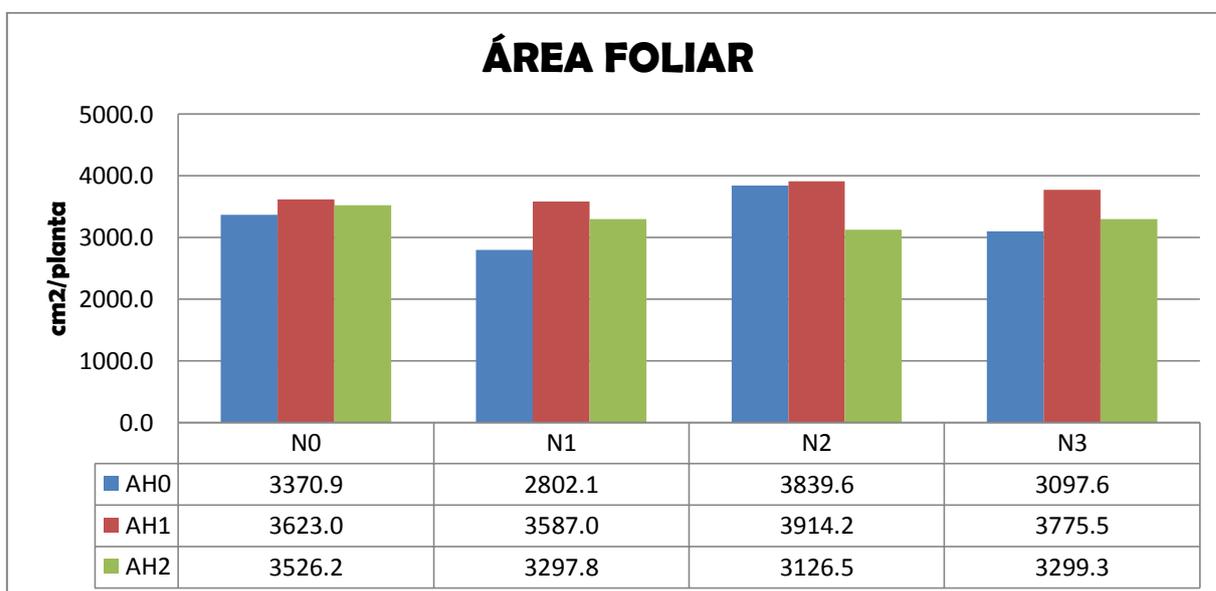
Efecto de los ácidos húmicos sobre la altura de planta

NIVELES DE ÁCIDOS HUMICOS	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	199.7	A	104.8
AH0	191.9	A	100.7
AH2	190.6	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la altura de planta

NIVELES DE NITRÓGENO	Medias	DUNCAN	% Δ
N0	195.8	A	102.6
N1	195.3	A	102.3
N2	194.4	A	101.9
N3	190.8	A	100.0

Gráfico 2. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el área foliar de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

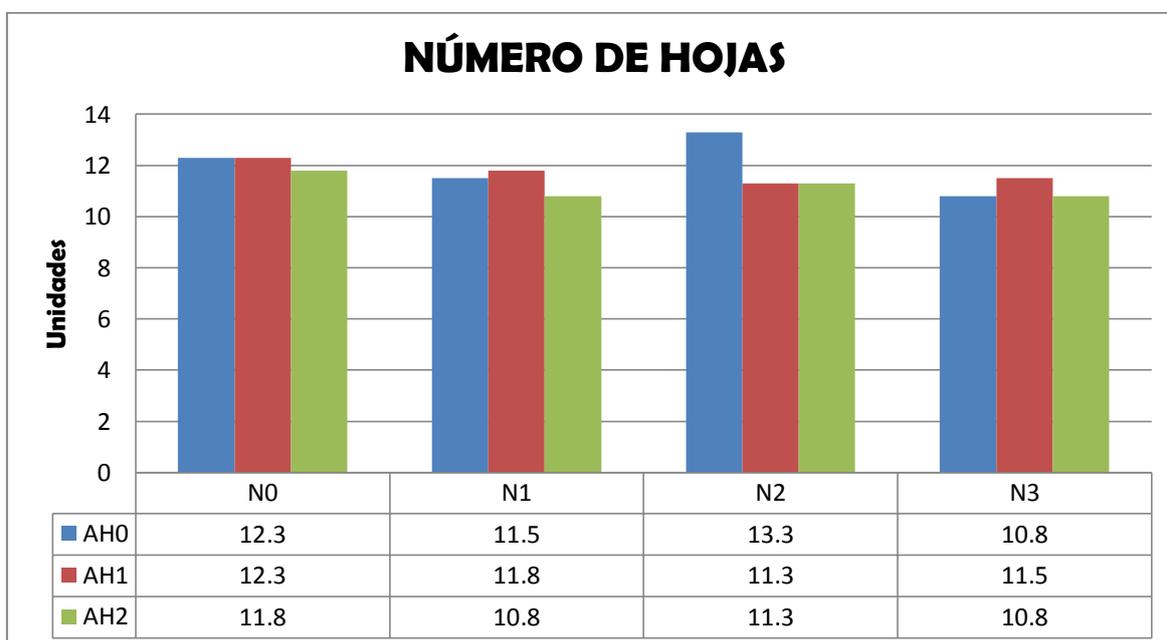
Efecto de los ácidos húmicos sobre el área foliar

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	3724.9	A	113.7
AH2	3312.4	A	101.1
AH0	3277.5	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el área foliar

NIVELES DE NITRÓGENO	Medias	DUNCAN	% Δ
N2	3626.8	A	112.3
No	3506.7	A	108.6
N3	3390.8	A	105.0
N1	3228.9	A	100.0

Gráfico 3. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el número de hojas de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

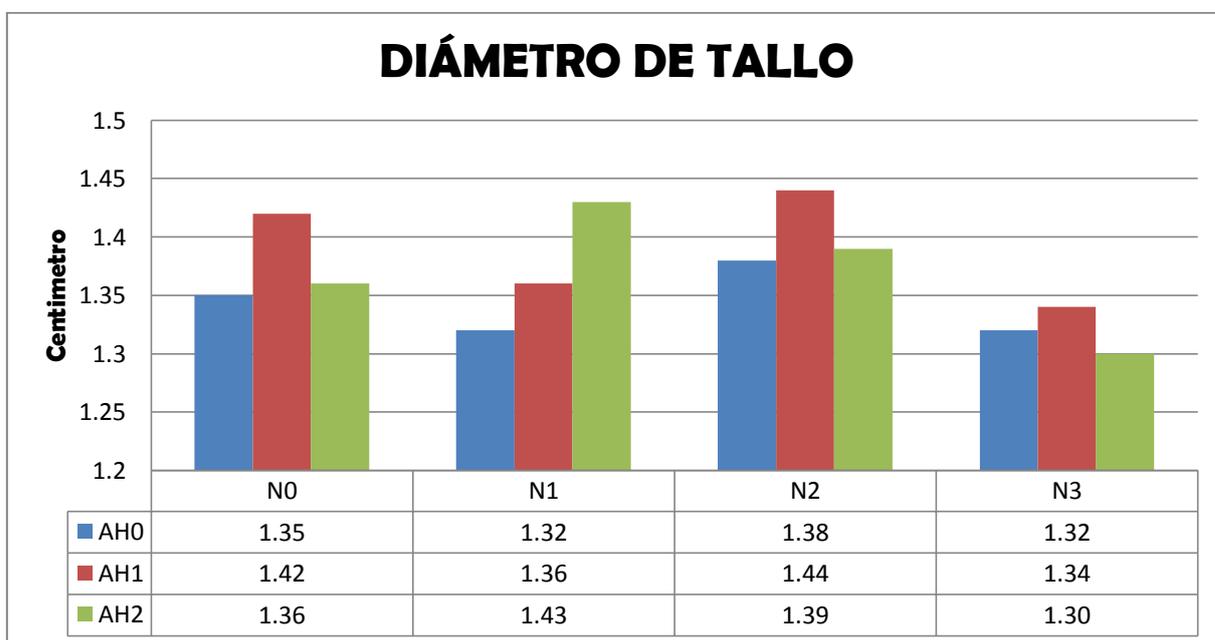
Efecto de los ácidos húmicos sobre el número de hojas

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS	Medias	DUNCAN	% Δ
AH0	11.9	A	107.3
AH1	11.7	A	105.1
AH2	11.1	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el número de hojas

NIVELES DE NITRÓGENO	Medias	DUNCAN	% Δ
No	12.1	A	109.8
N2	11.9	A	108.3
N1	11.3	A	103.0
N3	11.0	A	100.0

Gráfico 4. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el diámetro de tallo de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

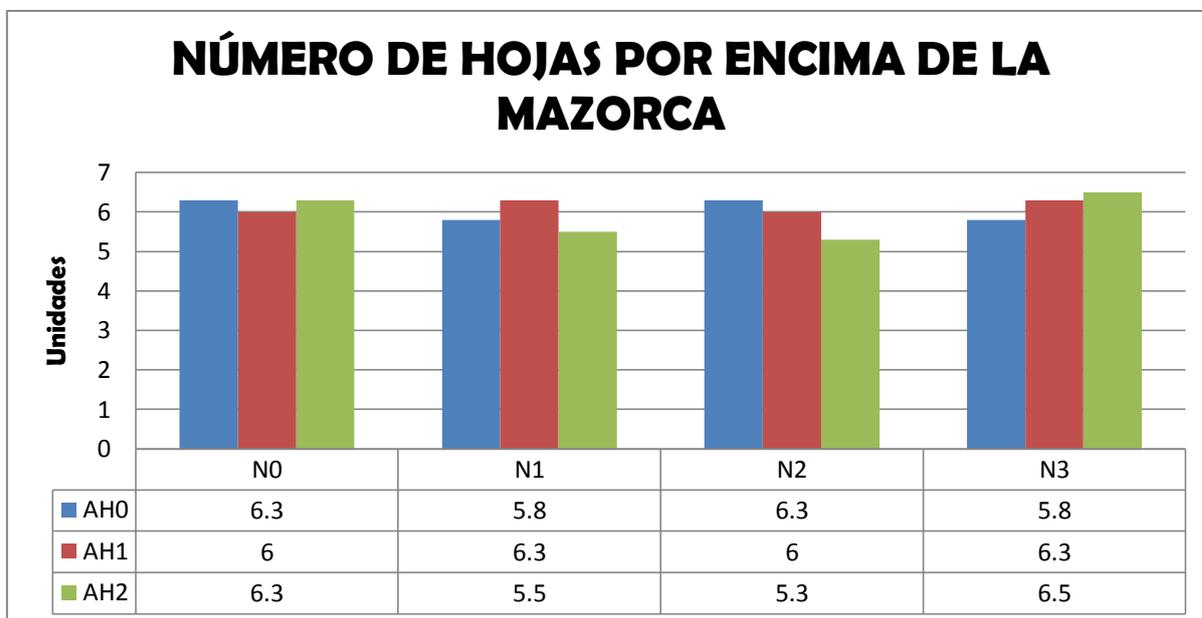
Efecto de los ácidos húmicos sobre el diámetro de tallo

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	1.4	A	103.6
AH2	1.4	A	102.1
AH1	1.3	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el diámetro de tallo

NIVELES DE NITRÓGENO	Medias	DUNCAN	% Δ
N2	1.4	A	106.2
No	1.4	A	104.0
N1	1.4	A	103.7
N3	1.3	A	100.0

Gráfico 5. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el número de hojas por encima de la mazorca principal de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

Efecto de los ácidos húmicos sobre el número de hojas por encima de la mazorca

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	6.1	A	102.1
AH0	6.0	A	100.0
AH2	5.9	A	97.9

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el número de hojas por encima de la mazorca

NIVELES DE NITRÓGENO	Medias	DUNCAN	% Δ
No	6.2	A	100.0
N3	6.2	A	100.0
N1	5.8	A	94.6
N2	5.8	A	94.6

4.3.2 Materia seca total y sus componentes hojas, tallos, mazorcas, panoja y panca.

El **Cuadro 12** y **Gráficos 6, 7, 8, 9 10 y 11**, presenta los resultados de la aplicación de ácidos húmicos y de los diferentes niveles de N, 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**, variables morfológicas de gran importancia del cultivo de maíz morado cv. Prosemillas.

De acuerdo con el análisis de variancia, para el efecto de los ácidos húmicos y para la fertilización nitrogenada no muestra significación estadística. Así mismo, las variables materia seca total, materia seca de mazorca y materia seca de panca muestra una alta significación estadística, la materia seca en hojas, tallos y panoja no muestra significación estadística. Para los efectos de interacción; aplicación de ácidos húmicos y niveles de N, solo la materia seca de mazorca no es significativo y para las variables las diferencias no son significativas.

Espinoza (2003), probando el efecto de la fertilización nitrogenada, encontró en maíz morado PMV 581 que la materia seca total y sus componentes; hojas tallos, panca y panoja, presentan medias estadísticamente similares, sin embargo el nivel de 240 kg/ha de nitrógeno supera en 25% al testigo no fertilizado, en cambio **Solano (1999)**, en una siembra de verano sobre el efecto de la fertirrigación NPK en tres variedades de maíz morado, encontró alta significación estadística en la materia seca total y sus componentes hojas tallos, grano y coronta, presentándose el mayor valor en la materia seca total a nivel de 180 kg/ha de nitrógeno, siendo el incremento del 28.6% respecto del testigo no fertilizado.

Asimismo, **Sánchez (2007)**, en tres híbridos maíz amarillo duro, probando el efecto de la fertilización nitrogenada – potásica encontró diferencias altamente significativas en la materia seca total, materia seca de grano y de panca, presentándose el mayor valor a nivel de 120 kg/ha y siendo el incremento del 17.7%. **Vásquez (2007)**, en maíz híbrido PM-702, probando el efecto de la fertilización nitrogenada, encontró diferencias altamente significativas en la materia seca total y en casi todos sus componentes. El mayor valor en la materia seca total se presentó a nivel de 180 kg/ha de nitrógeno, siendo el incremento de 43.7% respecto del testigo no fertilizado

Materia Seca total (g/planta)

En cuanto a esta variable (**Gráfico 6**), la prueba de comparación de medias de Duncan para los efectos de ácidos húmicos indica que las medias son estadísticamente diferentes, el mayor valor (198 g /planta) lo presenta el nivel AH1 y el menor valor lo presenta AH2 (166.7 g/planta). Para el caso de los diferentes niveles de fertilización las medias de Duncan indican que el mayor valor lo presenta el nivel N2 (194.9 g/planta), similar al nivel N1 (184.2 g/planta) y diferente a los niveles N3 (177.7 g/planta) y el testigo no fertilizado N0 (171.03 g/planta) y con el cual el incremento es de 14%. Al respecto **Villarán (2010)**, probando niveles de nitrógeno y de ácidos húmicos en alcachofa, encontró para esta variable diferencias altamente significativas para ambos factores en estudio. Los mayores valores se presentaron a nivel de 240 kg/ha de nitrógeno, estadísticamente similar a 180 y 120 kg/ha de N y en el testigo no aplicado con ácidos húmicos, estadísticamente similar a 12 kg/ha de AH.

Materia seca de hojas (g/planta)

Al respecto, para esta variable (**Gráfico 7**), la prueba de comparación de medias de Duncan para los efectos de la aplicación de ácidos húmicos indica que las medias no son estadísticamente similares, el de mayor valor (21.9 g/planta) caracteriza al nivel AH1. Asimismo, respecto a los niveles de N, Duncan indica que las medias son estadísticamente similares, aunque el mayor (20.7 g/planta) caracteriza al nivel N2 (120 Kg/Ha) con 7.0% de incremento respecto al testigo no fertilizado (N0). **Espinoza (2003)**, respecto a la materia seca de hojas según Duncan no se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, T3 (240 kg/ha de nitrógeno), T2 (160 kg/ha de nitrógeno) y T1 (80 kg/ha de nitrógeno); sin embargo se presentaron diferencias significativas entre el tratamiento T2 (160 kg/ha de nitrógeno) respecto al tratamiento T1 (80 kg/ha de nitrógeno).

Materia Seca de Tallo (g/planta)

En cuanto a la variable materia seca de tallos (**Gráfico 8**), la prueba de comparación de medias de Duncan para los efectos de aplicación de los ácidos húmicos son estadísticamente similares aunque el mayor valor (48.2 g/planta) para la aplicación de AH1(180 l/ha). De igual manera en los diferentes niveles de fertilización N, las medias de Duncan indican que son similares estadísticamente aunque el mayor (41.8 g/planta)

lo presenta el nivel N2 (120 Kg/Ha), con un incremento del 20.8% con respecto al nivel de menor valor N0. **Espinoza (2003)** respecto a sus resultados de materia seca de tallos según su cuadro Duncan no presento diferencias significativas entre las medias de los tratamientos 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).

Materia Seca de Mazorca (g/planta)

En cuanto a esta variable (**Gráfico 9**), la prueba de comparación de medias de Duncan, son estadísticamente similares, teniendo el mayor valor el testigo tratamiento AH2, con un incremento del 2.3% con respecto al testigo AH0. Para el caso de los diferentes niveles de fertilización N, indica que el mayor valor lo presenta el nivel N2 (102.6 g/planta) estadísticamente diferente a las fórmulas N0, N1 (60 Kg/Ha), N3 (180 Kg/Ha) que muestran valores tales de 90.1 g/planta, 98.03 g/planta y 91.9 g/planta respectivamente.

Materia Seca de Panoja (g/planta)

Respecto a esta variable (**Gráfico 10**), las medias para niveles de ácidos húmicos no presenta diferencias estadísticas, sin embargo, el mayor valor caracteriza al nivel AH1 (4.9 g/planta) siendo el incremento respecto al testigo no aplicado de 4.2%. Asimismo, la prueba de comparación de Duncan, para los niveles de fertilización N, indica que las medias no presentan diferencias estadísticas, el mayor valor caracteriza a la fertilización N2 (120 Kg/Ha) con un incremento del 25.2% con respecto a la fertilización N1 (60 Kg/Ha).

Materia Seca de Panca (g/planta)

En cuanto a la variable materia seca de panca (**Gráfico 11**), la prueba de Duncan para los niveles de ácidos húmicos indica que las medias son estadísticamente similares, el mayor valor (28.04 g/planta) caracteriza al nivel AH1, con un incremento del 33.7% con respecto al nivel AH2. En cuanto a los niveles de N, la prueba de comparación de medias de Duncan indica que el mayor valor lo presenta N1 (25.6 g/planta) estadísticamente similar a la fórmula N2 (25.3 g/planta), pero estadísticamente diferente a la formula N0y el testigo no fertilizado N3, siendo este el menor valor (22.7 g/planta) y con el cual el incremento es del 12.5%.

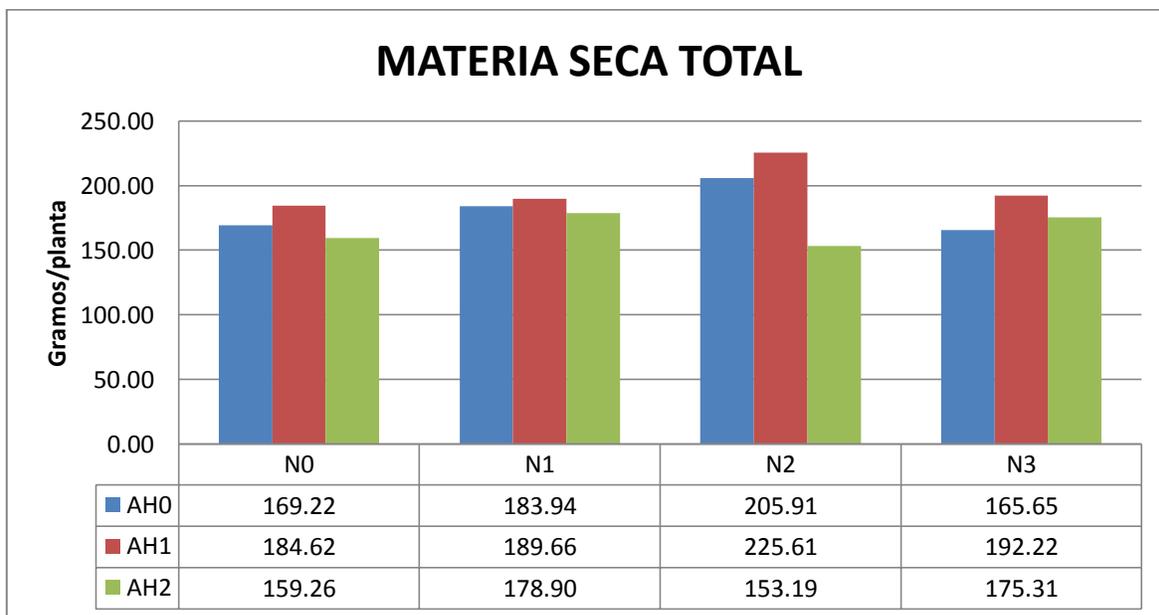
Cuadro 12. Distribución de la materia seca de maíz morado cv. Prosemillas

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)
Nivel de Ácidos Húmicos (l/ha)						
AH0 = 0	181.2	18.8	39.8	94.9	4.7	23.3
AH1 = 180	198.0	21.9	48.2	95.1	4.9	28.0
AH2 = 360	166.7	16.2	28.8	97.0	3.7	20.9
Nivel de N (kg/ha)						
N0 = 0	171.0	19.6	34.6	90.1	4.4	22.9
N1 = 60	184.2	17.0	38.9	98.0	4.1	25.6
N2 = 120	194.9	20.7	41.8	102.6	5.1	25.3
N3 = 180	177.7	18.5	40.5	91.9	4.1	22.7
PROMEDIO GENERAL	181.9	18.9	38.9	95.7	4.4	24.1

Análisis de variancia

Fuentes de variación	G.L.	Significación					
Ácidos Húmicos (AH)	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fertilización (N)	3	**	ns	ns	**	ns	**
Interacción (AH-N)	6	ns	ns	ns	*	ns	ns
C.V. %		15.3	27.2	36.4	18.6	25.4	35.2

Gráfico 6. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en la materia seca total de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

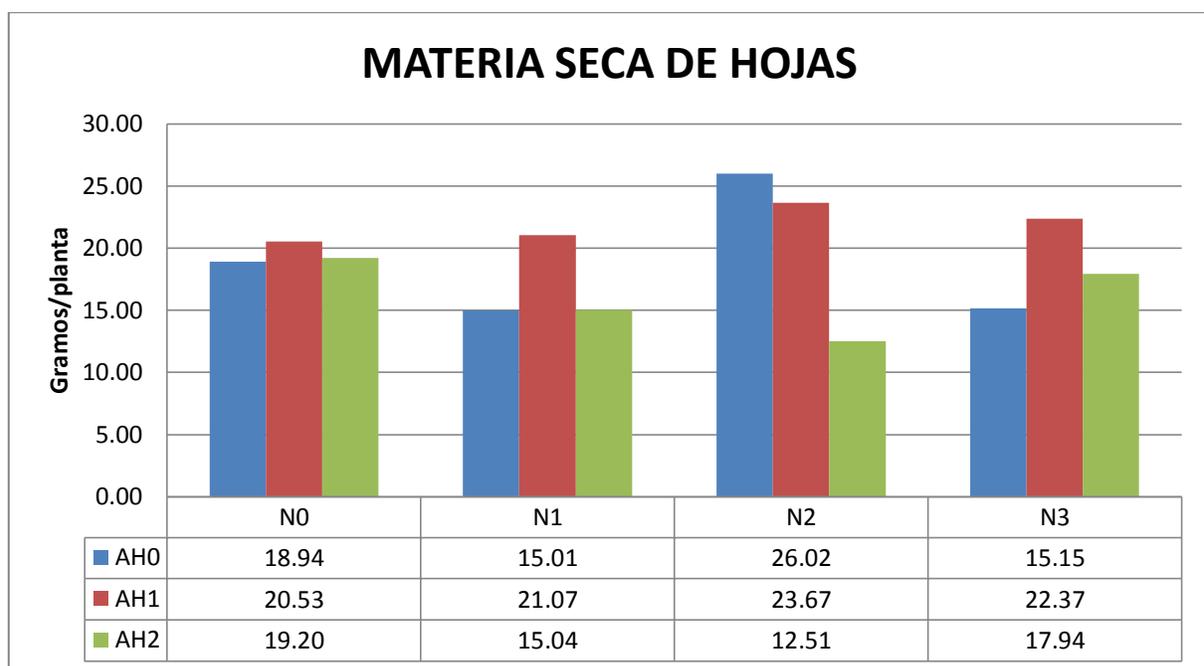
Efecto de los ácidos húmicos sobre la materia seca total

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	198.0	A	118.8
AH0	181.2	A	108.7
AH2	166.7	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la materia seca total

NIVELES DE NITRÓGENO	Medias	DUNCAN	% Δ
N2	194.9	A	114.0
N1	184.2	B	107.7
N3	177.7	B	103.9
No	171.0	B	100.0

Gráfico 7. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en la materia seca de hojas de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

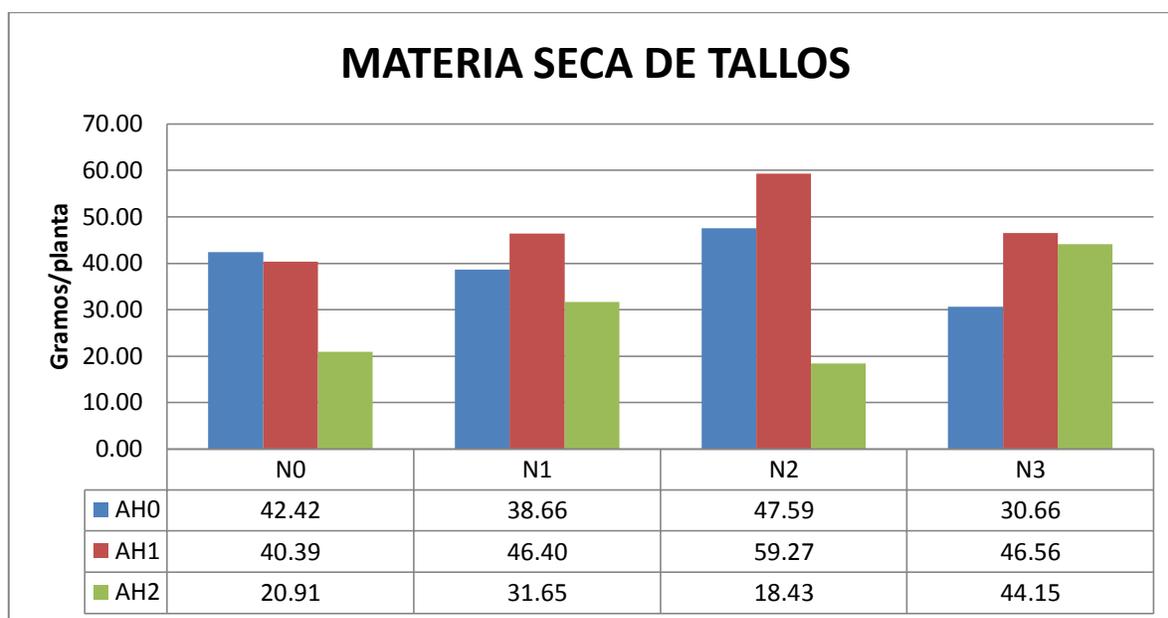
Efecto de los ácidos húmicos sobre la materia seca de hojas

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	21.9	A	135.5
AH0	18.8	AB	116.1
AH2	16.2	B	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la materia seca de hojas

NIVELES DE NITRÓGENO	Medias	DUNCAN	% Δ
N2	20.7	A	121.7
N0	19.6	A	114.7
N3	18.5	A	108.5
N1	17.0	A	100.0

Gráfico 8. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en la materia seca de tallo de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

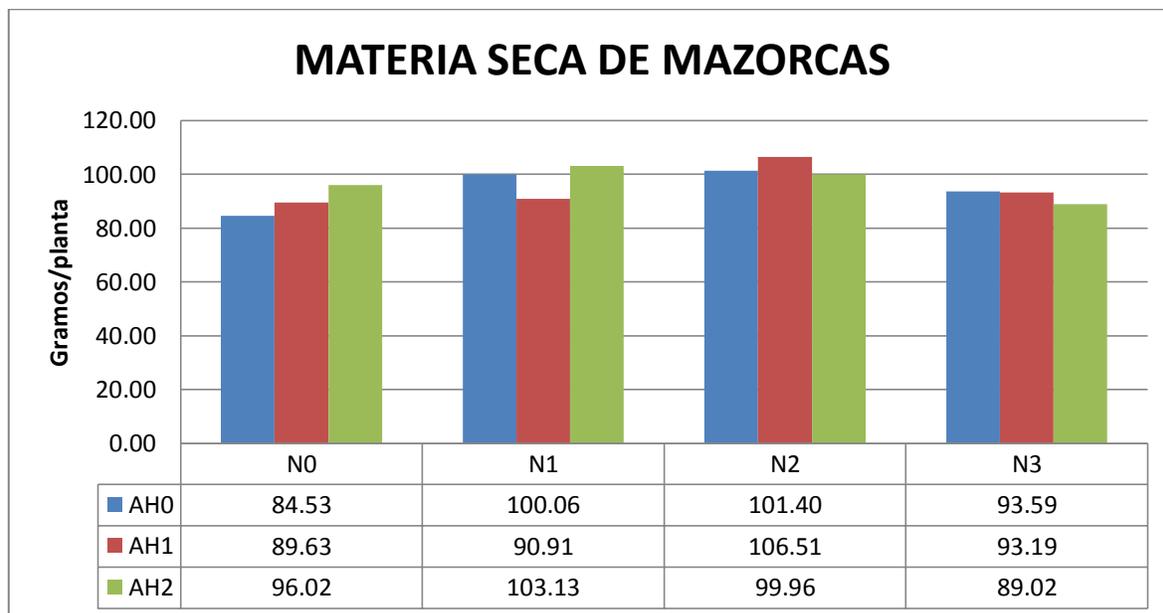
Efecto de los ácidos húmicos sobre la materia seca de tallos

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	48.2	A	167.3
AH0	39.8	AB	138.4
AH2	28.8	B	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la materia seca de tallos

NIVELES DE NITRÓGENO	Medias	DUNCAN	% Δ
N2	41.8	A	120.8
N3	40.5	A	117.0
N1	38.9	A	112.5
No	34.6	A	100.0

Gráfico 9. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en la materia seca de la mazorca de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

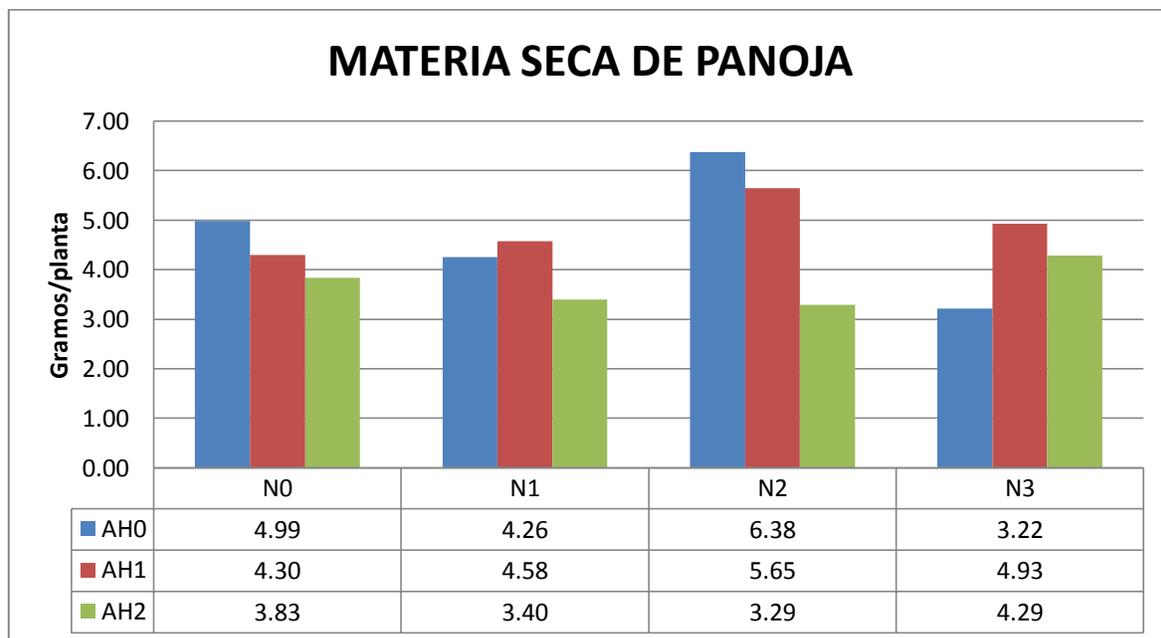
Efecto de los ácidos húmicos sobre la materia seca de mazorcas

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS	Medias	DUNCAN	% Δ
AH2	97.0	A	102.3
AH1	95.1	A	100.2
AH0	94.9	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la materia seca de mazorcas

NIVELES DE NITRÓGENO	Medias	DUNCAN	% Δ
N2	102.6	A	113.9
N1	98.0	A	108.8
N3	91.9	A	102.1
No	90.1	A	100.0

Gráfico 10. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en la materia seca de la panoja de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

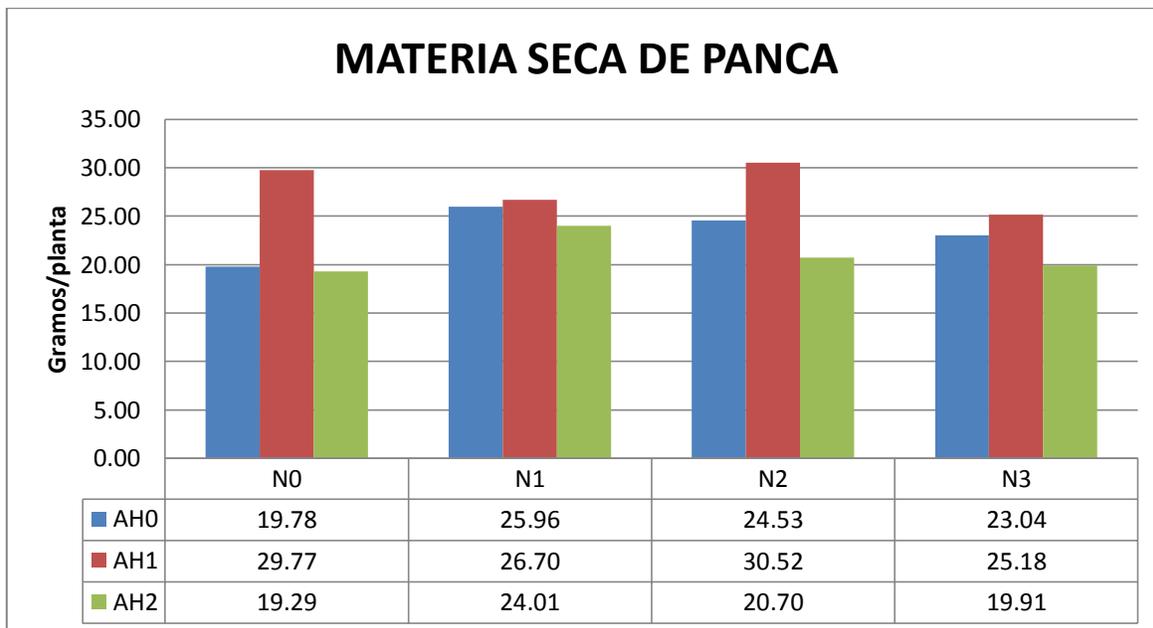
Efecto de los ácidos húmicos sobre la materia seca de panoja

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	4.9	A	131.4
AH0	4.7	A	127.2
AH2	3.7	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la materia seca de panoja

NIVELES DE NITRÓGENO	Medias	DUNCAN	% Δ
N2	5.1	A	125.2
No	4.4	A	107.3
N3	4.1	A	101.7
N1	4.1	A	100.0

Gráfico 11. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en la materia seca de la panca de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

Efecto de los ácidos húmicos sobre la materia seca de panca

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	28.0	A	133.7
AH0	23.3	A	111.2
AH2	21.0	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la materia seca de panca

NIVELES DE NITRÓGENO	Medias	DUNCAN	% Δ
N1	25.6	A	112.5
N2	25.3	A	111.2
No	22.9	A	101.0
N3	22.7	A	100.0

4.4 Rendimiento de maíz morado cv. Prosemillas

El **Cuadro 13** presenta los resultados en la variable **Rendimiento Total y Rendimiento Comercial del cultivo de Maíz Morado cv. Prosemillas**, por efecto de la aplicación de ácidos húmicos y por efecto de los niveles de fertilización nitrogenada en estudio.

Al respecto, el análisis de variancia para los efectos de aplicación de ácidos húmicos y el factor niveles de fertilización nitrogenada muestran que para el rendimiento total y comercial las diferencias no son significativas. Para los efectos de interacción; aplicación de ácidos húmicos (AH) y niveles de fertilización (N) en ambas variables las diferencias no son significativas. Al respecto, **Espinoza (2003)**, probando el efecto de la fertilización nitrogenada, encontró en maíz morado PMV 581, encontró alta significación estadística solo para el rendimiento económico, presentándose el mayor valor (12,126 kg/ha) a nivel de 160 kg/ha de nitrógeno, en cambio, **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. Asimismo, **Sánchez (2007)**, en tres híbridos maíz amarillo duro, probando el efecto de la fertilización nitrogenada – potásica encontró diferencias altamente significativas en el rendimiento de maíz grano. **Vásquez (2007)**, en maíz híbrido PM-702, probando el efecto de la fertilización nitrogenada, encontró diferencias altamente significativas para el rendimiento comercial.

Rendimiento Comercial de maíz morado cv. Prosemillas

Al respecto, para el rendimiento comercial de mazorcas (**Grafico 13**), la prueba de comparación de medias de Duncan para los efectos de aplicación de ácidos húmicos indica medias estadísticamente similares, el mayor valor (6,102.6 kg/ha) se presenta en el nivel AH1 y el menor valor (6,062.7 kg/ha) lo presenta el nivel AH2. El porcentaje de incremento es de 0,66% con respecto al menor valor.

De otro lado, la prueba comparación de medias de Duncan, para los efectos de aplicación de fertilizante nitrogenado indica medias estadísticamente similares en algunos de los casos, el mayor valor (6,713 Kg/Ha) se presenta a nivel de N₂ (120 Kg/Ha), estadísticamente similar a N₁ (60 Kg/Ha) y a N₃ (180 Kg/Ha), pero estadísticamente

diferente del testigo no fertilizado N0, el cual presenta el menor rendimiento de mazorcas (5,199.9 Kg/Ha) siendo el incremento del 29%.

Cuadro 13. Rendimiento de mazorcas de maíz morado cv. Prosemillas

Factor en estudio	Rendimiento total (kg/ha)	Rendimiento comercial (kg/ha)
Nivel de Ácidos Húmicos (l/ha)		
A0 = 0	6473.8	6083.7
A1 = 180	6567.2	6102.6
A3 = 360	6384.1	6062.7
Nivel de N (kg/ha)		
N0= 0	5592.3	5199.9
N1 = 60	6546.7	6162.5
N2 = 120	7085.9	6713.0
N3 = 180	6675.3	6256.6
PROMEDIO GENERAL	6475.0	6083.0

Análisis de variancia

Fuentes de Variación	G.L.	Significación	
Ácidos Húmicos (AH)	2	Ns	Ns
Fertilización (N)	3	**	**
Interacción AH-N	6	Ns	Ns
C.V. %		16.9	17.1

Estos resultados indican respuestas variables en el rendimiento de mazorcas a la fertilización con nitrógeno, que difiere de otros ensayos realizados bajo similares condiciones ambientales. Así, a pesar que la característica edáfica, de acuerdo con el bajo contenido de materia orgánica del suelo, indica elevada respuesta esperada a la aplicación de nitrógeno, el mayor rendimiento comercial se presenta a nivel de N₂ (120 Kg/Ha). Aún más, el mayor rendimiento (6,713 Kg/Ha) caracteriza al tratamiento testigo de ácidos húmicos con N₂ (120 Kg/Ha), el cual difiere estadísticamente del tratamiento testigo de ácidos húmicos a nivel del testigo no fertilizado con N que presenta un rendimiento de 5,199.9 Kg/Ha de mazorcas.

Al respecto, es necesario establecer que además del nivel de nitrógeno aplicado en la fertilización, el agua de riego con 0.28 meq/litro de NO₃ se convierte en fuente significativa de nitrógeno para el cultivo. Al respecto, el consumo de agua de riego por el cultivo de maíz morado Prosemillas con 3,659.9m³/ha/campaña determina el ingreso de 63.54 kg/ha/campaña de nitratos (NO₃), lo que significa un suplemento de 14.35 kg/ha de nitrógeno, lo cual puede explicar un crecimiento y rendimiento significativo en el testigo no fertilizado con 5,199.9 kg/ha de mazorcas de maíz.

Clark y Rosswall (1981), concluyen que la mayoría de los numerosos experimentos de campo han demostrado que de todas las enmiendas nutrientes que se aplican a los suelos, la aplicación del nitrógeno es la que en términos de aumento de productividad ha tenido los efectos más importantes. **Black (1975)**, **Mengel y Kirkby (1987)** y **Arnon (1972)** coinciden en que el nitrógeno es el elemento que tiene la mayor probabilidad de limitar el crecimiento y la capacidad de producción de las plantas cultivadas. Asimismo, **Demolon (1966)** y **Plaster (2000)** mencionan que la ley de acción del nitrógeno como factor de crecimiento demuestra que es el elemento de eficacia más elevada. **Bennett (1994)**, **Bidwell (1993)**, **Peña (2007)** y **Toscano (2003)** mencionan que es el elemento más importante del suelo para un óptimo crecimiento de las plantas y obtiene las respuestas más notorias al aplicarlo. **Robles (2001)** estima que una cosecha de 15,000 kg/ha de alcachofa, que es el mínimo al que debiéramos aspirar, extrae del suelo 150 kg de nitrógeno.

Mengel y Kirkby (1987), aseguran que si la nutrición de nitrógeno no es adecuada, el ciclo vital de las plantas se acorta, las plantas maduran más tempranamente y el rendimiento

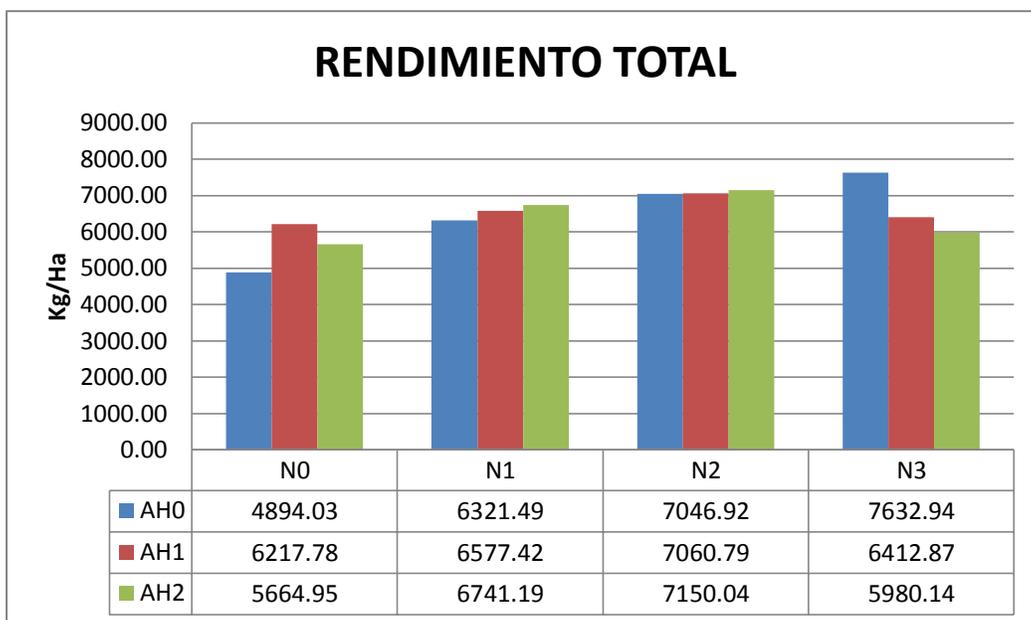
económico es bajo. Un deficiente suministro de nitrógeno se traduce en una planta raquítica de poco desarrollo vegetativo, ocasionando un follaje verde amarillento que provoca la madurez prematura de la planta y que finalmente produce un bajo rendimiento.

Al respecto, **Villarán (2010)** probando niveles de nitrógeno y de ácidos húmicos en alcachofa, encontró para esta variable diferencias altamente significativas para los niveles de nitrógeno. Los mayores valores se presentaron a nivel de 240 kg/ha de nitrógeno, estadísticamente similar a 180 kg/ha de N y en el testigo no aplicado con ácidos húmicos, estadísticamente similar a 6 y 12 kg/ha de AH.

De otro lado, el rendimiento de los cultivos es afectado significativamente por la elevada salinidad del suelo, al respecto, de acuerdo a **Maas y Hoffman (1977)**, la relación directa y lineal entre la salinidad del suelo y el rendimiento de los cultivos, se establece mediante la expresión; $P = 100 - b (CEe - a)$, donde a y b = son parámetros para cada cultivo, que en el caso del cultivo de maíz; a = 1.7 dS/m (umbral del cultivo), b = 11.9 (sensibilidad del cultivo), los cuales permiten estimar la pérdida de su potencial de producción. Al respecto, presentando el suelo un nivel de salinidad de grado moderado, con una CEe = 4.8 dS/m, generado por el uso de una agua de riego que presenta una restricción de uso de grado severo (CEa = 3.1 dS/m), la pérdida del potencial de producción se estima en 37%, siendo por tanto, el potencial de producción del 63% del rendimiento potencial (Al respecto, el rendimiento comercial promedio observado de 4,121 kg/ha de mazorcas de maíz, representa sólo el 63% de lo esperado bajo condiciones de suelos y aguas no salinos, el cual se elevaría a 6,541 kg/ha). Al respecto **Falcón (2010)**, en pimiento paprika, bajo condiciones similares de suelo, agua y clima encontró una reducción del rendimiento del 34.2%, obteniendo un rendimiento observado de 5,100 kg/ha en el cv. Papri King, de 5,600 kg/ha en el cv. Papri Queen y de 6,437 kg/ha en el cv. Sonora.

Asimismo, el mayor porcentaje de descarte (418.7 kg/ha) se presenta a nivel de N3 (180 Kg/Ha). De otro lado, respecto a la aplicación de ácidos húmicos, el mayor porcentaje de descarte se presenta a nivel de AH1 (180 l/ha) con 464.7 kg/ha y el menor a nivel de AH2 (360 l/ha) con 321.4 kg/ha de mazorcas de descarte.

Gráfico 12. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el rendimiento total de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

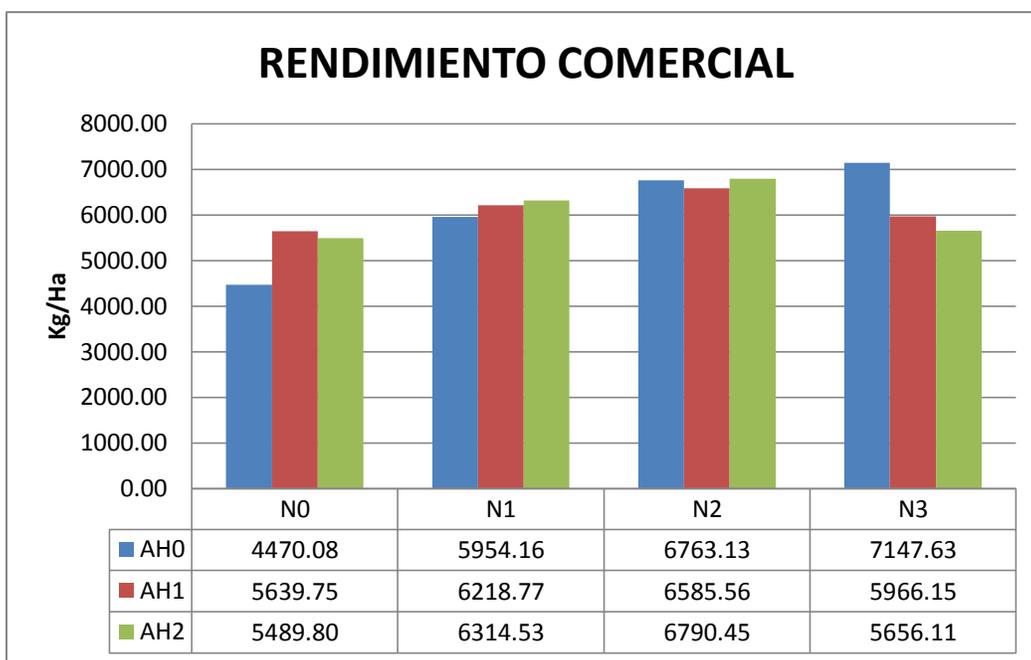
Efecto de los ácidos húmicos sobre el rendimiento total

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS (l/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	6567.2	A	102.9
AH0	6473.8	A	101.4
AH2	6384.1	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento total

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
N2	7085.9	A	126.7
N3	6675.3	A	119.4
N1	6546.7	A	117.1
No	5592.3	B	100.0

Gráfico 13. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el rendimiento comercial de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

Efecto de los ácidos húmicos sobre el rendimiento comercial

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS (l/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	6102.6	A	100.7
AH0	6083.7	A	100.3
AH2	6062.7	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento comercial

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
N2	6713.0	A	129.1
N3	6256.6	A	120.3
N1	6162.5	A	118.5
No	5199.9	B	100.0

4.5 Rendimientos parciales de maíz morado cv. Prosemillas

El **Cuadro 14**, presenta los resultados en la variable **Rendimiento de Primera, Rendimiento de Segunda y Rendimiento de Descarte del cultivo de Maíz Morado cv. Prosemillas**, por efecto de la aplicación de ácidos húmicos y los niveles de fertilización nitrogenada.

El análisis de variancia para la aplicación de ácidos húmicos, no muestra significación estadística. De igual manera para el factor de niveles de fertilización nitrogenada, no presenta significación estadística. Asimismo, para los efectos de interacción; aplicación de ácidos húmicos y niveles de fertilización, las categorías evaluadas no presenta significación estadística. Para el caso del rendimiento de primera (3626.8 kg/ha) representa el 59.6% del rendimiento comercial, siendo el rendimiento de segunda (2495.9 kg/ha) el 41%.

Para el rendimiento de primera (**Grafico 14**), la prueba de comparación de medias de Duncan para los efectos de aplicación de ácidos húmicos indica que son estadísticamente similares, aunque el mayor valor (3736.7 kg/ha) lo presenta el nivel AH₂, siendo el incremento del 5.5% respecto al menor valor, el cual lo presenta el testigo AH₀ (3541.3 kg/ha). Asimismo, la prueba de Duncan, para los niveles de fertilización, indica que las medias son estadísticamente similares, el mayor valor (4130.2 kg/ha) se presenta a nivel de N₂ (120 Kg/Ha) con un incremento del 25.2% respecto al testigo no fertilizado (3304 kg/ha).

Respecto, al rendimiento de segunda (**Grafico 15**), la prueba de comparación de medias de Duncan para los efectos de aplicación de ácidos húmicos indica que son similares estadísticamente, el mayor valor (2540.5 kg/ha) caracteriza al testigo no aplicado AH₀ y el menor valor (2446.8 kg/ha) lo presenta el nivel AH₂ (360 l/ha). Para el caso de los niveles de fertilización las comparaciones de Duncan indica medias similares estadísticamente, donde el mayor valor (2773.1 kg/ha) lo presenta el nivel N₁(60 Kg/Ha) y el menor valor (2198.9 kg/ha) lo presenta el nivel N₃.

Finalmente, el rendimiento descarte indica también medias similares estadísticamente, para la aplicación de ácidos húmicos y también para los diferentes niveles de fertilización.

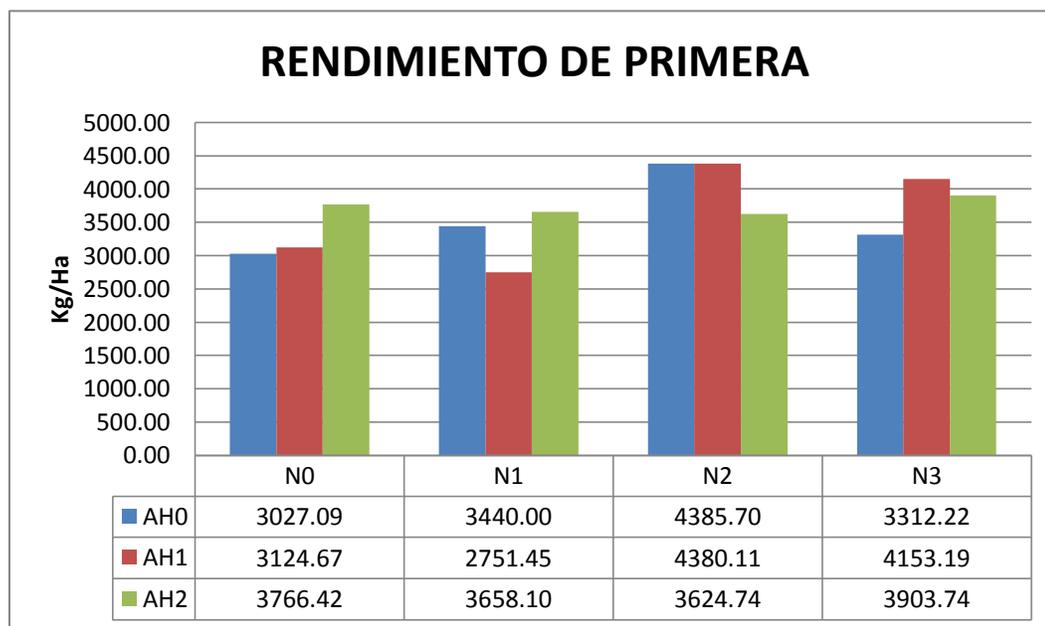
Cuadro 14. Rendimientos parciales de maíz morado cv Prosemillas (*Zea mays* L.)

Factor en estudio	Rendimiento de primera (kg/ha)	Rendimiento de segunda (kg/ha)	Rendimiento de descarte (kg/ha)
Nivel de Ácidos Húmicos(l/ha)			
AH0 = 0	3541.3	2540.5	390.1
AH1 = 180	3602.4	2500.2	464.7
AH2 = 360	3736.7	2446.8	321.4
Nivel de N (kg/ha)			
N0 = 0	3304.0	2496.8	392.4
N2 = 60	3283.2	2773.1	384.2
N3 = 120	4130.2	2514.7	372.9
N3 = 180	3789.7	2198.9	418.7
PROMEDIO GENERAL	3626.8	2495.9	392.1

Análisis de Variancia

Fuentes de Variación.	G.L.	Significación		
Ácidos Húmicos (AH)	2	ns	Ns	Ns
Fertilización (N)	3	ns	Ns	ns
Interacción AH - N	6	ns	Ns	ns
C.V. %		36.7	45.0	65.1

Gráfico 14. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el rendimiento de primera de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

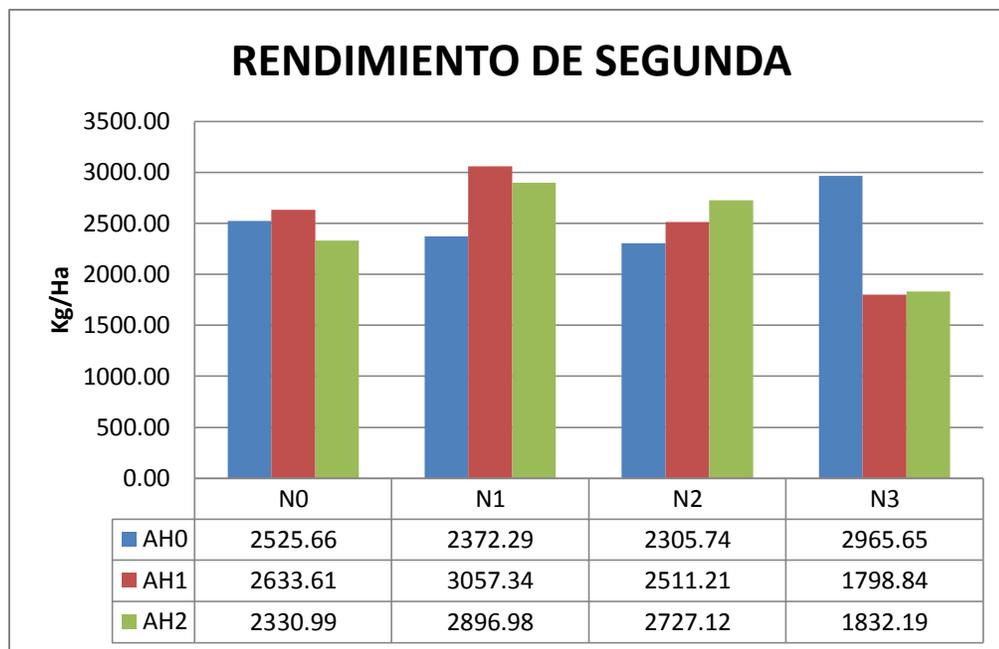
Efecto de los ácidos húmicos sobre el rendimiento de primera

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS (l/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
AH2	3736.7	A	105.5
AH1	3602.4	A	101.7
AH0	3541.3	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de primera

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
N2	4130.2	A	125.8
N3	3789.7	A	115.4
No	3304.0	A	100.6
N1	3283.2	A	100.0

Gráfico 15. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el rendimiento de segunda de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

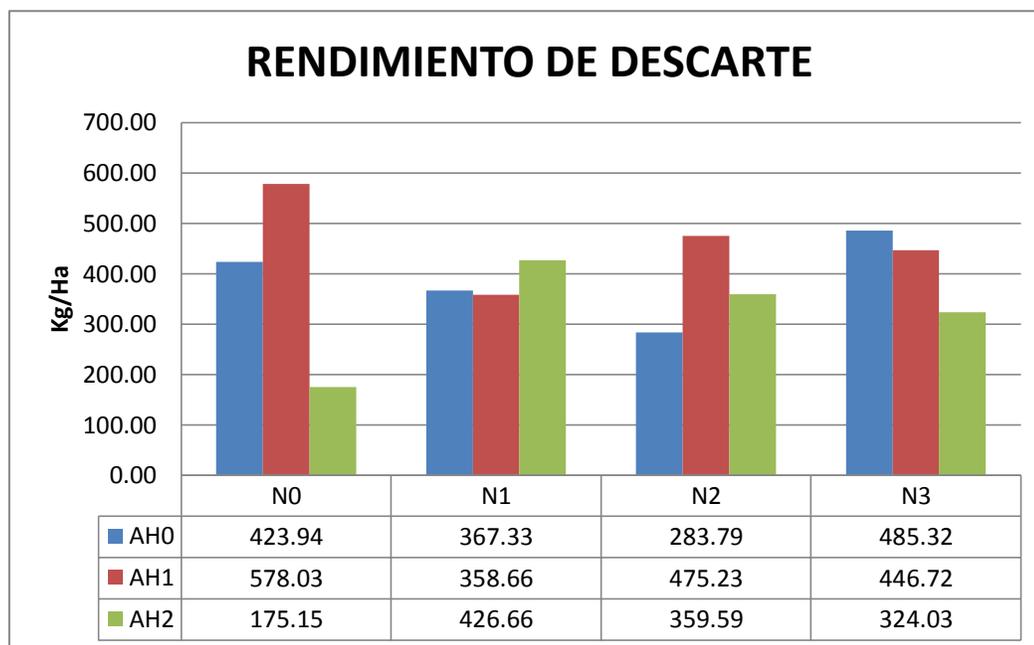
Efecto de los ácidos húmicos sobre el rendimiento de segunda

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS (l/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
AH0	2540.5	A	103.8
AH1	2500.2	A	102.2
AH2	2446.8	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de segunda

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
N1	2773.1	A	126.1
N2	2514.7	A	114.4
No	2496.8	A	113.5
N3	2198.9	A	100.0

Gráfico 16. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el rendimiento descarte de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

Efecto de los ácidos húmicos sobre el rendimiento de descarte

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS(l/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	464.7	A	144.6
AH0	390.1	AB	121.4
AH2	321.4	B	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de descarte

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
N3	418.7	A	112.3
No	392.4	A	105.2
N1	384.2	A	103.0
N2	372.9	A	100.0

Para el caso de los ácidos húmicos el mayor rendimiento lo presenta AH₁ (464.7 kg/ha) y el menor rendimiento se presenta a nivel de AH₂ (321.4 kg/ha), siendo el incremento del 44.6%. Para niveles de fertilización el mayor rendimiento descarte se presenta a nivel de N₃ (418.7 kg/ha) y el menor rendimiento lo representa el nivel N₂ (372.9 kg/ha), con un incremento del 12.3%.

4.6 Componentes de rendimiento de maíz morado cv. Prosemillas

El **Cuadro 15** presenta los resultados en las variables **número de plantas/m², número de mazorca/planta y peso promedio de mazorca** de maíz morado cv. Prosemillas, por efecto de aplicación de ácidos húmicos y niveles de fertilización nitrogenada.

Al respecto, para los efectos de aplicación de ácidos húmicos no muestra diferencias estadísticas significativas para ninguna de las variables evaluadas. Para los niveles de fertilización no muestra diferencias estadísticas las variables número de plantas/m², número de mazorcas/planta, en cambio; en el caso del peso promedio de mazorcas se presentan diferencias estadísticas altamente significativas.

Para el **número de plantas/m² (Gráfico 17)** indica que las medias de Duncan son similares estadísticamente para efectos de aplicación de ácidos húmicos y los diferentes niveles de fertilización.

Respecto al **número de mazorcas/planta (Gráfico 18)**, las medias son similares estadísticamente, por efecto de la aplicación de ácidos húmicos, aunque el mayor valor (1.19 mazorcas/planta) lo presenta el nivel AH₁ y el menor valor (1.09 mazorcas/planta) lo presenta el nivel AH₂. Asimismo, para los diferentes niveles de fertilización las medias de Duncan son estadísticamente similares, el mayor valor lo presenta N₁ (1.19 mazorcas/planta) con un incremento del 8.2% respecto al testigo no fertilizado N₀ (1.10 mazorcas/planta) quien obtuvo el menor valor.

Para el **peso promedio de mazorcas (Gráfico 19)**, Duncan indica que para la aplicación de ácidos húmicos las medias son estadísticamente similares, teniendo como mayor valor (101.6 g) al testigo no aplicado AH₀ y como menor valor (96.4 g) a la aplicación con AH₁ (180 l/ha). Con respecto a los diferentes niveles de fertilización, Duncan indica medias

estadísticamente similares para los casos N₁ (60 Kg/Ha), N₂ (120 Kg/Ha) y N₃ (180 Kg/Ha) siendo el segundo el de mayor valor (107.9 g), pero diferente estadísticamente con el testigo no fertilizado N₀ siendo este el de menor valor (91.4 g), con el cual el incremento es del 18.1%.

Al respecto, **Espinoza (2003)**, sobre el efecto de la fertirrigación nitrogenada en maíz morado PMV 581, encontró significación estadística solo para el número de mazorcas/planta, presentándose el mayor valor (1.57) a nivel de 160 kg/ha de nitrógeno y para la variable peso promedio de mazorca no encontró diferencias estadísticas, en cambio, **Solano (1999)**, en una siembra de verano sobre el efecto de la fertirrigación NPK en tres variedades de maíz morado, solo encontró diferencias significativas para el peso promedio de mazorca. Asimismo, **Sánchez (2007)**, en tres híbridos maíz amarillo duro, probando el efecto de la fertilización nitrogenada–potásica encontró diferencias altamente significativas solo para el peso de grano /mazorcas. **Vásquez (2007)**, en maíz híbrido PM-702, probando el efecto de la fertilización nitrogenada, solamente encontró diferencias altamente significativas para el peso promedio de mazorca.

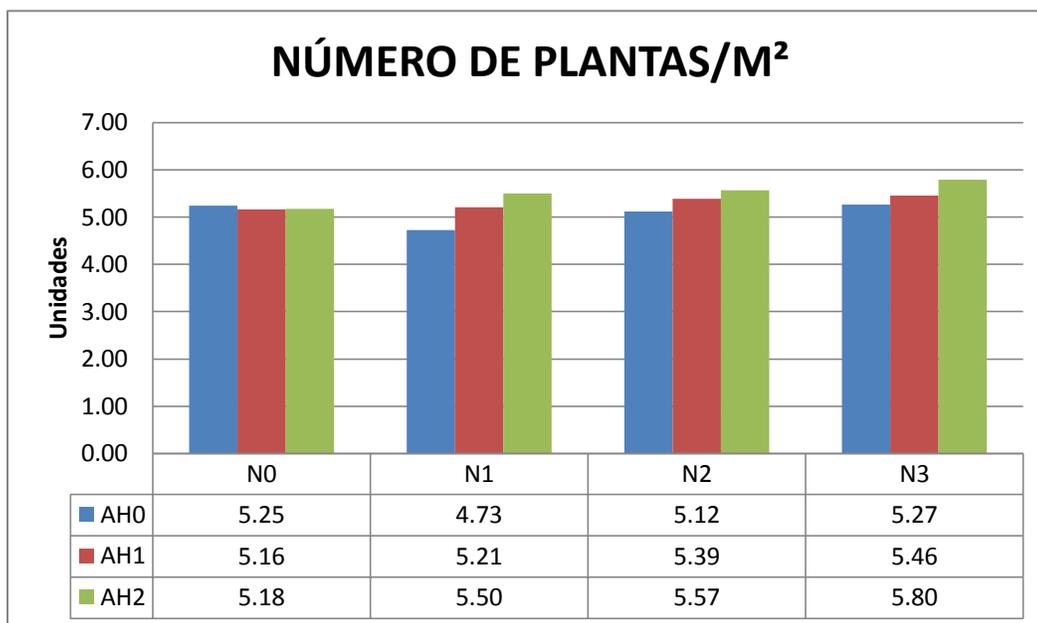
Cuadro 15. Componentes del Rendimiento de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)

Factor en estudio	Número de plantas/m²	Numero de mazorcas/planta	Peso promedio de mazorca (g)
Nivel de Ácidos Húmicos(l/ha)			
AH0 = 0	5.09	1.18	101.6
AH1 = 200	5.31	1.19	96.4
AH2 = 400	5.51	1.09	100.7
Nivel NPK (kg/ha)			
N0 = 0	5.19	1.10	91.4
N1 = 60	5.14	1.19	100.1
N2 = 120	5.36	1.18	107.9
N3 = 180	5.51	1.15	98.9
Promedio General	5.30	1.15	99.6

Análisis De Variancia

F.V.	G.L.	Significación		
Ácidos Húmicos (AH)	2	ns	ns	ns
Fertilización (N)	3	ns	ns	**
Interacción AH – N	6	*	ns	*
C.V. %		11.5	10.5	9.3

Gráfico 17. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el número de plantas/m² de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

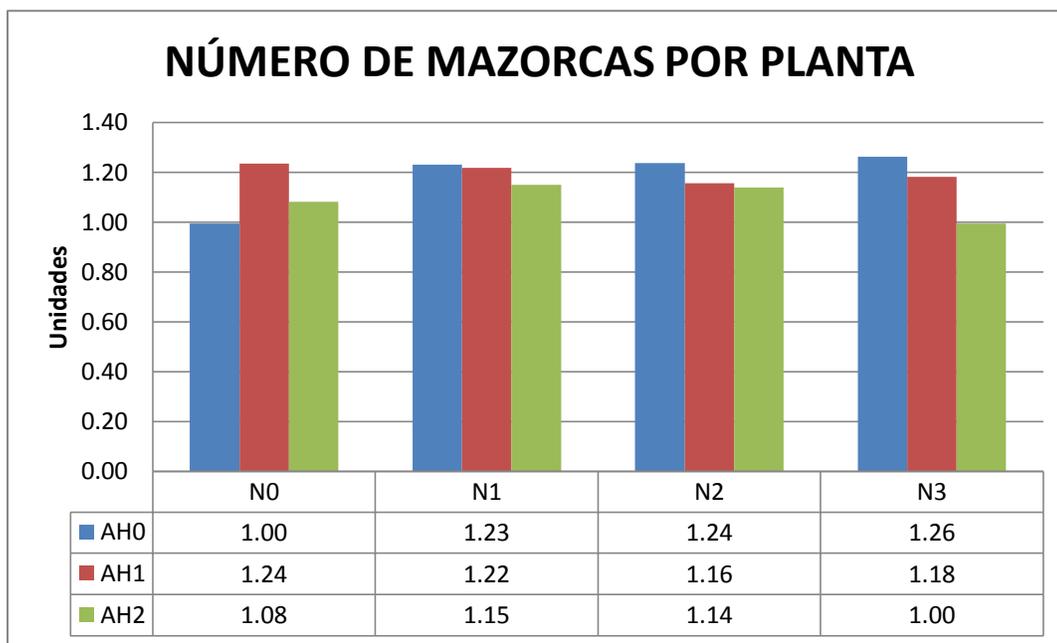
Efecto de los ácidos húmicos sobre el número de plantas/m²

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS (l/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
AH2	5.51	A	108.3
AH1	5.31	AB	104.3
AH0	5.09	B	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el número de plantas/m²

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
N3	5.51	A	107.2
N2	5.36	A	104.3
No	5.19	A	100.9
N1	5.14	A	100.0

Gráfico 18. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el número de mazorcas/planta de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

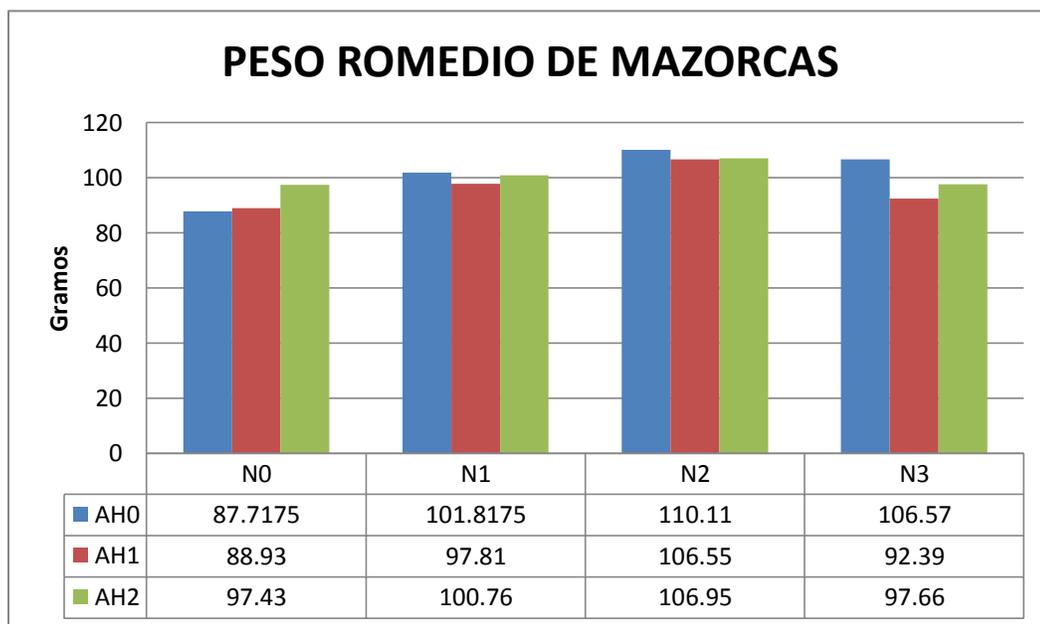
Efecto de los ácidos húmicos sobre el número de mazorcas/planta

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS (l/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	1.19	A	109.2
AH2	1.18	A	108.3
AH0	1.09	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el número de mazorcas/planta

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
N1	1.19	A	108.2
N2	1.18	A	107.3
N3	1.15	A	104.5
No	1.10	A	100.0

Gráfico 19. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el peso promedio de mazorca de maíz morado cv.Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

Efecto de los ácidos húmicos sobre el peso promedio de mazorcas

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS (l/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
AH0	101.6	A	105.4
AH2	100.7	A	104.5
AH1	96.4	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el peso promedio de mazorcas

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
N2	107.9	A	118.1
N1	100.1	AB	109.5
N3	98.9	AB	108.2
No	91.4	B	100.0

4.7 Características de la mazorca

El **Cuadro 16** presenta los resultados de **Longitud, Diámetro y Peso seco de 100 semillas de Maíz Morado cv. Prosemillas**, por efecto de los niveles de nitrógeno y de ácidos húmicos.

Al respecto, para los efectos de aplicación de ácidos húmicos el análisis de variancia no muestra diferencias estadísticas para ninguna de las variables evaluadas. Asimismo, para los diferentes niveles de fertilización no se muestra diferencias estadísticas para ninguna de las variables evaluadas. Finalmente, no se presenta efectos de interacción entre aplicación de ácidos húmicos y niveles de fertilización para las variables evaluadas.

Al respecto, el comparativo de medias de Duncan, para la variable **longitud de mazorca (Gráfico 20)** presenta medias estadísticamente similares para los efectos de aplicación de ácidos húmicos y niveles de fertilización nitrogenada.

Para la variable **diámetro de mazorca (Gráfico 21)** Duncan indica que las medias son similares estadísticamente para los dos factores en estudio.

En cambio, respecto al **peso seco de 100 semillas (Gráfico 22)** Duncan indica medias estadísticamente similares para la aplicación de ácidos húmicos, el mayor valor lo presenta el testigo no aplicado AH₀ (42.8 g). En el caso de los niveles de fertilización, el comparativo de Duncan indica medias estadísticamente similares entre N₂ y N₃, pero estadísticamente diferente al testigo no fertilizado N₀ y N₁. El mayor valor lo presenta N₃ (40.8 g) con un incremento del 7.4% respecto al menor valor, el cual lo presenta N₀ (38 g). Al respecto **Espinoza (2003)**, encontró alta significación estadística para el diámetro de mazorca respecto a los niveles fertilización nitrogenada, presentándose el mayor valor 4.9 cm a niveles de 160 kg/ ha de nitrógeno T2 y 240 kg/ha de nitrógeno T3 que difieren de los tratamientos T1 (60 kg/ha de nitrógeno) y el tratamiento testigo no fertilizado y para la variable longitud de mazorca y peso seco de 100 semillas no presento significación estadística. **Poma (2007)**, no encontró diferencias estadísticas entre sus tratamientos para las variables largo de mazorca, ancho de mazorca, pero si encontró diferencias altamente significativas entre sus tratamientos para la variable peso seco de 100 semillas. Obteniendo como promedio general de 14.1 cm de longitud de mazorca del cultivo de maíz morado PMV-581.

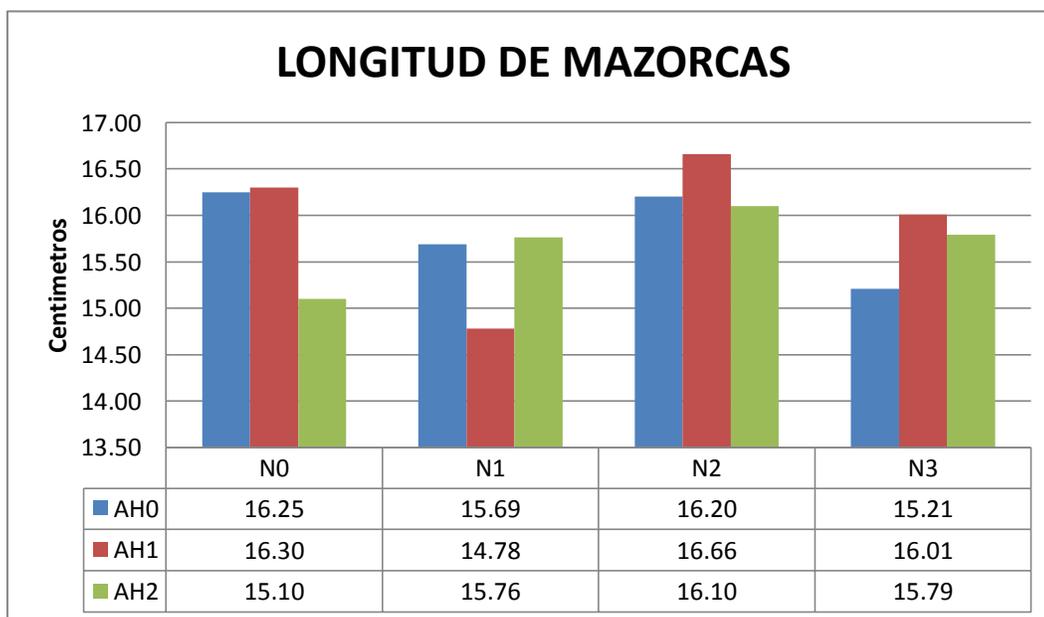
Cuadro 16. Características de la mazorca de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)

Factor en estudio	Longitud de la mazorca (cm)	Diámetro de la mazorca (cm)	Peso seco de 100 semillas (g)
Nivel de Ácidos Húmicos (l/ha)			
AH0 = 0	15.84	4.92	42.8
AH1 = 180	15.94	4.83	37.7
AH2 = 360	15.69	4.87	41.7
Nivel N (kg/ha)			
N0 = 0	15.88	4.78	38.0
N1 = 60	15.41	4.79	43.5
N2 = 120	16.32	5.02	40.5
N3 = 180	15.67	4.89	40.8
PROMEDIO GENERAL	14.28	4.87	40.7

Análisis De Variancia

F.V.	G.L.	Significación		
Ácidos Húmicos (AH)	2	ns	Ns	ns
Fertilización (N)	3	ns	Ns	ns
Interacción AH – N	6	ns	Ns	ns
C.V. %		11.5	5.5	18.7

Gráfico 20. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en la longitud de la mazorca de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

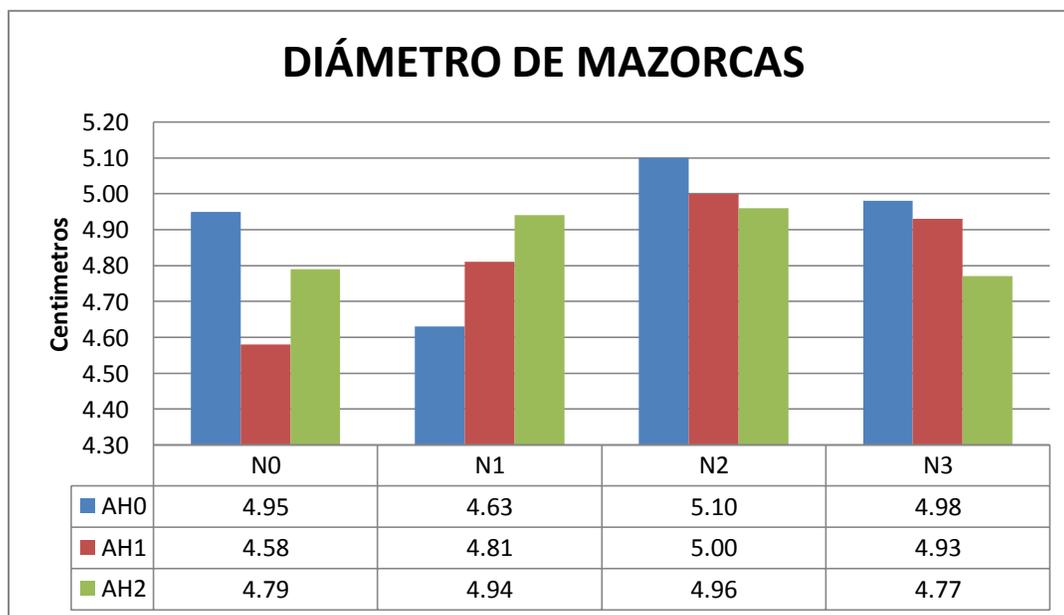
Efecto de los ácidos húmicos sobre la longitud de la mazorca

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS (l/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
AH1	15.94	A	101.6
AH0	15.84	A	100.9
AH2	15.69	A	100.0

Efecto de la fertilización N sobre la longitud de la mazorca

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
N2	16.32	A	105.9
No	15.88	A	103.0
N3	15.67	A	101.7
N1	15.41	A	100.0

Gráfico 21. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el diámetro de la mazorca de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

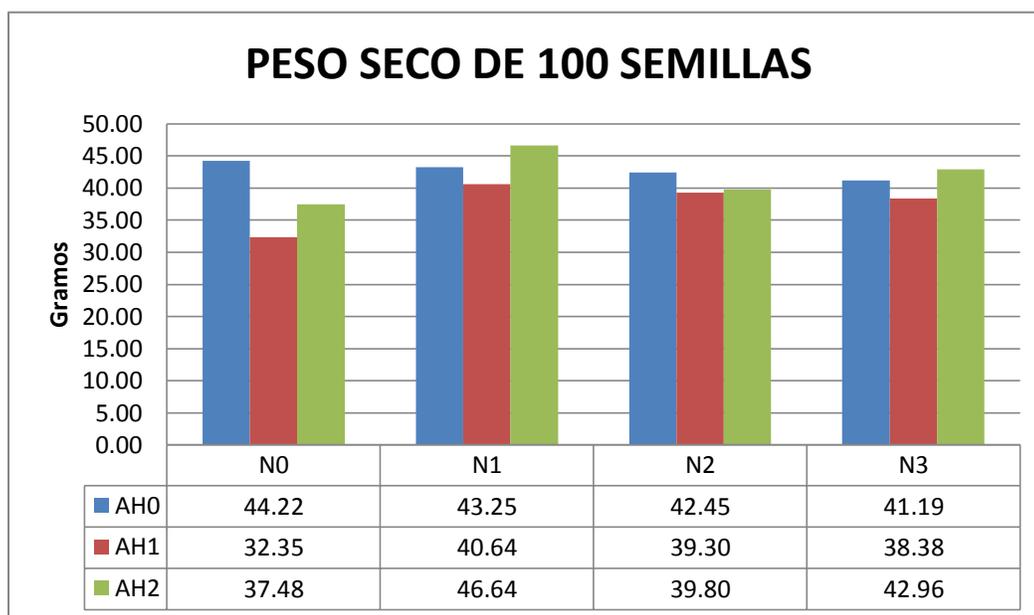
Efecto de los ácido húmicos sobre el peso promedio de mazorcas

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS (l/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
AH0	4.92	A	101.9
AH2	4.87	A	100.8
AH1	4.83	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el peso promedio de mazorcas

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
N2	5.02	A	105.0
N3	4.89	A	102.3
N1	4.79	A	100.2
No	4.78	A	100.0

Gráfico 22. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el peso seco de 100 semillas de maíz morado cv. Prosemillas (*Zea mays* L.)



PRUEBA DE DUNCAN (alfa = 0.05)

Efecto de los ácido húmicos sobre el peso seco de 100 semillas.

NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS (l/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
AH0	42.8	A	113.5
AH2	41.7	A	110.6
AH1	37.7	A	100.0

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el peso seco de 100 semillas.

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Medias	DUNCAN	% Δ
N1	43.5	A	114.5
N3	40.8	A	107.4
N2	40.5	A	106.6
No	38.0	A	100.0

V ANÁLISIS AGRO – ECONÓMICO

El **Cuadro 17**, presenta los resultados del análisis económico del cultivo de maíz morado PROSEMILLAS, teniendo como base los rendimientos del cultivo. Determinando índices de rentabilidad por niveles de Ácidos Húmicos - Nitrógeno (AH - N).

El mayor índice de rentabilidad (IR) caracteriza al tratamiento AH_0N_3 (tratamiento no aplicado con ácidos húmicos y el tratamiento fertilizado con 180 kg/ha de N) con 67.3% siendo la utilidad neta de US\$ 1958.2, mientras que el menor índice de rentabilidad (IR) se presenta a nivel del tratamiento con AH_0N_0 (tratamiento no aplicado con ácidos húmicos y el tratamiento fertilizado con 0 kg/ha de N) con 4.9 % de (IR) y US\$ 143.7 de utilidad neta.

Cuadro 17. Análisis Agro-Económico del Cultivo de Maíz Morado cv. Prosemillas

Clave	Rendimiento kg/ha	Valor neto de producción US\$	Costo Total US\$	Utilidad neta US\$	Índice de rentabilidad %
AH ₀ N ₀	4470.1	3044.2	2900.5	143.7	4.9
AH ₀ N ₁	5954.2	4054.8	2903.5	1151.3	39.7
AH ₀ N ₂	6763.1	4605.7	2906.5	1699.2	58.5
AH ₀ N ₃	7147.6	4867.5	2909.3	1958.2	67.3
AH ₁ N ₀	5639.8	3840.7	3116.5	724.2	23.2
AH ₁ N ₁	6218.8	4235.0	3118.5	1116.5	35.8
AH ₁ N ₂	6585.6	4484.8	3122.5	1362.3	43.6
AH ₁ N ₃	5966.2	4063.0	3125.3	937.7	30.0
AH ₂ N ₀	5489.8	3738.6	3332.5	406.1	12.2
AH ₂ N ₁	6314.5	4300.2	3335.5	964.7	28.9
AH ₂ N ₂	6790.5	4624.4	3338.5	1285.9	38.5
AH ₂ N ₃	5656.1	3851.8	3341.3	510.5	15.3

VI CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente ensayo en el cultivo de maíz morado cv. Prosemillas, el rendimiento comercial de mazorcas presenta diferencias estadísticas a la fertilización nitrogenada, en cambio, los efectos de la aplicación de ácidos húmicos y la interacción con calcio no muestran diferencias estadísticas.

La altura de planta, el área foliar, número de hojas y el diámetro del tallo no muestran diferencias estadísticas a la aplicación de ácidos húmicos y a la fertilización nitrogenada, en cambio para la materia seca total y la materia seca de hojas las diferencias estadísticas son significativas.

Los componentes de rendimiento no muestran efectos a la aplicación de ácidos húmicos, en cambio, para el peso promedio de mazorcas las diferencias son altamente significantes para la fertilización nitrogenada.

El mayor rendimiento comercial de maíz morado, por efecto de la fertilización nitrogenada, se presenta a nivel de 120 kg/ha de N con 6,713 kg/ha, con un incremento de 29.1% respecto al testigo no fertilizado con 5,200 kg/ha, de 10.6% respecto a 60 kg/ha de N con 6,163 kg/ha y de 8.8% respecto a 180 kg/ha de N con 6,257 kg/ha de mazorcas.

La diferencia por categorías del rendimiento total de mazorcas establece, que el rendimiento de mazorcas de primera es el 56%, el de segunda el 38.6% y el rendimiento de mazorcas de descarte el 6.1%.

Bajo las condiciones de suelo, agua, clima y tecnología en el manejo de maíz morado cv. Prosemillas, los parámetros agronómicos que caracterizan a este cultivo, muestran una eficiencia de uso de agua (EUA) de 1.66 kg de mazorcas producidas por m³ de agua aplicado, un coeficiente de transpiración (CT) de 318.3 litros evapotranspirados por kg de materia seca producida, una evapotranspiración del cultivo (ETc) de 311.09 mm/campaña, siendo la evapotranspiración media del cultivo de 2.15 mm/día.

El índice de área foliar (IAF) es de $1.85 \text{ m}^2/\text{m}^2$ de superficie foliar por superficie cultivada y el índice de cosecha (IC) de 52.6% de mazorcas respecto del total de materia seca producida y para un ciclo vegetativo de 163 días después de la siembra, el consumo de agua de riego por goteo fue de $3,659.9 \text{ m}^3/\text{ha}$, siendo el coeficiente del cultivo (Kc) promedio estimado de 0.97.

Finalmente, el análisis agroeconómico indica que el mayor índice de rentabilidad caracteriza al tratamiento sin ácidos húmicos y fertilizado con 180 kg/ha de N con un IR% de 67.3% siendo la utilidad neta de US\$ 1958.2, mientras que el menor índice de rentabilidad (IR) se presenta a nivel del testigo absoluto, no aplicado con ácidos húmicos y no fertilizado nitrógeno con un IR% de 4.9 % y US\$ 143.7 de utilidad neta.

VII. BIBLIOGRAFIA

Agenda del Satélite, 2001. Sociedad Química y Minera de Chile SA. Editorial Universitaria SA. San Francisco 454 Santiago de Chile: 658 pp.

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.

Araujo, J. 1995. Estudio de la Extracción del Colorante de Maíz Morado (*Zea mays L.*) con el Uso de Enzimas. Tesis Post Grado Especialidad de Tecnología de Alimentos. UNALM. Lima-Perú. 103 pp.

Arnon, I. 1972. Crop Production in Dry Regions. Leonard Hill Books, London II.

Baker, A. V.; Mills, H.A. 1980. NH₄ and NO₃ nutrition of horticultural Crops. Host. Rear 2:395-423.

Barcelo, C. 2001. Fisiología Vegetal, Séptima Edición. Pirámide S.A. Madrid España 566 p.

Barnett. 1980. Como desarrolla una planta de maíz. CIMMYT. México.

Bennett, F. W. 1994. Plant nutrient utilization and ignotic plant symptoms. In: Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. F. William. Ed. American Phytopathological Society. St. Paul Minnesota.

Bidwell, 1993. Fisiologia Vegetal. AGT. Editor. S.A. México D.C.

Black, C. A. 1975. Relaciones Suelo – Planta Tomo II. Edit. Hemisferio Sur. México. Pp.445 – 446.

Calderón N. 1994. Ácidos húmicos y fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) cv. Missouri, UNALM. Lima – Perú.

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

Clark y Rosswall, 1981. Terrestrial nitrogen cycles.Processes, ecosystem strategies and management impact.Ecol. Bull. Stockholm.

Conagra, S.A.C. 2001. Boletín Técnico ácidos húmicos. 20 pp.

Demolon, A. 1966. Crecimiento de los Vegetales Cultivados. Editorial Barcelona. España.

De Pascual-Teresa, S.; Santos-Buelga, C. y Rivas-Gonzalo, J. 2002. “LC-MS analysis of anthocyanins from purple corn cob”. Journal of the Science of Food Agriculture. Vol. 82, no 9. Pp 1003-1006.

Devlin, R. 1970. Fisiología Vegetal. Ediciones Omega S.A. Barcelona-España. 456 p.

Dick, W.A. y McCoy, E.L. 1993. Enhancing soil fertility by addition of compost. Ed H.A. Hointink and H. Keener. The Ohio State University.

Domínguez, V. 1967. Tratado de Fertilización. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. España.

Domínguez, A 1989. Tratado de Fertilización 2da Edición Revisada y Ampliada. Edic. Mundi-Prensa. Madrid-España 602 pp.

Domínguez, A. 1997. Tratado de Fertilización. 3era Ed. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España 613 p.

Dvelouis, M.E. 1985. Nutrición y Fertilización de los Cultivos Edit. La Molina Perú.

Espinoza, F. (2003). Efecto de la Fertilización Nitrogenada y Densidad Especial de Plantas en el Cultivo de Maíz Morado PMV 581 (*Zea mays* L.) Bajo R.L.A.F. Goteo. Tesis Grado Magister Scientiae. UNALM. Lima – Perú. 87 p.

Fassbender Hans, W. 1994. Química de Suelos con Énfasis en Suelos de América Latina IICA, San José de Costa Rica Pag.409.

Falcón, C. 2010. Efecto de la Fertilización con Microelementos en el Rendimiento de 3 Cultivares de Pimiento Paprika (*Capsicum annum* L.) bajo RLAF: Goteo, 89 p.

Fennema, O.E. 2000. Química de los Alimentos. Segunda Edición. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

- Fernández, N. 1995.** Estudio de la Extracción y Pre-Purificación de Antocianinas de Maíz Morado (*Zea mays* L.). Tesis. UNALM.
- FOPEX, 1985.** Fondo de promoción de exportación no tradicionales. Estudio de factibilidad del cultivo de maíz morado. Manual de cultivo. Lima-Perú.
- Grobman, 1982.** Maíz Precerámica de Huarney, Costa Nor Central del Perú.
- Gros, A. 1992.** Abonos. Guía Práctica de Fertilización Agrícola 8va Edición. Ediciones Mundi-Prensa 556 pp.
- Gros, A. G. 1997.** Efecto del Momento y Dosis de Fertilización Nitrogenada, con y sin Materia Orgánica en el Cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea*) variedad Italiana. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. Ayacucho-Perú.
- Manrique, A. 1997.** El Maíz en el Perú. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima, Perú. 362 Pgs.
- Manrique, 1998.** El maíz en el Perú. 2da Edición. Fondo del libro del Banco Agrario del Perú. Lima-Perú. Tesis ingeniero agrónomo UNALM.
- Manrique, A. 2001. "Maíz Morado Peruano (*Zea mays* L. *amilaceae* st.)". Agro Enfoque, Lima. Perú. Año XVI-Nº 126. Agosto.
- Mass, E and Hoffaman, G. 1977.** Crop salt tolerance current assessment. Jour. Irrigation Drainage Div. Amer. Soc. Civ. Eng 115-134.
- Matamoros, A. 1990.** El tomate de Industria. Técnicas y Variedades en la Mecanización para su Recolección. Agrícola Vergel. 9 (108):955-963).
- Mendoza Layme G. 2004.** Efecto de Bioestimulante y Ácidos Húmicos en el Rendimiento y Calidad del Cultivo del Brócoli (*Brassica oleracea* L. variedad italiana cv. Legacy). Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. UNALM. Lima – Perú.

- Mohamed, A., Okkary T. 1987.** Growth and chlorophyll mineral and total aminoacid composition of tomato and wheat plants in relation to nitrogen and iron nutrition. Growth and nutrient uptake. *Journal of Plant Nutrition* 10 (6) 699-712.
- Menguel, K. y Krikby, E. 1987.** Principles of plant nutrition. 4th edition. International Potash Institute. Bern, Switzerland. 655 pp.
- Navarro y Navarro, 2000.** Química Agrícola. El Suelo y los Elementos Químicos Esenciales para la Vida Vegetal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España.
- Palacios, E. 2010.** Efecto de la fertilización NPK y de la concentración de ácido giberélico, en el rendimiento del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus L.*) cv. Imperial Star, bajo RLAF: goteo.
- Pedreschi, R y Cisneros-Zevallos, L. 2005.** Phenolic profiles of Andean purple corn (*Zea mays L.*). *Food Chemistry* 100:956-963. USA.
- Peña D. M. 2007.** Efecto de la Fertirrigación Nitrogenada y de la Aplicación de Hierro, Manganeso y Zinc en el Rendimiento del Cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica L.*) cv. Lucky, bajo riego por goteo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Pizarro, F. 1996.** Riegos Localizados de Alta Frecuencia: Goteo, Aspersión y Micro Aspersión. 3era Ed. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 513 p.
- Plaster, 2000.** La Ciencia del Suelo y su Manejo. 405 pp. Editorial Paraninfo. Madrid – España.
- Poma, I. (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. 74 p.
- Potash y Phosphate Institute (PPI)-USA 1997.** Manual Internacional de los Suelos 1era. Edición 325 pp.)
- Primo, Y. E. y Carrasco, J. M. 1981.** Química Agrícola (Suelos y Fertilizantes). Ed. Alambra. España 470 p.

- Resh, H. 1997.** Cultivos Hidropónicos. Nuevas Técnicas de Producción. 4ta. Ed. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 509 p.
- Robles, F. 2001.** La alcachofa. Nueva alternativa para la agricultura peruana. PROMPEX. Lima – Perú.
- Salisbury, F.B. 1994.** Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. 759 p.
- 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.
- Sevilla y Valdez, 1985.** Estudios de Factibilidad del cultivo de maíz morado. Fondo de promoción de exportaciones (FOPEX) Lima, Perú. 105p.
- 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.
- Stevenson F. J, 1982.** Humus chemistry: genesis, composition, reactions Wiley-Interscience, New York (1982).
- Stoller, J, 1985.** Rol of humic acids in agriculture. Tech. Bullet Stoller Enterprises Inc.
- Timberlake, CF, Bridle P. 1982.** Distribution of Anthocyanins in Food Plants. In: *Anthocyanins as Food Colors*. Markakis P (ed.), Academic Press, New York, p.126-57.
- Tisdale, S.; Nelson, W. 1991. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Ed. Hispano América S.A. cv Mexico. 758 p.
- Toscano, 2003.** Efecto de la Relación Nitrógeno – Calcio en el Rendimiento de Maíz Híbrido PM – 104 bajo Condiciones de Riego por Exudación. Tesis Magíster Scientiae - UNALM.

Vásquez, S. 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 Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.

Villagarcía, S.; Ramírez, F.; Aguirre, G.; Malagamba, P.; Medina, C y Tomassini, V..1990. Resultados de ensayos de campo sobre fertilización y nutrición mineral en el Cultivo de Papa. Ed. Univ. Nac. Agraria “La Molina” y el Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 104p.

Villarán, X. 2010. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aplicación de ácidos húmicos en el rendimiento del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca bajo riego por goteo. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo, UNALM. Lima-Perú.

Wignarajah, K. 1995. Mineral Nutrition of Plant and Crop Physiology. 1era Ed. Ed. Marcel

Zapata, S. 1996. Colorantes naturales. Exportación de productos procesados. Agroenfoque. Lima-Perú. 83:40-43

www.COMPO-Agricultura

Biofix.com

ANEXOS

Anexo 1: Altura de planta (cm)

AH0= 0 I/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	186.0	156.0	218.8	216.0	194.0	106.1
60	165.1	205.6	170.0	217.0	189.4	103.5
120	215.5	187.0	199.7	201.0	200.8	109.7
180	187.0	203.0	169.0	173.0	183.0	100.0
					191.9	

AH1= 180 I/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	198.2	203.5	206.0	202.5	202.6	102.7
60	216.0	212.7	180.5	179.5	197.2	100.0
120	189.0	209.2	222.0	171.0	197.8	100.3
180	214.4	193.0	207.0	189.4	201.0	101.9
					199.6	

AH2= 360 I/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	186.6	190.0	192.0	216.0	196.2	105.3
60	220.0	207.0	189.0	217.0	208.3	111.8
120	181.0	203.5	176.6	201.0	190.5	102.3
180	176.0	207.5	188.8	173.0	186.3	100.0
					195.3	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	0.04251667	0.01417222	0.43	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	0.07675417	0.03837708	1.15	5.14	Ns
Error (A)	6	0.19954583	0.03325764			
Niveles de Fertilización N	3	0.01811667	0.00603889	0.19	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	0.10164583	0.01694097	0.53	2.46	Ns
Error (B)	27	0.85798750	0.03177731			
Total	47	1.29656667				

Anexo 2: Área foliar (cm²/planta)

AH0= 0 I/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	3071.0	2625.0	4062.5	3725.00	3370.86	120.3
60	3266.1	3801.5	2315.0	1825.7	2802.1	100.0
120	4209.6	3637.5	2935.7	4575.8	3839.6	137.0
180	3468.8	2620.8	2500.0	3800.9	3097.6	110.6
					3277.6	

AH1= 180 I/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	4003.4	3265.2	3878.9	3344.7	3623.0	101.0
60	3496.6	4799.2	3004.2	3047.8	3587.0	100.0
120	3994.1	4037.9	3991.4	3633.3	3914.2	109.1
180	3991.5	3314.8	4815.3	2980.5	3775.5	105.3
					3724.9	

AH2= 360 I/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	3837.5	3820.8	2801.5	3645.0	3526.2	112.8
60	3544.6	3021.7	4526.8	2097.8	3297.8	105.5
120	2940.5	3142.2	2342.4	4080.9	3126.5	100.0
180	3156.3	3601.9	3754.2	2684.8	3299.3	105.5
					3312.4	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	546362.625	182120.875	0.65	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	1981337.786	990668.893	3.53	5.14	Ns
Error (A)	6	1682741.116	280456.853			
Niveles de Fertilización N	3	1035500.550	345166.850	0.63	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	1890681.304	315113.551	0.57	2.46	Ns
Error (B)	27	14849261.93	549972.66			
Total	47	21985885.31				

Anexo 3: Número de hojas

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	11	13	14	11	12.25	114.0
60	11	12	14	9	11.5	107.0
120	16	12	10	15	13.3	123.3
180	11	12	10	10	10.8	100.0
					11.9	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	14	12	11	12	12.3	108.9
60	13	13	9	12	11.8	104.4
120	12	12	11	10	11.3	100.0
180	13	11	12	10	11.5	102.2
					11.7	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	12	12	11	12	11.8	109.3
60	11	11	11	10	10.8	100.0
120	10	13	11	11	11.3	104.7
180	10	10	12	11	10.8	100.0
					11.1	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	7.16666667	2.38888889	1.52	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	5.54166667	2.77083333	1.76	5.14	Ns
Error (A)	6	9.45833333	1.57638889			
Niveles de Fertilización N	3	9.16666667	3.05555556	1.36	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	9.45833333	1.57638889	0.70	2.46	Ns
Error (B)	27	60.8750000	2.2546296			
Total	47	101.6666667				

Anexo 4: Diámetro de tallo (cm)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	1.3	1.4	1.2	1.5	1.4	101.7
60	1.3	1.2	1.3	1.5	1.3	100.0
120	1.4	1.4	1.3	1.4	1.4	104.0
180	1.5	1.2	1.2	1.4	1.3	100.1
					1.3	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	105.7
60	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	101.0
120	1.4	1.3	1.5	1.6	1.4	107.5
180	1.4	1.3	1.3	1.5	1.3	100.0
					1.4	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	1.2	1.4	1.4	1.4	1.4	104.4
60	1.3	1.5	1.5	1.4	1.4	109.4
120	1.4	1.4	1.5	1.3	1.4	106.6
180	1.1	1.4	1.4	1.3	1.3	100.0
					1.4	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	0.06945000	0.02315000	1.29	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	0.01916250	0.00958125	0.53	5.14	Ns
Error (A)	6	0.10778750	0.01796458			
Niveles de Fertilización N	3	0.04136667	0.01378889	3.39	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	0.02907083	0.00484514	1.19	2.46	Ns
Error (B)	27	0.10986250	0.00406898			
Total	47	0.37670000				

Anexo 5: Número de hojas por encima de la mazorca principal

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	6	6	8	5	6.3	108.7
60	6	6	6	5	5.8	100.0
120	5	6	5	9	6.3	108.7
180	5	5	6	7	5.8	100.0
					6.0	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	7	5	5	7	6.0	100.0
60	8	6	5	6	6.3	104.2
120	6	6	6	6	6.0	100.0
180	7	5	6	7	6.3	104.2
					6.1	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	6	6	7	6	6.3	119.1
60	6	5	5	6	5.5	104.8
120	6	5	5	5	5.3	100.0
180	5	7	7	7	6.5	123.8
					5.9	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	2.83333333	0.94444444	0.85	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	0.50000000	0.25000000	0.23	5.14	Ns
Error (A)	6	6.66666667	1.11111111			
Niveles de Fertilización N	3	1.33333333	0.44444444	0.45	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	4.16666667	0.69444444	0.71	2.46	Ns
Error (B)	27	26.50000000	0.98148148			
Total	47	42.00000000				

Anexo 6: Materia seca total (g)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	190.7	142.7	168.5	175.0	169.2	102.2
60	237.7	165.5	140.4	192.1	183.9	111.0
120	228.6	215.7	141.9	237.4	205.9	124.3
180	178.1	169.7	92.5	222.3	165.7	100.0
					181.2	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	216.6	231.2	108.1	182.6	184.6	100.0
60	220.6	209.7	148.0	180.3	189.7	102.7
120	205.3	308.0	172.6	216.6	225.6	122.2
180	179.4	202.0	195.8	191.7	192.2	104.1
					198.0	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	109.7	159.4	186.6	181.3	159.3	104.0
60	150.7	200.2	221.1	143.6	178.9	116.8
120	128.6	204.2	149.8	130.2	153.2	100.0
180	148.8	189.4	219.0	144.0	175.3	114.4
					166.7	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	8614.868040	2871.622680	0.59	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	7884.458867	3942.229433	0.81	5.14	Ns
Error (A)	6	29337.13232	4889.52205			
Niveles de Fertilización N	3	3717.19666	1239.06555	1.60	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	6317.97445	1052.99574	1.36	2.46	Ns
Error (B)	27	20958.09837	776.22587			
Total	47	76829.72870				

Anexo 7: Materia seca de hojas (g)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	16.0	11.3	23.4	25.0	18.9	126.1
60	18.6	20.1	9.4	12.0	15.0	100.0
120	29.3	28.8	16.7	29.3	26.0	173.3
180	18.6	14.0	9.4	18.5	15.1	100.9
					18.8	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	22.4	18.0	23.0	18.7	20.5	100.0
60	19.6	30.3	17.1	17.3	21.1	102.6
120	27.2	25.2	21.4	20.9	23.7	115.3
180	31.9	14.3	25.8	17.4	22.4	108.9
					21.9	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	16.9	24.5	18.8	16.6	19.2	153.4
60	17.3	10.9	22.1	9.9	15.0	120.2
120	14.4	13.3	9.0	13.4	12.5	100.0
180	23.7	17.3	20.4	10.3	17.9	143.4
					16.2	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	103.9921729	34.6640576	1.28	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	264.0376542	132.0188271	4.86	5.14	Ns
Error (A)	6	163.0340958	27.1723493			
Niveles de Fertilización N	3	88.8149063	29.6049688	1.11	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	361.6472125	60.2745354	2.26	2.46	Ns
Error (B)	27	719.946656	26.664691			
Total	47	1701.472698				

Anexo 8: Materia seca de tallo (g)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	38.0	33.4	50.5	47.8	42.4	138.4
60	45.0	39.9	27.2	42.5	38.7	126.1
120	48.7	54.9	28.2	58.6	47.6	155.2
180	37.6	32.8	16.7	35.5	30.7	100.0
					39.8	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	45.8	36.1	44.3	35.3	40.4	100.0
60	54.6	52.8	41.0	37.2	46.4	114.9
120	59.2	95.1	43.4	39.3	59.3	146.7
180	56.4	24.9	64.1	40.8	46.6	115.3
					48.2	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	17.0	19.4	20.0	27.2	20.9	113.5
60	21.9	40.4	47.6	16.7	31.7	171.8
120	11.7	23.0	15.5	23.5	18.4	100.0
180	25.7	45.8	85.9	19.1	44.2	239.6
					28.8	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	268.401090	89.467030	0.24	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	3020.583954	1510.291977	4.11	5.14	Ns
Error (A)	6	2205.454029	367.575672			
Niveles de Fertilización N	3	352.104373	117.368124	0.59	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	2669.662346	444.943724	2.22	2.46	Ns
Error (B)	27	5405.26936	200.19516			
Total	47	13921.47515				

Anexo 9: Materia seca de mazorca (g)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	110.064	78.6	71.0	78.4	84.532	100.0
60	124.8	79.4	81.7	114.4	100.1	118.4
120	124.7	103.0	66.1	111.8	101.4	120.0
180	91.7	101.9	45.5	135.3	93.6	110.7
					94.9	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	116.9	118.3	24.1	99.2	89.6	100.0
60	104.2	104.8	61.3	93.3	90.9	101.4
120	84.0	132.2	85.2	124.6	106.5	118.8
180	70.1	118.3	74.2	110.1	93.2	104.0
					95.1	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	63.5	93.5	118.2	108.9	96.0	107.9
60	91.0	110.2	119.8	91.6	103.1	115.9
120	88.2	132.5	97.7	81.4	100.0	112.3
180	75.5	102.7	87.1	90.8	89.0	100.0
					97.0	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	5948.470208	1982.823403	1.30	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	45.284254	22.642127	0.01	5.14	Ns
Error (A)	6	9181.643479	1530.273913			
Niveles de Fertilización N	3	1191.644092	397.214697	1.25	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	689.721446	114.953574	0.36	2.46	Ns
Error (B)	27	8587.19731	318.04434			
Total	47	25643.96079				

Anexo 10: Materia seca de panoja (g)

AHO = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	5.7	3.0	4.6	6.6	5.0	155.1
60	5.5	4.7	1.8	5.1	4.3	132.3
120	6.2	6.3	5.1	7.8	6.4	198.3
180	4.7	2.6	2.1	3.5	3.2	100.0
					4.7	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	4.0	4.4	5.0	3.9	4.3	100.0
60	3.9	5.2	4.3	4.9	4.6	106.5
120	6.1	7.1	5.2	4.1	5.6	131.3
180	5.9	4.6	5.2	4.1	4.9	114.7
					4.9	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	4.8	3.6	3.3	3.6	3.8	116.5
60	3.4	3.6	5.2	1.4	3.4	103.3
120	3.7	3.9	1.7	4.0	3.3	100.0
180	7.7	4.1	3.2	2.2	4.3	130.2
					3.7	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	9.80775625	3.26925208	1.10	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	12.74671250	6.37335625	2.15	5.14	Ns
Error (A)	6	17.75518750	2.95919792			
Niveles de Fertilización N	3	7.97070625	2.65690208	2.09	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	19.74128750	3.29021458	2.59	2.46	Ns
Error (B)	27	34.2421312	1.2682271			
Total	47	102.2637813				

Anexo 11: Materia seca de panca (g)

AHO = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	26.7	16.3	18.9	17.1	19.8	100.0
60	43.9	21.5	20.3	18.1	26.0	131.2
120	19.7	22.7	25.9	29.8	24.5	124.0
180	25.4	18.4	18.9	29.4	23.0	116.5
					23.3	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	27.5	54.4	11.7	25.4	29.8	118.3
60	38.3	16.6	24.3	27.5	26.7	106.1
120	28.8	48.3	17.4	27.6	30.5	121.2
180	15.0	40.0	26.5	19.2	25.2	100.0
					28.0	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	7.5	18.4	26.3	25.0	19.3	100.0
60	17.1	35.1	26.4	17.4	24.0	124.5
120	10.7	31.4	25.9	14.8	20.7	107.3
180	16.1	19.6	22.5	21.6	19.9	103.2
					21.0	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	323.2390750	107.7463583	0.55	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	413.8837792	206.9418896	1.05	5.14	Ns
Error (A)	6	1183.421587	197.236931			
Niveles de Fertilización N	3	80.524092	26.841364	0.37	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	133.205421	22.200903	0.31	2.46	Ns
Error (B)	27	1944.963238				
Total	47	4079.237192				

Anexo 12: Rendimiento total (kg/ha)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	4558.6	5109.2	4944.0	4964.3	4894.0	100.0
60	5790.9	4699.9	6376.5	8418.6	6321.5	129.2
120	8512.7	5594.9	7634.5	6445.6	7046.9	144.0
180	6590.8	9199.6	6400.1	8341.2	7632.9	156.0
					6473.8	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	6455.5	6089.6	5801.3	6524.7	6217.8	94.5
60	5810.6	6247.9	5561.2	8690.1	6577.4	100.0
120	6679.1	7942.0	7293.2	6328.9	7060.8	107.4
180	5344.1	7737.3	6239.3	6330.8	6412.9	97.5
					6567.2	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	4882.9	4993.5	6386.0	6397.4	5665.0	94.7
60	6511.2	6530.7	7609.8	6313.1	6741.2	112.7
120	6677.7	9084.6	5920.0	6917.8	7150.0	119.6
180	4791.8	6932.1	6100.9	6095.8	5980.1	100.0
					6384.1	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	4217699.035	1405899.678	2.53	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	268345.721	134172.860	0.24	5.14	Ns
Error (A)	6	3331368.24	555228.04			
Niveles de Fertilización N	3	14372743.52	4790914.51	3.98	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	9527891.88	1587981.98	1.32	2.46	Ns
Error (B)	27	32465947.12	1202442.49			
Total	47	64183995.51				

Anexo 13: Rendimiento Comercial (kg/ha)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	4240.4	4688.8	4710.8	4240.3	4470.1	100.0
60	5615.6	4269.1	5996.3	7935.6	5954.2	133.2
120	8127.8	5285.0	7364.9	6274.9	6763.1	151.3
180	6246.4	8788.7	5426.5	8128.9	7147.6	159.9
					6083.8	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	6185.8	5723.0	4749.1	5901.1	5639.8	90.7
60	5576.2	5996.0	5384.6	7918.3	6218.8	100.0
120	6226.0	7393.8	6612.5	6110.0	6585.6	105.9
180	5059.5	7086.8	5402.9	6315.4	5966.2	95.9
					6102.6	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	4681.1	4874.5	6197.2	6206.3	5489.8	97.1
60	6069.1	6281.7	6706.6	6200.8	6314.5	111.6
120	6596.9	8549.1	5497.7	6518.1	6790.5	120.1
180	4585.8	6444.6	5894.6	5699.4	5656.1	100.0
					6062.7	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	4097010.859	1365670.286	2.39	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	12708.933	6354.467	0.01	5.14	Ns
Error (A)	6	3429513.15	571585.52			
Niveles de Fertilización N	3	14559953.32	4853317.77	4.46	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	8561148.76	1426858.13	1.31	2.46	Ns
Error (B)	27	29360654.95	1087431.66			
Total	47	60020989.97				

Anexo 14: Rendimiento de Primera (kg/ha)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	2953.6	4422.9	1982.5	2749.3	3027.1	100.0
60	5697.5	3330.6	2433.0	2298.9	3440.0	113.6
120	6801.7	4159.0	2050.6	4531.5	4385.7	144.9
180	2579.8	3774.6	1590.5	5303.9	3312.2	109.4
					3541.3	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	5979.0	2366.8	340.8	3812.1	3124.7	113.6
60	3108.6	3403.6	1917.4	2576.2	2751.5	100.0
120	3293.4	4525.2	4848.0	4853.8	4380.1	159.2
180	2270.2	6349.6	2717.8	5275.1	4153.2	151.0
					3602.4	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	2630.6	3194.5	4376.9	4839.2	3766.4	103.9
60	3162.2	5155.5	4005.6	2309.1	3658.1	100.9
120	3322.7	4215.8	4349.6	2610.8	3624.7	100.0
180	2701.0	5849.6	3835.4	3228.9	3903.7	107.7
					3738.2	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	11354838.58	3784946.19	1.33	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	319966.07	159983.03	0.06	5.14	Ns
Error (A)	6	17126213.04	2854368.84			
Niveles de Fertilización N	3	6026310.29	2008770.10	1.13	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	5765146.76	960857.79	0.54	2.46	Ns
Error (B)	27	47923308.33	1774937.35			
Total	47	88515783.08				

Anexo 15: Rendimiento de Segunda (kg/ha)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	4882.4	370.1	2872.1	1978.1	2525.7	109.5
60	2498.8	1680.4	2433.5	2847.5	2372.3	102.9
120	2178.2	2240.5	2497.0	2307.3	2305.7	100.0
180	3459.5	3245.6	669.2	4488.4	2965.7	128.6
					2542.3	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	2311.4	5295.1	400.8	2527.2	2633.6	146.4
60	3841.3	3792.9	1900.3	2694.9	3057.3	170.0
120	2509.5	3480.5	690.5	3364.4	2511.2	139.6
180	2134.4	1424.6	1468.0	2168.3	1798.8	100.0
					2500.2	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	826.9	2713.8	3448.9	2334.4	2331.0	127.2
60	2938.5	1781.2	2907.6	3960.6	2897.0	158.1
120	2838.1	4277.4	1585.9	2207.0	2727.1	148.8
180	2254.2	658.4	1856.4	2559.8	1832.2	100.0
					2446.8	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	6060572.073	2020190.691	1.05	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	70712.922	35356.461	0.02	5.14	Ns
Error (A)	6	11564867.49	1927477.91			
Niveles de Fertilización N	3	1985054.55	661684.85	0.52	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	5052892.49	842148.75	0.67	2.46	Ns
Error (B)	27	34093272.84	1262713.81			
Total	47	58827372.36				

Anexo 16: Rendimiento Descarte (kg/ha)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	318.2	420.3	233.2	724.0	423.9	149.4
60	175.4	430.8	380.2	483.0	367.3	129.4
120	384.9	309.9	269.6	170.7	283.8	100.0
180	344.4	411.0	973.6	212.3	485.3	171.0
					390.1	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	269.7	366.6	1052.2	623.6	578.0	161.2
60	234.3	251.9	176.6	771.8	358.7	100.0
120	453.1	548.3	680.7	218.9	475.2	132.5
180	284.6	650.5	836.4	15.4	446.7	124.6
					464.7	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	201.8	119.0	188.8	191.0	175.2	100.0
60	442.1	249.0	903.3	112.3	426.7	243.6
120	80.8	535.5	422.3	399.8	359.6	205.3
180	206.0	487.5	206.2	396.4	324.0	185.0
					321.4	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	374020.3234	124673.4411	10.33	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	164373.9978	82186.9989	6.81	5.14	Ns
Error (A)	6	72380.2496	12063.3749			
Niveles de Fertilización N	3	13666.4260	4555.4753	0.07	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	308288.4720	51381.4120	0.79	2.46	Ns
Error (B)	27	1760782.435	65214.164			
Total	47	2693511.903				

Anexo 17: Número de plantas /m²

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	6.0	5.1	5.2	4.7	5.3	102.5
60	4.0	4.2	4.7	6.0	4.7	92.4
120	6.0	4.6	5.6	4.4	5.1	100.0
180	4.6	5.6	5.0	6.0	5.3	103.0
					5.1	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	5.9	4.6	5.0	5.2	5.2	99.1
60	5.0	5.6	5.0	5.3	5.2	100.0
120	5.9	5.2	5.9	4.6	5.4	103.5
180	5.1	5.6	5.9	5.3	5.5	104.9
					5.3	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	4.9	4.9	5.5	5.3	5.2	100.00
60	5.9	5.3	4.9	5.9	5.5	106.2
120	5.9	6.0	4.9	5.6	5.6	107.6
180	5.3	6.0	6.0	5.9	5.8	112.0
					5.5	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	0.15623958	0.05207986	0.40	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	1.41557917	0.70778958	5.42	5.14	Ns
Error (A)	6	0.78375417	0.13062569			
Niveles de Fertilización N	3	0.98957292	0.32985764	0.89	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	0.80122083	0.13353681	0.36	2.46	Ns
Error (B)	27	10.05828125	0.37252894			
Total	47	14.20464792				

Anexo 18: Número de mazorcas/planta

AHO = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	0.8	0.9	1.2	1.1	1.0	100.0
60	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	123.6
120	1.0	1.5	1.3	1.3	1.2	124.3
180	1.2	1.4	1.1	1.3	1.3	126.9
					1.2	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	1.2	1.4	1.0	1.3	1.2	106.9
60	1.2	1.2	1.1	1.5	1.2	105.4
120	1.0	1.3	1.1	1.3	1.2	100.0
180	1.1	1.4	1.1	1.2	1.2	102.4
					1.2	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.1	108.8
60	1.0	1.2	1.3	1.0	1.2	115.6
120	1.0	1.4	1.0	1.1	1.1	114.6
180	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	100.0
					1.1	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	0.24223958	0.08074653	4.3	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	0.10351250	0.05175625	2.76	5.14	Ns
Error (A)	6	0.11270417	0.01878403			
Niveles de Fertilización N	3	0.06115625	0.02038542	1.37	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	0.20218750	0.03369792	2.27	2.46	Ns
Error (B)	27	0.40143125	0.01486782			
Total	47	1.12323125				

Anexo 19: Peso promedio de mazorca (g)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	92.1	100.4	73.2	85.1	87.7	82.3
60	115.0	85.5	100.4	106.3	101.8	95.5
120	143.1	78.7	103.3	115.4	110.1	103.3
180	114.9	110.3	96.3	104.7	106.6	100.0
					101.6	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	86.2	89.5	91.9	88.2	88.9	100.0
60	95.3	90.5	102.2	103.2	97.8	109.9
120	102.8	112.2	105.1	106.1	106.6	119.8
180	94.3	92.9	82.8	99.6	92.4	103.9
					96.4	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	94.8	95.8	98.0	101.2	97.4	100.0
60	100.4	97.3	104.0	101.4	100.8	103.4
120	110.2	102.6	112.9	102.1	107.0	109.8
180	93.5	107.2	94.9	95.0	97.7	100.2
					100.7	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	362.9426167	120.9808722	0.67	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	242.3587875	121.1793938	0.67	5.14	Ns
Error (A)	6	1090.953796	181.825633			
Niveles de Fertilización N	3	1645.419667	548.473222	6.37	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	457.989096	76.331516	0.89	2.46	Ns
Error (B)	27	2325.948938	86.146257			
Total	47	6125.612900				

Anexo 20: Longitud de la mazorca (cm)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	17.0	15.0	16.2	16.9	16.3	106.8
60	14.1	16.7	17.1	14.9	15.7	103.1
120	15.8	14.5	17.5	17.1	16.2	106.5
180	15.2	16.1	13.2	16.4	15.2	100.0
					15.8	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	17.2	17.1	15.9	15.1	16.3	110.3
60	13.1	13.6	14.9	17.5	14.8	100.0
120	19.1	17.5	15.7	14.4	16.7	112.8
180	13.5	19.0	15.4	16.3	16.0	108.4
					15.9	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	14.7	13.7	15.0	17.1	15.1	100.0
60	15.8	19.5	14.1	13.7	15.8	104.4
120	15.7	18.7	16.3	13.8	16.1	106.6
180	15.1	16.2	16.8	15.1	15.8	104.6
					15.7	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	6.70775625	2.23591875	1.45	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	0.50700417	0.25350208	0.16	5.14	Ns
Error (A)	6	9.23551250	1.53925208			
Niveles de Fertilización N	3	5.36875625	1.78958542	0.54	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	7.67726250	1.27954375	0.39	2.46	Ns
Error (B)	27	89.1565563	3.3020947			
Total	47	118.6528479				

Anexo 21: Diámetro de la mazorca (cm)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	4.9	5.1	4.8	5.1	5.0	107.0
60	5.0	4.4	4.9	4.3	4.6	100.0
120	5.4	4.9	5.2	5.0	5.1	110.2
180	5.0	5.2	5.0	4.8	5.0	107.6
					4.9	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	4.9	4.8	3.7	4.9	4.6	100.0
60	4.7	5.0	5.1	4.5	4.8	104.9
120	5.2	5.2	4.8	4.9	5.0	109.2
180	4.8	5.0	5.1	4.9	4.9	107.7
					4.8	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	4.4	4.9	5.0	5.0	4.8	100.4
60	4.6	4.9	5.2	5.0	4.9	103.5
120	4.5	5.2	4.9	5.2	5.0	103.8
180	4.6	4.8	5.0	4.8	4.8	100.0
					4.9	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	0.09077292	0.03025764	0.19	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	0.06288750	0.03144375	0.20	5.14	Ns
Error (A)	6	0.95264583	0.15877431			
Niveles de Fertilización N	3	0.45745625	0.15248542	2.10	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	0.55226250	0.09204375	1.27	2.46	Ns
Error (B)	27	1.95740625	0.07249653			
Total	47	4.07343125				

Anexo 22: Peso seco de 100 semillas (g)

AH0 = 0 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	46.3	51.9	40.1	38.6	44.2	107.4
60	54.6	37.8	43.6	37.1	43.3	105.0
120	43.6	46.5	47.6	32.1	42.5	103.1
180	45.2	53.2	18.6	47.8	41.2	100.0
					42.8	

AH1 = 180 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	42.8	37.0	10.2	39.4	32.4	100.00
60	45.6	40.3	29.1	47.6	40.6	125.6
120	41.9	37.7	31.1	46.5	39.3	121.5
180	31.0	41.1	37.1	44.4	38.4	118.6
					37.7	

AH2 = 360 l/ha

NIVELES DE NITRÓGENO (kg/ha)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO	%
0	38.5	34.4	35.8	41.2	37.5	100.0
60	37.7	58.8	40.2	49.9	46.6	124.5
120	34.8	41.6	38.2	44.5	39.8	106.20
180	39.2	56.9	32.2	43.5	43.0	114.6
					41.7	

Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Significación
Bloques	3	858.9299500	286.3099833	3.21	4.76	Ns
Niveles de Ácidos Húmicos	2	232.7782042	116.3891021	1.30	5.14	Ns
Error (A)	6	535.3120125	89.2186687			
Niveles de Fertilización N	3	181.8338833	60.6112944	1.04	2.96	Ns
Interacción AHxN	6	188.6613792	31.4435632	0.54	2.46	Ns
Error (B)	27	1573.815638	58.289468			
Total	47	3571.331067				

Anexo 23: Costos de producción del cultivo de maíz morado cv. Prosemillas

I. Módulo de riego

US\$ 1.00 = S/. 2.79

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
Gotos 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

II. Costos de producción del cultivo de maíz morado cv. Prosemillas

Jornal US\$ 7 US\$ 1.00 = S/. 2.79
 Tracción mecánica US\$ 30

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				
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

	Unidad	Cantidad	P.U. (\$)	Costo
Insumos				
Semilla	Kg	47	0.9	42.30
Agua	m ³	3659.9	0.04	146.39
Pesticidas				423.00
Costo del sistema de riego				630.00
Ácido Fosfórico	Kg	100	3.3	330.00
Sulfato de Potasio	Kg	160	0.5	80.00
Subtotal				1651.69

Gastos Especiales: Fertilizantes y Ácidos húmicos

	Ácidos Húmicos	Nitrato de Amonio	Costo
AH0= 0 lt / N0= 0	0	0	0
AH0= 0 lt / N1= 60	0	29.4	29.4
AH0= 0 lt / N2= 120	0	58.8	58.8
AH0= 0 lt / N3= 180	0	88.2	88.2
AH1= 180 lt / N0= 0	2160	0	2160
AH1= 180 lt / N1= 60	2160	20.4	2180.4
AH1= 180 lt / N2= 120	2160	58.8	2218.8
AH1= 180 lt/N3= 180	2160	88.2	2248.2
AH2= 360 lt / N0= 0	4320	0	4320
AH2= 360 lt / N1= 60	4320	29.4	4349.4
AH2= 360 lt / N2= 120	4320	58.8	4378.8
AH2= 360 lt / N3= 180	4320	88.2	4408.2

	Unidad	P.U. (US\$)
Nitrato de Amonio	kg	0.49
Ácidos Húmicos	litro	12.00

2. Costos Indirectos

	Valor	Costo
Leyes Sociales (46.2% de la mano de obra)	567.0	262.0
Gastos Administrativos (5% del costo directo)		
AH0N0	2398.7	119.9
AH0N1	2428.1	121.4
AH0N2	2457.5	122.9
AH0N3	2486.9	124.3
AH1N0	4558.7	227.9
AH1N1	4579.1	228.9
AH1N2	4617.5	230.9
AH1N3	4646.9	232.3
AH2N0	6718.7	335.9
AH2N1	6748.1	337.4
AH2N2	6777.5	338.9
AH2N3	6806.9	340.3
Imprevistos (5% del costo directo)		
AH0N0	2398.7	119.9
AH0N1	2428.1	121.4
AH0N2	2457.5	122.9
AH0N3	2486.9	124.3
AH1N0	4558.7	227.9
AH1N1	4579.1	228.9
AH1N2	4617.5	230.9
AH1N3	4646.9	232.3
AH2N0	6718.7	335.9
AH2N1	6748.1	337.4
AH2N2	6777.5	338.9
AH2N3	6806.9	340.3

3. COSTOS TOTALES (Costos directos + Costos indirectos)

AH0N0	2900.5
AH0N1	2903.5
AH0N2	2906.5
AH0N3	2909.3

AH1N0	3116.5
AH1N1	3118.5
AH1N2	3122.5
AH1N3	3125.3
AH2N0	3332.5
AH2N1	3335.5
AH2N2	3338.5
AH2N3	3341.3