

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



**Efecto de fuentes de nitrógeno individual y combinado en el
rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) amiláceo en el Valle del
Chira-Sullana-2018**

Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Bach. Saavedra Ruiz, Deybi Paul

Asesor:

M. Sc. Puicón Añazco, César Augusto

**Piura – Perú
2019**

Palabras Claves

Tema	Fuentes de nitrógeno
Especialidad	Ingeniería Agrónoma

Keywords

Topic	Sources of nitrogen
Speciality	Agronomy Engineering

Línea de investigación : Manejo de Conservación de suelos

Área : Ciencias agrícolas

Sub área : Agricultura, silvicultura y pesca

Disciplina : Agronomía

**Efecto de fuentes de nitrógeno individual y combinado en el rendimiento de
maíz (*Zea mays* L.) amiláceo en el Valle del Chira-Sullana-2018**

Resumen

El presente trabajo de investigación experimental, tuvo como propósito evaluar el Efecto de fuentes de nitrógeno individual y combinado en el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) amiláceo en el Valle del Chira-Sullana-2018, empleando un área de terreno de 788 m², donde se instaló el cultivo, estudiando seis tratamientos bajo un diseño estadístico de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, llegándose a determinar estadísticamente que el mayor rendimiento promedio de 7 772 kg/ha, de maíz amiláceo, se obtuvo con la fuente de nitrógeno combinado de sulfato de amonio + nitrato de amonio, sin mostrar significación estadística con la fuente de nitrógeno combinado de urea + sulfato de amonio, que alcanzó un rendimiento de 7 244 kg/ha.

De igual modo, similar respuesta se obtuvo para el resto de los componentes de producción del maíz amiláceo.

Abstract

The purpose of this experimental research work was to evaluate the effect of individual and combined nitrogen sources on the yield of maize (*Zea mays* L.) amylaceous in the Chira-Sullana Valley-2018, using a land area of 788 m², where the crop was installed, studying six treatments under a statistical design of complete blocks at random, with four repetitions, reaching to determine statistically that the highest average yield of 7 772 kg / ha, of starchy corn, was obtained with the source of combined nitrogen of ammonium sulphate + ammonium nitrate, without showing statistical significance with the combined nitrogen source of urea + ammonium sulfate, which reached a yield of 7 244 kg / ha.

Similarly, a similar response was obtained for the rest of the production components of starchy corn.

Índice General

Palabra clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstrac	iv
Indice general	v
Indice de tabla	vi
Indice de figuras	vii
Indice de anexos	viii
Introducción	1
Metodología	18
Resultados	21
Análisis y discusión	28
Conclusiones y recomendaciones	30
Dedicatoria y agradecimiento	31
Referencias bibliográficas	32
Anexo y Apendice	35

Índice De Tablas

Tabla 01. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, sobre el rendimiento de maíz amiláceo (kg/ha).	21
Tabla 02. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, sobre la longitud de mazorca (cm).	23
Tabla 03. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, sobre el diámetro de mazorca (cm).	24
Tabla 04. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, sobre el peso de mazorca (g).	25
Tabla 05. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, sobre el peso de granos por mazorca (g).	26
Tabla 06. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, sobre la altura de planta (m).	27

Índice De Figuras

Figura 01: Efecto de fuentes de nitrógeno individual y combinado sobre el rendimiento de maíz amiláceo (kg/ha).	22
Figura 02: Efecto de fuentes de nitrógeno individual y combinado sobre la longitud de mazorca (cm).	23
Figura 03: Efecto de fuentes de nitrógeno individual y combinado sobre el diámetro de mazorca (cm).	24
Figura 04: Efecto de fuentes de nitrógeno individual y combinado sobre el diámetro de mazorca (g).	25
Figura 05: Efecto de fuentes nitrogenadas individual y combinado sobre el peso de grano por mazorca (g).	26
Figura 06: Efecto de fuentes de nitrógeno individual y combinado sobre la altura de planta (m).	27

Indice De Anexos y Apendice

Anexo 01: Tabla de datos obtenidos en campo para el ANVA y Prueba de Duncan	35
Anexo 02: Tabla de analisis de varianza de cada una de las variables	37
Anexo 03: Croquis del campo experimental	39
Anexo 04: Evidencias fotograficas de los labors de campo	40
Anexo 05: Cronograma de actividades	45
Apéndice 01: Ubicación geodésicos del Campo Experimental	45

I. Introducción

El estado del arte en la que se sustentó la investigación estuvo formado por:

Castro (2018) en su tesis titulada *Momentos de aplicación de la fertilización nitrogenada a base de sulfato de amonio en el cultivo de maíz choclo (Zea mays L.) en el valle del Medio Piura*, concluyo que el mejor momento de aplicación del abonamiento para el cultivo de maíz choclo, a base de sulfato de amonio, fue a los 15 días de la siembra + aporque, donde se alcanzó un rendimiento de choclo de 16 887 kg./ha; así como para las características morfoproductivas de longitud de choclo, diámetro de choclo, peso de choclo e índice de cosecha.

Vegas (2014) en su tesis titulada *Influencia de fuentes nitrogenadas solas y fraccionadas sobre el rendimiento de dos variedades de maíz choclo (Zea mays L.) en el valle del Chira*, concluye que hubo diferencias significativas entre variedades de maíz choclo, alcanzando la variedad Chancayano un rendimiento de 12 123 kg. /ha, superior a la variedad Criolla, cuyo rendimiento fue de 9 661 kg. /ha. La mejor fuente de abonamiento fue la combinación de 50% urea + 50% sulfato de amonio, alcanzando el mayor rendimiento de 12 806 kg. /ha, de maíz choclo. El mejor tratamiento resultó la variedad Chancayano con la aplicación combinada de 50% urea + 50% sulfato de amonio, con un rendimiento de 14 279 kg. /ha, de maíz choclo.

Gallirgos (2001) en su tesis titulada *Fertilización del cultivo de maíz (Zea mays L.) Variedad Chancayano a base de urea y sulfato de amonio*, concluye que no hubo significación estadística entre los tratamientos de las aplicaciones del 50% urea + 50% sulfato de amonio y 25% urea + 75% sulfato de amonio, aunque reportaron los mayores rendimientos con 4 088 y 4 041 kg. /ha., de maíz grano. En cambio, para los componentes del rendimiento los mayores promedios de longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de mazorca, número de granos por mazorca y peso de granos, se obtuvieron con la aplicación de 50% urea + 50% sulfato de amonio.

Roa (2000) en su tesis titulada *Estudio de fuentes y épocas de aplicación del abonamiento nitrogenado en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.) PM-104*, concluyó que el mayor rendimiento de 7 056 kg./ha, de maíz grano, lo obtuvo con la aplicación de sulfato de amonio, seguido por la aplicación de urea con 5 776 kg./ha, atribuyendo esta diferencia a que la planta toma y asimila más rápidamente el ion amonio a partir del sulfato de amonio, aparte de que la acción de los abonos amoniacales es más progresiva y duradera que la de los nitratos.

Palacios (2012) en su tesis titulada *Estudio de densidades de siembra y fuentes de abonamiento nitrogenado individuales y combinadas en el cultivo de maíz amarillo duro (Zea mays L.) híbrido Star, en el valle del Medio Piura*, determinó que la mejor densidad de siembra fue 93 750 plantas/ha., con un rendimiento de 7 201 kg. /ha, de maíz grano. La fuente de abonamiento de mejor respuesta fue Urea + Fosfato diamónico, con un rendimiento de 8 309 kg. /ha, de maíz grano. En cambio, para los componentes del rendimiento: longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de mazorca número de granos por mazorca y peso de granos, se lograron con la densidad de siembra de 75 000 plantas/ha, y la fuente de abonamiento combinada de Urea + Fosfato diamónico.

Palacios (2008) en su tesis titulada *Estudio de fuentes y dosis de nitrógeno con aplicación foliar a base de fósforo en el cultivo de Maíz amarillo duro (Zea mays L.) híbrido Master*, determinó que la fuente nitrogenada de mejor respuesta fue sulfato de amonio, con un rendimiento de 8 915 kg. /ha, de maíz grano. La mejor dosis de nitrógeno fue 200 kg /ha, con la cual obtuvo un rendimiento con 9 991 kg /ha, de maíz grano, así como para el resto de sus componentes.

Seminario (2002) en su tesis titulada *Momentos de aplicación de dos fuentes de nitrógeno en combinaciones porcentuales sobre el maíz amarillo duro (Zea mays L.)*

PM-104, concluye que no hubo significación estadística entre los momentos de aplicación del nitrógeno a los 10 y 20 días, pero si los mayores rendimientos de 5 706 y 5 626 kg. /ha, superando a la aplicación a la siembra cuyo rendimiento fue de 4 803 kg. /ha. En cuanto al efecto de las combinaciones el mayor rendimiento de 6 226 kg. /ha, lo obtuvo aplicando 50% de urea + 50% de sulfato de amonio, superando a la aplicación del 100% de urea, con 5 446 kg. /ha, y al sulfato de amonio con 4 463 kg. /ha.

En la nutrición de las plantas, el nitrógeno, juega un rol importante en el desarrollo foliar, en la producción de clorofila para el color verde de la planta, regula el crecimiento de la planta, influye en la formación de los frutos. Es un componente fundamental de las proteínas, aminoácidos, clorofila, ácidos nucleicos, hormonas, vitaminas y alcaloides. Confiere mayor resistencia a la planta en cuanto al acame, así como a las condiciones del medio (Reyes, 1990).

La fertilización al suelo es decisiva para la obtención de altos rendimientos, siendo las máximas exigencias en el momento de la floración y formación del grano; sin embargo, el aprovechamiento cronológico del nitrógeno, tiene lugar durante todo el período de crecimiento vegetativo, disminuyendo a la madurez. En el momento de la floración es donde la planta de maíz asimila el 25% de sus necesidades de nitrógeno y donde se produce el mayor incremento de materia seca que se prolonga hasta la formación de la mazorca, donde se acumula las 2/3 partes de la cantidad total de nitrógeno requerida y el otro 1/3 restante se acumula en el grano durante la etapa de maduración (Sánchez y Nevado, 1984).

Los elevados requerimientos de nitrógeno que tiene el cultivo del maíz y el impacto que dicho nutriente tiene sobre el rendimiento, hacen necesarios un adecuado diagnóstico de su disponibilidad en el suelo y donde la decisión de determinar

la cantidad y el momento de aplicación del fertilizante, debe apuntar a la mayor eficiencia y mayor beneficio económico (Fertilizar, 2003).

La planta absorbe el nitrógeno por medio de sus raíces en estado mineral, nítrico y amoniacal; sin embargo, se dice que la planta absorbe el nitrógeno en estado nítrico, cuando en realidad esto no es absolutamente exacto, ya que la planta puede también absorber directamente el nitrógeno amoniacal del suelo sin previa nitrificación. En la primera fase de su vida, las plantas muestran preferencia por el nitrógeno amoniacal, que utilizan más rápidamente que el nítrico en los procesos de síntesis de proteínas. En cualquier caso, el nitrógeno se absorbe sobre todo en forma nítrica (NO_3), la cual sirve de partida a la planta para la síntesis de proteínas en sus tejidos. La acción de los abonos amoniacales es más progresiva y duradera que la de los nitratos, debido a que la nitrificación, aun siendo rápida se prolonga durante un determinado tiempo. Los abonos amoniacales son bien retenidos por el poder absorbente del suelo a pesar de su solubilidad, en cambio los abonos nítricos son muy solubles, rápidamente asimilables por la planta y no son retenidos por el poder absorbente del suelo. Los abonos nítricos amoniacales por su parte nítrica actúan rápidamente y, por la parte amoniacal actúan más lentamente, relevando al nitrógeno nítrico cuando este haya sido absorbido. La parte nítrica no es retenida por el suelo al contrario de la parte amoniacal. Se puede decir que los abonos nítricos amoniacales constituyen abonos de seguridad, puesto que el nitrógeno nítrico actúa fácilmente en caso de sequía y el nitrógeno amoniacal en las épocas húmedas. Realmente los abonos a base de nitrato amónico tienen una mayor flexibilidad de empleo y unas posibilidades de utilización más amplias que los abonos nítricos amoniacales considerados aisladamente. La eficiencia entre la forma nítrica y amoniacal, depende de las características del suelo y del cultivo de que se trate, por lo que se puede afirmar que lo más importante, no es la forma en que aporte nitrógeno un abono, sino que la dosis de nitrógeno sea la suficiente en el momento necesario y situar el abono adecuadamente para una mayor eficacia. La planta absorbe nitrógeno principalmente durante la fase de crecimiento

activo: desarrollo radicular y formación de órganos reproductivos con la consiguiente fecundación (Gros, 1981).

El nitrógeno es un elemento extremadamente vital, tanto para la calidad como para el rendimiento del maíz, siendo un constituyente primordial de las proteínas y la clorofila de las plantas verdes, por lo tanto, es esencial para la fotosíntesis, el crecimiento y la reproducción de las plantas. La mayor parte del nitrógeno aplicado con los fertilizantes está en forma nítrica o amoniacal, o se convierte pronto en una de estas dos formas. Ambas son muy solubles. El nitrógeno amoniacal es retenido con facilidad por los coloides del suelo, aunque en los suelos calientes y bien aireados se transforman rápidamente en nitratos. Los nitratos permanecen principalmente en la solución del suelo y son muy sensibles al lavado. Las plantas ya establecidas utilizan la mayor parte del nitrógeno en forma nítrica. En cuanto al fósforo, este desempeña un papel muy importante en el desarrollo de las plantas, donde es necesario para la fotosíntesis, la transferencia de energía dentro de las plantas, y la síntesis y descomposición de los hidratos de carbono. Es el elemento clave para el crecimiento y división celular y tiende a concentrarse en los tejidos jóvenes, en crecimiento activo. Una cantidad adecuada de este elemento fácilmente utilizable, dentro del alcance de las raíces jóvenes, es esencial para el buen desarrollo del sistema radicular y para el establecimiento de las plantas. En consecuencia, pueden ser beneficiosas las aplicaciones de fósforo al momento de la siembra, para sostener el crecimiento normal de las plantas, una vez establecidas con un buen sistema radicular (Woodhouse, 1980).

La fertilización del maíz es decisiva para la obtención de altos rendimientos, especialmente para los maíces híbridos con alto potencial para la producción de grano y que el nitrógeno es absorbido en pequeña proporción en la primera etapa de crecimiento de la planta, incrementándose rápidamente a la floración donde la planta acumula el 50% del nitrógeno requerido. En cambio, el fósforo es tomado por la planta continuamente desde el estado de plántula hasta la madurez del grano en que llega a

acumularse el 75% del total, lo que no sucede con el potasio que lo acumula a temprana edad, por lo que se recomienda aplicarlo a la siembra. (Sánchez, 1981).

La falta de fósforo durante la primera fase del desarrollo vegetativo puede provocar efectos irreversibles, que se reflejarán después por una deficiente formación de los órganos reproductivos, pues la escasez de fósforo induce a un desarrollo incompleto de los estigmas, dando lugar a una mala polinización, las mazorcas granan mal y tarde e incluso no llegan a formarse, por lo que se recomienda que el único medio de evitar estos daños es impedir que haya falta de fósforo en estado asimilable al principio del cultivo. Así mismo indica que las dosis de nitrógeno que es necesario aportan por medio de los abonos, varía con la capacidad de producción de la variedad cultivada, la densidad de siembra, tipo de suelo, disponibilidad de agua, etc. Es allí que no es posible fijar una dosis que sea de aplicación general para todos los híbridos de maíz. (Llanos, 1984).

El uso de las fuentes nitrogenadas es primordial para obtener altos rendimientos en maíz, debido a que las fuentes orgánicas en el suelo son insuficientes para el suministro de nitrógeno necesario, para satisfacer los requerimientos de los cultivos, por lo que la aplicación de los fertilizantes nitrogenados supone un conocimiento de dosis, fuentes, épocas de aplicación y la eficiencia de utilización. Las plantas pueden absorber nitrógeno del suelo tanto en la forma nítrica como amoniacal, siendo la nítrica la preferida por la mayoría de los cultivos y puede acumularse en ellas sin provocar efectos perjudiciales para su fisiología. La forma de nitrógeno preferentemente absorbida depende, no solo de la especie vegetal, sino también de otros factores como el pH del suelo. La forma nítrica una vez absorbida debe ser reducida a la amoniacal dentro de la planta, antes de poder ser asimilada y esta se realiza en las hojas y en la raíz o predominantemente en una de ellas dependiendo de la especie. Debido a que la forma amoniacal no necesita ser reducida para ser

asimilada, entonces su presencia es beneficiosa para el crecimiento de las plantas, probablemente por el ahorro de energía que supone la reducción de nitratos. Así mismo las plántulas en las primeras etapas de su vida muestran preferencia por el nitrógeno amoniacal y la aplicación de amonio en lugar de nitrato produce un mayor crecimiento de las plantas. (Domínguez, 1984).

El sulfato de amonio es el único fertilizante nitrogenado que contiene además del 21% de nitrógeno, 24% de azufre en forma soluble como sulfato. Se trata de un compuesto binario que contiene 45 unidades de nutrientes, 21% de nitrógeno amoniacal y 24 unidades de azufre soluble. Es un fertilizante nitrogenado utilizable en una amplia gama de cultivos, especialmente indicado para suelos con pH mayor de 5.5. Las plantas pueden tomar el nitrógeno del suelo en forma amoniacal y en forma nítrica; sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que los rendimientos aumentan en forma importante cuando se usa nitrógeno amoniacal en los fertilizantes. Desde el punto de vista de la acumulación de nutrientes, la aplicación de nitrógeno amoniacal aumenta la capacidad de la planta de absorber nitrógeno en un 25% y la de absorber fósforo en un 40%, a los mismos niveles de aplicación de fertilizante, siendo importante también el aporte de azufre. Las deficiencias de azufre pueden limitar respuestas de los cultivos a la aplicación de nitrógeno. Para suministrar el azufre requerido por los cultivos, el sulfato de amonio es el más eficiente, pues contiene el 100% de su azufre como sulfato, que es la forma inmediata disponible para las plantas. (Misti, 2004).

El nitrato de amonio, es uno de los productos de mayor solubilidad, contiene 34.5% de nitrógeno, la mitad en forma de amonio y la otra mitad en forma nítrica, Por tener las dos fracciones de nitrógeno, tiene un efecto inmediato debido a la fracción nítrica y un efecto de más largo plazo por el amonio el cual por su carga positiva, queda retenido por las cargas negativas de las arcillas del suelo. Su reacción en el suelo es acidificante por lo cual se recomienda en suelos de pH muy alcalino (Ruiz, 1999).

La urea es el fertilizante nitrogenado sólido más concentrado en nitrógeno. Contiene 46% de nitrógeno en forma amídica. La urea no puede ser aprovechada por las plantas ya que necesita ser transformada en el suelo; una vez disuelta e incorporada al suelo después del riego, sufre una primera transformación por efecto de una enzima que siempre está presente en el suelo, que es la ureasa, la cual transforma a la urea en carbonato de amonio. En el amonio este contenido el nitrógeno proveniente de la urea y la planta puede absorber y utilizar este amonio. Lo normal es que el amonio se transforme por acción de los microorganismos en nitrato que es la forma preferente de absorción de nitrógeno por la planta (Ruiz, 1999).

Entre las múltiples funciones del nitrógeno en la planta, se tiene que favorecer la multiplicación celular y estimula el crecimiento. Es un componente de proteínas y otras sustancias proteicas. Forma parte de compuestos que permiten que la planta de maíz realice sus funciones biológicas (fotosíntesis). Esencial para la formación de la clorofila y la actividad fotosintética. Interviene directamente en el rendimiento de la planta de maíz (Sagan-Gea, 2010).

El nitrógeno es el elemento más limitante en la producción de maíz, y por tanto, en el rendimiento del cultivo. Este elemento es necesario para la formación de proteínas estructurales y de proteínas enzimáticas, la falta de nitrógeno lleva inmediatamente a reducir el crecimiento de las hojas, del grano y también afecta la conversión a materia seca por la disminución en la radiación interceptada (Ospina, 2015).

El nitrógeno es el más importante de los nutrientes esenciales requeridos por los cultivos. Está involucrado en el proceso de fotosíntesis, ya que forma parte de la molécula de clorofila, y es un componente esencial de las proteínas y vitaminas de las plantas. Es uno de los nutrientes que más limita el rendimiento del maíz, su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la

radiación fotosintéticamente activa. El cultivo puede absorber nitrógeno en forma de nitrato (NO_3) o como amonio (NH_4) desde la solución del suelo, siendo la primera la forma más frecuente. La interacción entre nutrientes incrementa la eficiencia del fertilizante aplicado. El nitrógeno presente en el suelo en forma de nitrato (NO_3), al no ser retenido en el complejo de cambio, debido a su carga negativa, se mueve fácilmente a través del perfil del suelo junto con la solución del mismo (Favere, Starnone y Gastón, 2015).

La interacción más importante es nitrógeno: azufre, se sabe que aplicando juntos los dos elementos tienen una acción sinérgica, es decir la acción conjunta resulta en un mejor aprovechamiento de ambos elementos que si se les hubiera aplicado por separado. Sin embargo, si se suministran cantidades apreciables de uno de los dos elementos y el otro es escaso, las diferencias serán fuertes. Esto se entiende considerando que tanto el nitrógeno como el azufre son partes fundamentales de las proteínas (Bornemisza, 1990; Kanwar y Mudahar, 1986, citados por Guerrero y Tello (1998).

Fuentes de nitrógeno. Son los fertilizantes inorgánicos sintéticos aportantes de nitrógeno, que pueden ser aplicados al suelo en forma individual o en forma combinada. El nitrógeno es el elemento más limitante en la producción de maíz, y, por tanto, en el rendimiento del cultivo. Este elemento es necesario para la formación de proteínas estructurales y de proteínas enzimáticas, la falta de nitrógeno lleva inmediatamente a reducir el crecimiento de las hojas, del grano y también afecta la conversión a materia seca por la disminución en la radiación interceptada (Ospina, 2015).

En relación a la justificación, nuestros productores maiceros presentan como problema principal, el bajo rendimiento del cultivo; esto originado por múltiples causas, entre ellas: bajo uso de semilla certificada, deficiente manejo agronómico visto que el cultivo de maíz amiláceo se sustenta en la importancia que tiene para la

alimentación humana, por su alto contenido nutricional, siendo consumido en diferentes formas como: cancha, humitas, chicha, mote, etc. Sin embargo a pesar de la importancia que reviste su cultivo, su demanda y sus rendimientos son relativamente bajos en comparación con los maíces amarillos duros, que son de más alto rendimiento y de mayor demanda como insumo para la industria avícola y ganadera, lo cual implica hacer uso de ciertas prácticas agronómicas que permitan mejorar la producción y productividad del maíz amiláceo en grano seco, como en este caso del presente trabajo de investigación, donde se estudiaron diferentes fuentes de nitrógeno, tanto en forma individual como combinado, que permitan contribuir a obtener resultados satisfactorios para el incremento de los rendimientos del maíz amiláceo y ponerlos a disposición de los agricultores del valle del Chira-Sullana.

Así mismo con el objeto de plantearnos la interrogante de; ¿Cuál será la influencia de fuentes de nitrógeno individual y combinado en el rendimiento de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) en el valle del Chira-Sullana-2018?

Manrique (1997) clasifica taxonómicamente al maíz así:

Reino	:	Plantae
División	:	Angiospermae
Clase	:	Monocotiledónea
Orden	:	Graminales
Familia	:	Graminae
Tribu	:	Maydeae
Género	:	<i>Zea</i>
Especie	:	<i>Zea mays</i> L

El maíz es un cultivo de crecimiento rápido, que requiere de una temperatura media entre 24 °C a 30 °C., una mínima de 8° a 10° C, y una máxima de 35-39°C, pero a partir de los 40°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes y una baja polinización. Requiere de una precipitación pluvial de 600 a 700 mm, de lluvia durante su ciclo vegetativo, variando sus necesidades de acuerdo a las fases del cultivo, requiriendo durante la fase de crecimiento vegetativo de una mayor cantidad de agua, por lo que se recomienda realizar riegos suplementarios, entre unos 8 a 10 días antes de la floración, para evitar el estrés hídrico. La fase de floración es el período más crítico porque de ella depende el llenado del grano por lo que se recomienda, en esta fase, mantener la humedad, para asegurar una buena polinización y un llenado total de granos. El maíz se cultiva entre los 0 a 3,500 m.s.n.m, y se adapta a una amplia variedad de suelos, siendo los más idóneos para el cultivo, los francos, fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención de agua. Crece bien en suelos con pH entre 5,5 y 7,8 (Joyo, 2013; Deras, 2012).

El maíz presenta un sistema radicular fasciculado bien definido, con tres tipos de raíces: embrionales, permanentes y adventicias (Reyes, 1990).

Llanos (1984), refiere que el tallo es nudoso y macizo, formado por catorce entrenudos separados por nudos distantes, los entrenudos cerca del suelo son cortos de la cual nacen las raíces aéreas. El grosor de los entrenudos inferiores es de mayor diámetro que de los superiores, su sección es circular, pero desde que nace el pedúnculo que sostiene la mazorca, se va haciendo más delgada y circular hasta llegar a la panícula de la inflorescencia masculina. Corpas (1996), refiere que las hojas son anchas y abrazadoras, de disposición alterna y dística, dotadas de una vaina amplexicaulo, con lígula bien desarrollada, la lámina foliar es alargada y acuminadas, con nervios paralelos y finos a cada lado del nervio central semirrígido.

El maíz es una planta monoica de flores unisexuales muy separadas y bien diferenciadas en la misma planta. La mazorca es la infrutescencia o espiga cilíndrica formada por el grano, el olote, el pedúnculo y la panca, la cual debe cubrir bien a la mazorca para protegerla de la humedad y del ataque de plagas y enfermedades. El contenido del olote

Llanos (1984), menciona que el maíz es una planta monoica, por presentar tanto las flores masculinas y femeninas en la misma planta, las flores masculinas tienen 6 - 8 mm de longitud estas salen por parejas a lo largo de muchas ramas de aspecto plumoso, situadas al extremo superior del tallo de cada flor masculina, tiene 3 estambres largamente filamentosos. Las espículas (espiguillas) femeninas se agrupan en una ramificación lateral gruesa de forma cilíndrica y están cubiertas por brácteas foliadas, sus estilos sobresalen de las brácteas alcanzando una longitud de 12 a 20 cm, formando un conjunto de una cabellera varía del 8 a 30%, prefiriéndose los delgados porque son más fáciles de cosechar, desgranar, secar el grano y en general más precoces, al fruto del maíz se le conoce como cariósipide, semilla o grano. El fruto se encuentra insertado en el olote constituyendo hileras de granos cuyo conjunto forman la mazorca (Reyes, 1990, Catalán 2012).

Las principales labores de manejo agronómico del cultivo de maíz son:

Preparación del suelo. – Comprende con la limpieza del terreno, para eliminar malezas y rastrojos existentes en el campo; aradura, para la roturación del suelo empleando para arado de discos, debido al riego de machaco, sirve para acelerar la germinación de las semillas de malezas existentes en el suelo y facilitar las labores de gradeo posteriormente, del mismo modo el gradeo, para romper los terrones y eliminar los espacios de aire entre ellos, pudiéndose hacer de preferencia en forma cruzada con el fin de lograr un buen mullimiento del suelo hasta que la tierra quede suficientemente pulverizada para que pueda cubrir la semilla y favorecer la germinación y la surcadura, Olarte (1987), sostiene que la práctica del riego consiste

en aprovechar la capacidad retentiva del suelo para almacenar el agua en la zona radicular y sustituir el agua evapotranspirada por las plantas aplicado en condiciones de campo por un agricultor con mayor o menor dominio del agua en donde la distancia entre surcos recomendable para la siembra del maíz es de 0,70mt entre surcos cm, pudiendo hacerse con arado surcador o con arado de vertedera (Risco 2007; Catalan 2012)

La siembra del maíz es a piquete, colocando 5 semillas por golpe a una profundidad de 5 a 8 cm., en la costilla del surco o en el fondo de éste. La densidad de siembra depende de la fertilidad del suelo y de la finalidad del cultivo, es decir, si es para choclo, grano o para forraje (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

Sirve para determinar la densidad de siembra del cultivo, consiste en extraer las plantas que se consideran en exceso en cada golpe. Se realiza cuando las plantas tengan aproximadamente 0.20 m de altura dejando solamente una o tres plantas de las más vigorosas por golpe (Sevilla y Valdez, 1985).

El aporque es una labor cultural muy importante en el maíz, porque favorece la estabilidad y soporte de la planta evitando su caída o tumbada por efecto del viento y exceso de humedad. Además, estimula el desarrollo de las raíces adventicias aumentando su estabilidad y anclaje. Se realiza a los 45 días de la siembra cuando las plantas tienen 40 a 50 cm, de altura (Manrique, 1987)

Respecto a la fertilización, el maíz necesita nitrógeno, fósforo y potasio, durante su desarrollo vegetativo para lograr incrementos en los rendimientos unitarios, cuyas cantidades de fertilizantes a emplear dependen principalmente de las densidades de siembra, tipo de suelo y de su fertilidad La fertilización del maíz debe hacerse en forma fraccionada, aplicándose el 50% del nitrógeno a los 15 días de la siembra y el otro 50% restante al momento del aporque (45 días), empleando para ello la dosis de 180 kg N/ha, (Manrique, 1987; Delgado 2004). (Navarro, 2003) explica que la

mayoría de los cultivos agrícolas absorben el N como ion NO_3^- ; sin embargo, estudios recientes han demostrado que los cultivos usan cantidades apreciables de NH_4^+ , una de las razones por las que se obtiene rendimientos más altos con la absorción de una parte del N como NH_4^+ , es que la reducción de NO_3^- , dentro de la planta requiere de energía (el NO_3^- es reducido a NH_4^+ que luego se convierte en aminoácidos dentro de la planta). Esta energía es proporcionada por carbohidratos, los mismos que podrían ser usados para el crecimiento o para la formación del fruto (Cirilo, 1996)

El maíz es una planta exigente en agua, presentando sus máximas exigencias durante el período de polinización, de formación del grano y maduración de la mazorca. La frecuencia y número de riegos depende principalmente de la capacidad de retención de agua del suelo, siendo mayor en suelos arenosos y delgados, disminuyendo en suelos francos, arcillosos y profundos. El primer riego se da a los 25 a 30 días de la siembra. El segundo riego a la floración, donde tanto la humedad como la temperatura del suelo juegan un papel importante en la sincronización de la producción del polen y la emisión de las barbas de la mazorca, lo cual permite una adecuada fecundación, que aseguran una buena producción. El tercer riego es al inicio de llenado del grano para lograr una buena formación y llenado de los granos (Manrique, 1987; Delgado 2040). Las malezas constituyen uno de los principales problemas que afecta en la nutrición, así como luz y agua, por lo que es mantener los campos de cultivo libres de malezas. Generalmente se recomiendan dar dos deshierbos manuales, el primero a los 15 días de la siembra y el segundo a los 30 días, por ser este el período crítico de competencia de malezas. El control de las malezas puede hacerse en forma cultural, mecánico y químico (Calero 2006)

El cultivo de maíz es afectado en el campo desde el momento de la siembra hasta la cosecha, por diferentes insectos, los cuales deben controlarse oportunamente, siempre y cuando lleguen a constituir un peligro para el cultivo. Por mencionar algunas plagas: Comprende un grupo de gusanos o larvas que se alimentan cortando las

plántulas de maíz durante la noche a la altura del cuello. El más frecuente es el *Feltia experta* Gusanos de Tierra: Cuchi cuchi (*Puranius* sp) y *Astilus* (*Astilus variegatus*) causan daño en la semilla; *Feltia experta*, *Copitarsia turbata*, *Agrotis ypsilon*, Racka o gallina ciega (*Phyllophaga* spp) ocasionan daños en las raíces y cuello de la planta. Debido al ataque de estas plagas el campo presenta fallas por muerte de plántulas.(Jara2012), otros de las plagas es el gusano picador del cuello del tallo (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller). Es una plaga que puede destruir casi por completo campos de maíz recién germinados. Las larvas perforan el cuello de las plántulas recién germinadas, produciendo el secado del cogollo central y la planta emite uno o dos hijuelos que nunca producen (Manrique, 1987; Jara 2012); del mismo modo el Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Es considerada una de las plagas de mayor importancia por su ataque persistente y especialmente cuando las plantas son tiernas sus hojas se muestran huecos en serie o irregulares en los bordes, debido a que se pueden controlar con aplicaciones de insecticidas generalmente de tipo granulados el mismo que debe colocarse en el cogollo de la planta; otra plaga más potencial dentro del cultivo tenemos a los Pulgones (*Aphis maydis*). Son insectos pequeños de color verde oscuro, que se ubican en el cogollo de las plantas, pudiendo invadir las hojas y la panoja, produciendo gran cantidad de mielecilla sobre la cual se desarrolla el hongo negro de la fumagina (Jara 2012).

La plaga de mayor importancia que se considera para este cultivo es, el gusano Cañero o barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) cuya incidencia se da en climas calurosos que se considera en la Costa en especial de la Costa Norte y Selva, debido a que las larvas perforan el tallo y forman galerías en su interior destruyendo el parénquima y facilitando el quebrado de las plantas (Cisneros 1980), asimismo se conoce que la plaga de mayor importancia económica en los cultivos de maíz en la sierra Norte es el Gusano de la mazorca (*Heliothis zea*). Los maíces duros son más resistentes a esta plaga. Los adultos ovipositan en las barbas de las mazorcas tiernas y las larvas penetran por la punta de la mazorca comiendo los granos tiernos (Reyes, 1990 y Cisneros1980).

Dentro de las enfermedades, podemos mencionar:

Pudrición de la raíz.. Es la enfermedad más potencial en este cultivo se presenta en estado de plántula y después de la floración, ocasionando pequeñas manchas decoloradas y húmedas sobre las raíces y cuello del tallo, las que posteriormente producen pudriciones que provocan marchitez y muerte de las hojas. Los patógenos que producen estas pudriciones son *Diplodia*, *Gibberella*, *Pythium* (Quevedo 1996). Otra de las enfermedades que causaba baja de la productividad es el Carbón del maíz (*Ustilago maydis*). Se encuentra presente en casi todas las zonas donde se cultiva maíz. Se presenta en tiempo seco y en suelos ricos en nitrógeno, especialmente los abonados con estiércol intensivamente la cosecha es una de las últimas fases del cultivo del maíz y su oportunidad es de suma importancia, permite obtener un producto de alta calidad, así como reducir las pérdidas de mazorcas en cosechas tardías. La oportunidad de cosecha del cultivo de maíz, dependerá del tipo de cultivo, ya sea para choclo, chala o forraje o para grano. La cosecha para choclo, es propio de las variedades blanco amiláceas chocleras, usadas en su estado de grano verde lechoso como choclo. Por lo tanto, el momento óptimo de cosecha se encontrará justo cuando los granos presenten el endospermo turgente y lleno de un líquido azucarado y lechoso que sale violentamente cuando se presiona y rompe el pericarpio con la uña del dedo pulgar. Este estado se encuentra entre los 40 a 50 días después de la floración, por lo tanto, el período de cosecha es bastante corto, de aproximadamente 10 días (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

La hipótesis planteada fue que; las fuentes de nitrógeno individual y combinado influyen en el rendimiento de maíz (*Zea mays L.*) amiláceo en el valle del Chira – Sullana-2018.

De la misma forma se planteó el objetivo general de, evaluar el efecto de fuentes de nitrógeno individual y combinado, en el rendimiento de maíz (*Zea mays L.*)

amiláceo en el valle del Chira-Sullana – 2018, y los objetivos específicos fueron: Determinar la mejor fuente de nitrógeno individual y combinado para el rendimiento del maíz amiláceo. Determinar la mejor fuente de nitrógeno individual y combinado para los componentes morfoproductivos del maíz amiláceo.

II. Metodología

La investigación realizada fue de tipo aplicada y experimental, en razón que los conocimientos obtenidos, permitirán ayudar a solucionar problemas relacionados con el cultivo de maíz amiláceo grano seco en el valle del Chira. Mediante las evaluaciones se determinó cuál fue la fuente de nitrógeno combinado de mejor respuesta para el rendimiento de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) en grano seco.

El diseño de investigación empleado fue bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, haciendo un total de 24 parcelas, tal como se observa en el *Anexo 03, Figura 01*, de la distribución de los tratamientos.

La población estuvo compuesta de 3 456 plantas correspondientes a un área de 788 m².

La muestra para evaluar el rendimiento será de 72 plantas, correspondiente a un área de 9,60 m². Para la evaluación de los componentes productivos, la muestra fue de 20 plantas y en 20 mazorcas, por unidad experimental, de acuerdo a la variable en estudio.

Respecto a la ubicación, el campo experimental se encuentra ubicado en el departamento de Piura, provincia Sullana, distrito de salitral, con ubicación geodésica a una UTM 534731,827 Este, 9461494,119 Norte y altitud 42 m.s.n.m., con una humedad relativa de 80%.

Las características del campo experimental fueron: largo 30,00 m, ancho 24,80 m, con un área de 788 m². El largo de bloque fue 24,80 m, ancho de 7,20 m, y un área de 178,56 m². El largo de la parcela será de 6,00 m, con un ancho de 3,20 m, con un área de 19,20 m², y un área neta evaluable de 9,60 m². El distanciamiento entre surcos fue de 0,80 m.

Durante la conducción del experimento en campo, se realizaron las siguientes labores:

La preparación del suelo, se inició con la limpieza del campo experimental, seguido de la aradura, bordeadura para facilitar el riego de machaco, luego con el terreno en capacidad de campo, se gradeo y surcó con caballo a un distanciamiento de 0.80 m, entre surcos, tal como se observa en el *Anexo 04. Figura 01*.

La siembra se realizó a piquete, colocando cinco semillas por golpe a un distanciamiento de 0,50 m, entre golpes y 0.8m entre surco, como se observa en el *Anexo 04. Figura 02*.

Se hicieron tres deshierbos manuales, a los 15, 30 y 60 días de la siembra, predominando las malezas de coquito (*Cyperus rotundus*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*). El desahije se realizó a los 15 días después de la siembra, eliminando las dos plantas de menor conformación y vigorosidad.

La fertilización se realizó a los 15 días después de la siembra y al momento del haber efectuado el desahije, colocando la primera fertilización el 50% de la dosis de cada fuente de nitrógeno, tanto en forma individual como combinado. la segunda fertilización se realizó al momento del aporque, se aplicó el otro 50% de la dosis de cada fuente de nitrógeno individual y combinado *Anexo 04. Figura 03*.

Se efectuaron cuatro riegos: el primero se hizo riego de machaco, luego a los 20 días de la siembra, otro riego al inicio de floración y un último al inicio del llenado del grano. No se presenciaron problemas de plagas, pero como control preventivo, se aplicó para gusano cogollero, Dethomil 90 PS, a la dosis de 10 g/20 l, de agua. *Anexo 04. Figura 04*.

La cosecha se realizó a los 120 días posteriores a la siembra, cosechando las mazorcas de los dos surcos centrales de cada parcela, al estado de grano seco. *Anexo 04. Figura 05*.

Se consideró los indicadores en estudio de:

Rendimiento de maíz amiláceo (kg/ha) se cosecharon las mazorcas al estado seco de los dos surcos centrales de cada parcela en un área de 9,60 m², y se desgranaron, expresando dicho peso en kg/ha. *Anexo 04. Figura 06*.

Para longitud de mazorca (cm) se midieron 20 mazorcas por parcela, para obtener un promedio en centímetros. *Anexo 04. Figura 07.*

Para diámetro de mazorca (cm), se midió el diámetro de las mismas 20 mazorcas muestreadas, para obtener un promedio en centímetros. *Anexo 04. Figura 08.*

Peso de mazorca (g) se pesaron las mismas 20 mazorcas muestreadas por parcela, para obtener un promedio expresado en gramos. *Anexo 04. Figura 09.*

Peso de grano por mazorca (g) se pesaron los granos de cada una de las 20 mazorcas muestreadas y se expresó dicho peso en gramos *Anexo 04. Figura 10.*

Para altura de planta (m), se midieron al momento de la floración, 20 plantas por parcela, desde el nivel del suelo hasta el nudo ciliar, para obtener un promedio en metros. *Anexo 04. Figura 11.*

III. Resultados

En cuanto a la evaluación del rendimiento de maíz amiláceo, para el análisis de varianza, se observa diferencias altamente significativas para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, con un coeficiente de variabilidad de 7.08 %. *Anexo02. Tabla 01.*

Para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, para rendimiento de maíz amiláceo, según la prueba de Duncan (Tabla 01), se encontró diferencias significativas, alcanzándose el mayor rendimiento de 7 774 kg/ha, de maíz, con la aplicación de la fuente combinada de sulfato de amonio + nitrato de amonio, superando estadísticamente al resto de fuentes de nitrógeno, menos a la aplicación de la fuente combinada de nitrógeno de urea + sulfato de amonio, cuyo rendimiento fue de 7 244 kg/ha, de maíz amiláceo, con el cual fue estadísticamente igual y este a su vez con el tratamiento de la fuente individual de sulfato de amonio, con un rendimiento de 6 902 kg/ha. Los menores rendimientos se lograron con el resto de fuentes de nitrógeno individual y combinado donde no interviene la fuente de sulfato de amonio. Figura 01.

Tabla 01. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, sobre el rendimiento de maíz amiláceo (kg/ha).

Fuentes de nitrógeno individual y combinado	Rendimiento de maíz amiláceo (kg/ha)	Duncan 0.05
T1 = Urea	5 776	d
T2 = Sulfato de amonio	6 902	b c
T3 = Nitrato de amonio	6 002	d
T4 = Urea + Sulfato de amonio	7 244	a b
T5 = Urea + Nitrato de amonio	6 372	c d
T6 = Sulfato de amonio + Nitrato de amonio	7 772	a

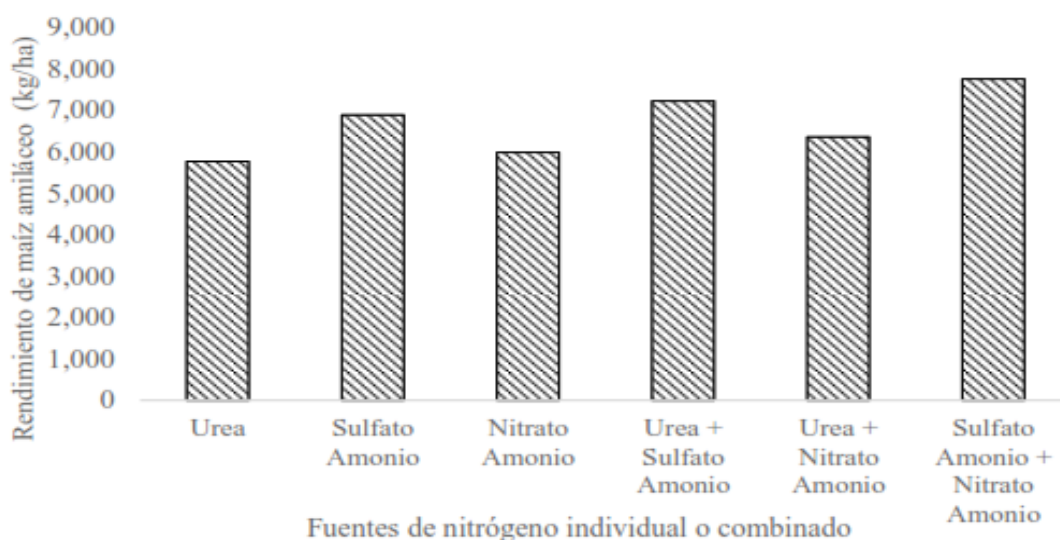


Figura 01: Efecto de fuentes de nitrógeno individual o combinado sobre el rendimiento de maíz amiláceo (kg/ha)

El análisis de varianza para longitud de mazorca (cm), muestra diferencias altamente significativas para fuentes de nitrógeno individual y combinado, con un coeficiente de variabilidad de 5,96 %. *Anexo 02. Tabla 02.*

Para longitud de mazorca (cm), según la prueba de Duncan (Tabla 02), se encontró diferencias significativas para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, alcanzándose la mayor longitud de mazorca de 22,79 cm, con la fuente combinada de sulfato de amonio + nitrato de amonio, seguida por la fuente combinada de urea + sulfato de amonio con un tamaño de mazorca de 20,98 cm, superando al resto de fuentes de nitrógeno individual y combinado. La longitud de mazorca más baja con 16,46 cm, se obtuvo con la fuente individual de urea. Figura 02.

Tabla 02. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, sobre la longitud de mazorca (cm).

Fuentes de nitrógeno individual y combinado	Longitud de mazorca (cm)	Duncan 0.05
T1 = Urea	16,46	D
T2 = Sulfato de amonio	18,47	C
T3 = Nitrato de amonio	17,98	c d
T4 = Urea + Sulfato de amonio	20,98	B
T5 = Urea + Nitrato de amonio	18,10	c
T6 = Sulfato de amonio + Nitrato de amonio	22,79	A

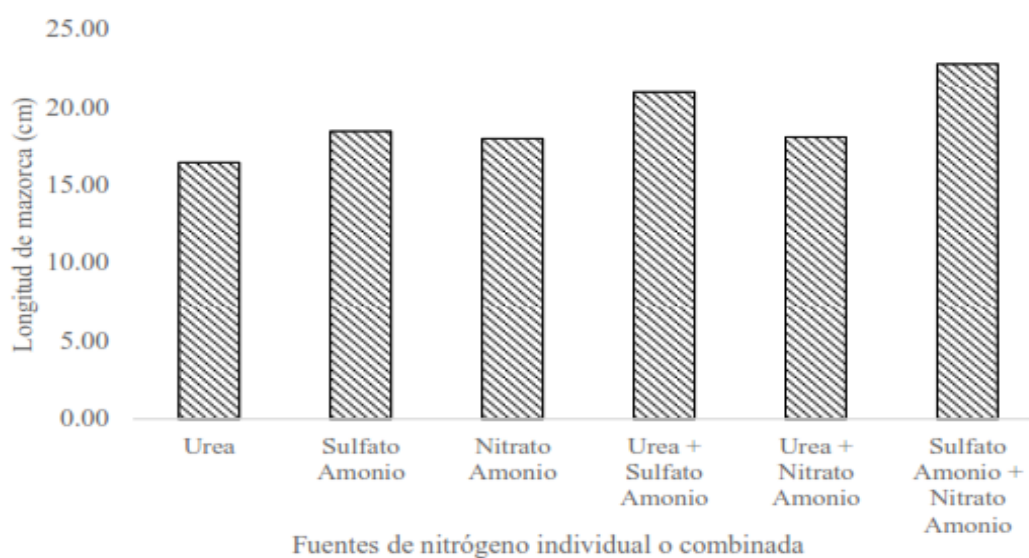


Figura 02: Efecto de fuentes de nitrógeno individual o combinado sobre la longitud de mazorca (cm)

Para la determinación del diámetro de mazorca (g), en el análisis de varianza, se detectó diferencias altamente significativas para fuentes de nitrógeno individual y combinado, con un coeficiente de variabilidad de 5,04 %. Anexo 02. Tabla 03.

Respecto al diámetro de mazorca (cm), según la prueba de Duncan (Tabla 03), se encontró diferencias significativas, por efecto de las fuentes de nitrógeno individual y

combinado, alcanzándose el mayor diámetro de mazorca de 7,85 cm, con la fuente de nitrógeno combinada de sulfato de amonio + nitrato de amonio, superando estadísticamente al resto de fuentes de nitrógeno, menos al tratamiento de la fuente de urea + sulfato de amonio, cuyo diámetro de mazorca fue de 7,55 cm. Entre el resto de tratamientos no hubo significación estadística, solo diferencias numéricas. Figura 03.

Tabla 03. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, sobre el diámetro de mazorca (cm).

Fuentes de nitrógeno individual y combinado	Diámetro de mazorca (cm)	Duncan 0.05
T1 = Urea	6,57	d
T2 = Sulfato de amonio	7,21	b c
T3 = Nitrato de amonio	6,82	c d
T4 = Urea + Sulfato de amonio	7,55	a b
T5 = Urea + Nitrato de amonio	6,64	c d
T6 = Sulfato de amonio + Nitrato de amonio	7,85	a

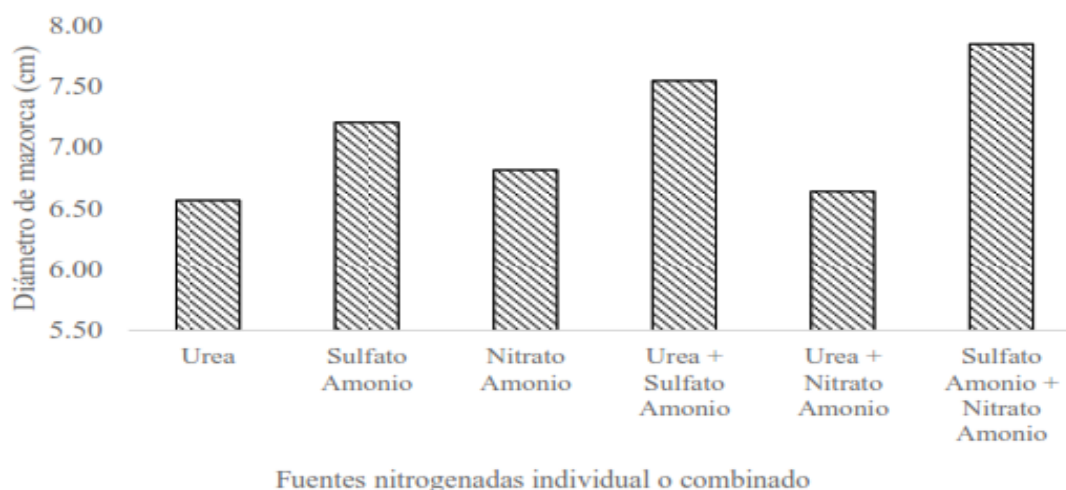


Figura 03: Efecto de fuentes de nitrógeno individual o combinado sobre el diámetro de mazorca (cm)

Para peso de mazorca (g), en el análisis de varianza, se detectó diferencias altamente significativas para fuentes de nitrógeno individual y combinado, con un coeficiente de variabilidad de 11,28 %. *Anexo 02. Tabla 04.*

En cuanto al peso de mazorca (g), según la prueba de Duncan (Tabla 04), se encontró diferencias significativas, por efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, alcanzándose el mayor peso de 177,64 gramos por mazorca, con la aplicación de sulfato de amonio + nitrato de amonio, superando estadísticamente al resto de fuentes de nitrógeno, menos a la fuente combinada de urea + sulfato de amonio, con un peso de mazorca de 167,32 gramos. Entre el resto de tratamientos no hubo significación estadística, solo diferencias numéricas entre ellos, alcanzando el menor peso de 136,37 gramos por mazorca, la aplicación solo de urea. Figura 04.

Tabla 04. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, sobre el peso de mazorca (g).

Fuentes de nitrógeno individual y combinado	Peso de mazorca (g)	Duncan 0.05
T1 = Urea	136,37	c
T2 = Sulfato de amonio	152,94	b c
T3 = Nitrato de amonio	143,63	b c
T4 = Urea + Sulfato de amonio	167,32	a b
T5 = Urea + Nitrato de amonio	148,73	b c
T6 = Sulfato de amonio + Nitrato de amonio	177,64	a

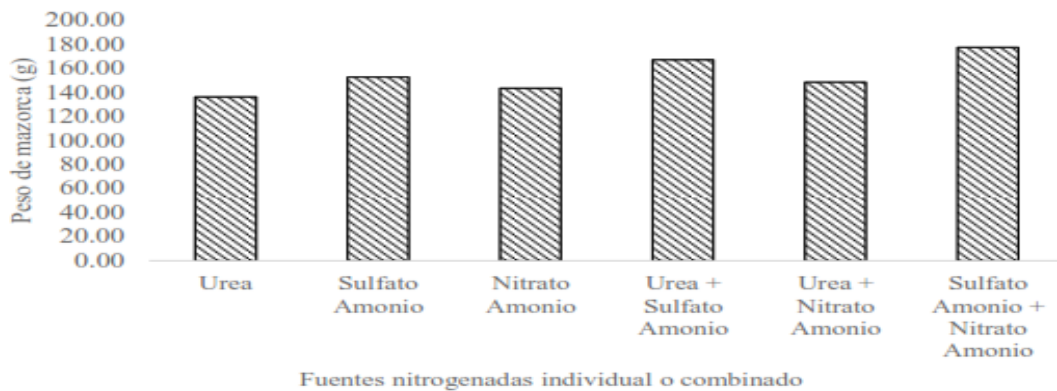


Figura 04: Efecto de fuentes de nitrógeno individual o combinado sobre el diámetro de mazorca (g)

Para la determinación de peso de grano por mazorca (g), según el análisis de varianza, se detectó diferencias altamente significativas para fuentes de nitrógeno individual y combinado, con un coeficiente de variabilidad de 12,71 %. Anexo 02. Tabla 05.

Según la prueba de Duncan (Tabla 05), para peso de grano por mazorca (g), se encontró diferencias significativas, por efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, alcanzándose los mayores pesos de grano de 110,35 y 101,37 gramos, con las fuentes combinadas de nitrógeno de sulfato de amonio + nitrato de amonio y Urea + Sulfato de amonio, superando estadísticamente al resto de fuentes de nitrógeno, menos a la fuente de urea + sulfato de amonio, con 101,37 gramos por mazorca. Figura 05.

Tabla 05. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, sobre el peso de granos por mazorca (g).

Fuentes de nitrógeno individual y combinado	Peso de grano por mazorca (g)	Duncan 0.05
T1 = Urea	79,71	b
T2 = Sulfato de amonio	93,06	b
T3 = Nitrato de amonio	86,54	b
T4 = Urea + Sulfato de amonio	101,37	a
T5 = Urea + Nitrato de amonio	90,11	b
T6 = Sulfato de amonio + Nitrato de amonio	110,35	a

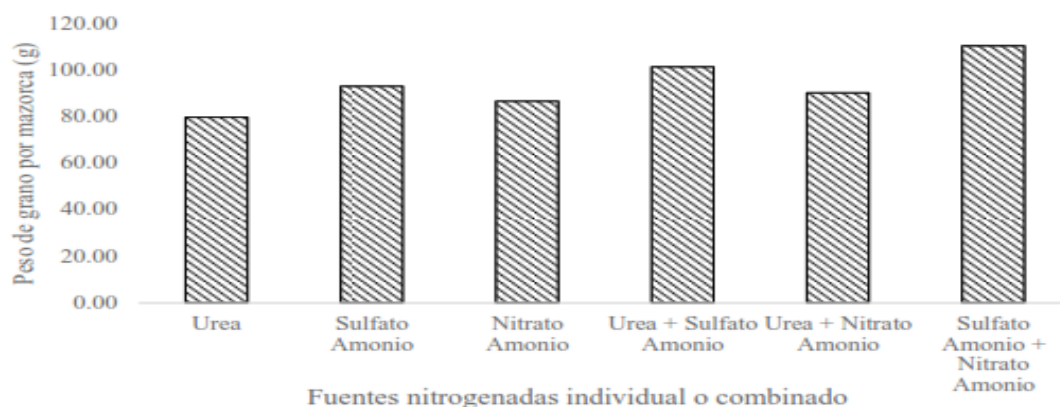


Figura 05: Efecto de fuentes de nitrógeno individual o combinado sobre el peso de grano por mazorca (g)

Referente a la altura de planta (m), en el análisis de varianza, no se encontró significación estadística para fuentes de nitrógeno individual y combinado, con un coeficiente de variabilidad de 2,35 %. *Anexo 02. Tabla 06.*

Según la prueba de Duncan (Tabla 06) para altura de planta (m), no se encontró diferencias significativas, para las fuentes de nitrógeno individual y combinado, con promedios bastante similares, atribuible a un carácter varietal, independientemente de la fuente de nitrógeno que se aplique. Figura 06.

Tabla 06. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de las fuentes de nitrógeno individual y combinado, sobre la altura de planta (m).

Fuentes de nitrógeno individual y combinado	Altura de planta (m)	Duncan 0.05
T1 = Urea	1,86	a
T2 = Sulfato de amonio	1,87	a
T3 = Nitrato de amonio	1,88	a
T4 = Urea + Sulfato de amonio	1,89	a
T5 = Urea + Nitrato de amonio	1,89	a
T6 = Sulfato de amonio + Nitrato de amonio	1,89	a

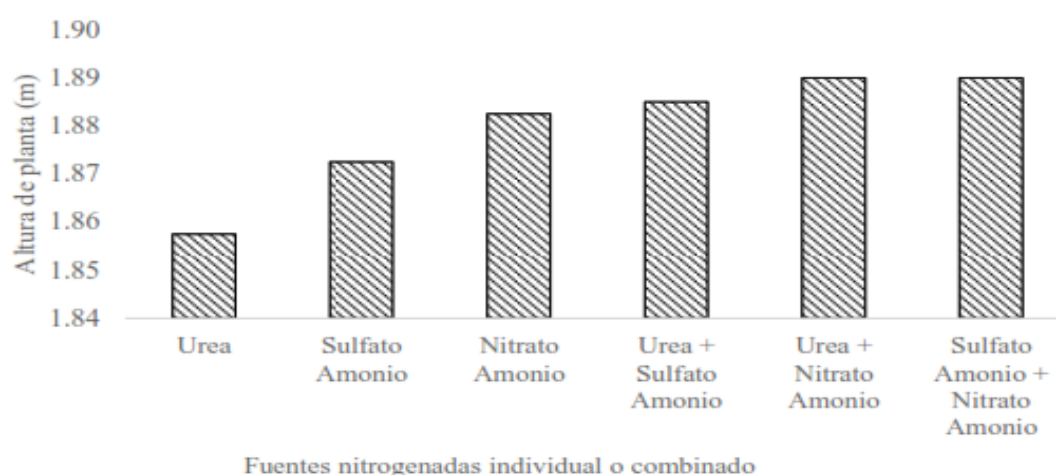


Figura 06: Efecto de fuentes de nitrógeno individual o combinado sobre la altura de planta (m)

IV. Analisis Y Discusión

En la investigación se encontró diferencias significativas en los rendimientos de maíz amiláceo en grano seco, como respuesta a la aplicación de fuentes de nitrógeno individual y combinado, variando los rendimientos de acuerdo a la fuente nitrógeno empleada, tal es así que el mayor rendimiento de 7 772 kg/ha, de maíz amiláceo, se obtuvo con la fuente combinada de sulfato de amonio + nitrato de amonio, superando estadísticamente a las demás fuentes de nitrógeno, menos a la fuente combinada de urea + sulfato de amonio, con un rendimiento de 7 244 kg/ha.

Entre la fuente combinada de urea + sulfato de amonio y la fuente individual de sulfato de amonio, no se encontró significación estadística, con rendimientos de 7 244 y 6 902 kg/ha, de maíz amiláceo, respectivamente; así como para los componentes del rendimiento: longitud y diámetro de mazorca, peso de mazorca, peso de granos por mazorca; pudiéndose apreciar que los mayores valores promedios para estas variables se lograron con la fuente de nitrógeno donde interviene el sulfato de amonio, lo que corrobora la importancia de esta fuente en el aumento de los rendimientos del maíz y de sus componentes, independientemente de la asociación con otra fuente de nitrógeno, cuya interacción entre nutrientes de fuentes nitrogenadas incrementa la eficiencia del fertilizante aplicado (Favere, Starnone y Gastón, 2015), por la toma y asimilación rápida del ion amonio a partir del fertilizante sulfato de amonio, cuya acción es más progresiva y duradera que la de los nitratos (Roa, 2000), donde la respuesta positiva del sulfato de amonio, se atribuye a que este contiene amonio (NH_4) y azufre en forma de sulfato (SO_4), que es la forma como la planta lo toma, lo que permite establecer un aporte balanceado de ambos nutrientes para la planta, contribuyendo a un mejor aprovechamiento del nitrógeno aportado por el fertilizante.

Asimismo las plantas pueden absorber nitrógeno del suelo tanto en la forma nítrica como amoniacal, siendo la nítrica la preferida por la mayoría de los cultivos y

puede acumularse en ellas sin provocar efectos perjudiciales para su fisiología. La forma nítrica una vez absorbida debe ser reducida a la amoniacal dentro de la planta, antes de poder ser asimilada y esta se realiza en las hojas y en la raíz o predominantemente en una de ellas dependiendo de la especie. Debido a que la forma amoniacal no necesita ser reducida para ser asimilada, entonces su presencia es beneficiosa para el crecimiento de las plantas, probablemente por el ahorro de energía que supone la reducción de nitratos (Domínguez, 1984).

Los mayores rendimientos logrados con la fuente combinada de sulfato de amonio + nitrato de amonio, se ven favorecidos por la acción del nitrato de amonio, que es un producto de gran solubilidad, con 34.5% de nitrógeno, con la mitad en forma de amonio y la otra mitad en forma nítrica, siendo el efecto del nitrógeno en la planta inmediato, debido a la fracción nítrica y un efecto de más largo plazo por el amonio el cual por su carga positiva, queda retenido por las cargas negativas de las arcillas del suelo (Ruiz, 1999).

Respecto a la interacción nitrógeno: azufre, es muy importante, porque se sabe que aplicando juntos los dos elementos tienen una acción sinérgica, donde la acción conjunta resulta en un mejor aprovechamiento de ambos elementos que si se les hubiera aplicado por separado pero sin embargo, si se suministran cantidades apreciables de uno de los dos elementos y el otro es escaso, las diferencias serán fuertes. Esto se entiende considerando que tanto el nitrógeno como el azufre son partes fundamentales de las proteínas (Bornemisza, 1990; Kanwar y Mudahar, 1986, citados por Guerrero y Tello (1998).

V. Conclusiones Y Recomendaciones

Se logró un mayor rendimiento promedio de 7 772 kg/ha, de maíz amiláceo, con la fuente de nitrógeno combinado de sulfato de amonio + nitrato de amonio, sin mostrar significación estadística con la fuente de nitrógeno combinado de urea + sulfato de amonio, que alcanzó un rendimiento de 7 244 kg/ha. que permitirán a los agricultores de la zona en estudio disponer de la información para el cultivo de maíz amiláceo, con la aplicación de nitrógeno combinado de sulfato de amonio y nitrato de amonio.

La mejor fuente de nitrógeno se debe aplicar con la fuente combinada con sulfato de amonio + nitrato de amonio respectivamente; teniendo como componentes del rendimiento: longitud y diámetro de mazorca, peso de mazorca, peso de granos por mazorca.

Se recomienda para la fertilización del cultivo de maíz amiláceo, y la aplicación del nitrógeno combinado de 50% de sulfato de amonio + 50% de nitrato de amonio y realizar otras fuentes combinados de nitrógeno.

Ensayar el presente trabajo de investigación en otras zonas productoras de maíz amiláceo, para validar los resultados obtenidos en el presente estudio.

VI. Dedicatoria Y Agradecimiento

A Dios por estar conmigo en cada paso que doy, fortaleciendo mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante el periodo de estudio.

Agradezco a mis padres y hermanos, quienes, con su esfuerzo y amor encaminaron e impulsaron en la vida para poder alcanzar metas y así i superarme cada día de mi vida

VII. Referencias Bibliográficas

- Castro, P. L. A. (2017).** *Momentos de aplicación de la fertilización nitrogenada a base de sulfato de amonio en el cultivo de maíz choclo (Zea mays L.) en el valle del Medio Piura.* Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Piura. 72 p.
- Deras, F. H. (2012).** *Guía Técnica. El cultivo del Maíz.* Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA). Programa Granos Básicos. El Salvador.
- Domínguez, V.V. (1984).** *Tratado de fertilización.* Ediciones Mundi. Madrid. España.301 p.
- Favere, V., Starnone N., Gastón P. L. (2015).** *Fertilización nitrogenada en maíz y lavado de nitratos Fertilización única vs fertilización fraccionada.* Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle. 12 p.
- Fertilizar. (2003).** *Diagnóstico de nitrógeno en maíz.* Argentina.
<http://www.fertilizar.org.ar>
- Gallirgos, O. B. (2001).** *Fertilización del cultivo de maíz (Zea mays L.) Variedad Chancayano a base de urea y sulfato de amonio.* Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Piura. 62 p.
- Gros, A. (1981).** *Abonos. Guía Práctica de la Fertilización.* Ediciones Mundi. España.559 p.
- Guerrero, B. J., Tello, P. L. (1998).** *Efecto de la aplicación de azufre en los cultivos de cebolla y papa bajo condiciones de campo.* Anales Científicos. Universidad Nacional La Molina. Lima. Pp. 323-339.
- Joyo, C. G. (2013).** *Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de Maíz Amiláceo.* Agrobanco. Ancash. 24 p.

- Llanos, C. M. (1984).** *El Maíz. Su cultivo y Aprovechamiento*. España. 384 p.
- Manrique, Ch. A. (1987).** *El Maíz en el Perú*. Banco Agrario. Fondo del Libro. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima. 344 p.
- Misti. (2004).** *Guía de Fertilización con Sulfato de Amonio*. Boletín Técnico. Lima. 4p.
- Ospina, R. J. M. (2015).** *Manual Técnico del Cultivo de Maíz, bajo Buenas Prácticas Agrícolas*. Colombia. 152 p.
- Palacios, F. L. (2012).** *Estudio de densidades de siembra y fuentes de abonamiento nitrogenado individuales y combinadas en el cultivo de maíz amarillo duro (Zea mays L.) híbrido Star, en el valle del Medio Piura*. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Piura. 108 p.
- Palacios, T. M. (2008).** *Estudio de fuentes y dosis de nitrógeno con aplicación foliar a base de fósforo en el cultivo de Maíz amarillo duro (Zea mays L.) híbrido Master*. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Piura. 118 p.
- Roa, G. R. (2000).** *Estudio de fuentes y épocas de aplicación del abonamiento nitrogenado en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.) PM-104*. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Piura. 70 p.
- Reyes, C. P. (1990).** *El Maíz y su cultivo*. 1^a Edición. México. 460 p.
- Ruiz, S. R. (1999).** *Características de algunos fertilizantes nitrogenados para uso en goteo*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigación Regional La Platina. Chile. 2 p.
- Sánchez, C.H. y Nevado, B.M. (1984).** *Informe Anual*. Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima. Perú. 80 p.
- Sánchez, C. H. (1981).** *Mejoramiento de la producción en la Costa Norte - Valle de Motupe*. Lambayeque. P.C.I.M. Lima. 15 p.

- Seminario, J. R. (2002).** *Momentos de aplicación de dos fuentes de nitrógeno en combinaciones porcentuales sobre el maíz amarillo duro (Zea mays L.) PM-104.* Tesis. Universidad Nacional de Piura. Piura. 72 p.
- Strasburger, G. (1986).** *Tratado de Botánica.* 7° Edición. Buenos Aires. Argentina. 742 p.
- Vegas, C. A. (2014).** *Influencia de fuentes nitrogenadas solas y combinadas sobre el rendimiento del maíz Choclo (Zea mays L.).* Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Piura. 2014.
- Woodhouse, W.W. (1980).** La fertilidad del suelo y la fertilización de los forrajes. México. Pp. 427-438.

VIII. Anexos y Apendice

ANEXO 01: Tablas de datos obtenidos en campo para el ANVA y prueba de Duncan.

Tabla 01: Rendimiento de maíz amiláceo (kg./9,60 m²)

BLOQUES	FUENTES DE NITRÓGENO INDIVIDUAL O COMBINADO						TOTAL BLOQUES
	UREA	SO4	NO3	U+SO4	U+NO3	SO4+NO4	
I	4.897	5.364	5.809	6.691	5.698	7.234	35.693
II	6.128	6.984	5.598	6.774	5.956	7.943	39.383
III	5.247	7.573	5.657	6.986	6.690	7.354	39.507
IV	5.906	6.584	5.984	7.365	6.123	7.314	39.276
FUENTES NITRÓGENO	22.178	26.505	23.048	27.816	24.467	29.845	153.859
X	5.545	6.626	5.762	6.954	6.117	7.461	6.411

Tabla 02: Rendimiento de maíz amiláceo (kg./ha)

BLOQUES	FUENTES DE NITRÓGENO INDIVIDUAL O COMBINADO						TOTAL BLOQUES
	UREA	SO4	NO3	U+SO4	U+NO3	SO4+NO4	
I	5,101	5,588	6,051	6,970	5,935	7,535	37,180
II	6,383	7,275	5,831	7,056	6,204	8,274	41,024
III	5,466	7,889	5,893	7,277	6,969	7,660	41,153
IV	6,152	6,858	6,233	7,672	6,378	7,619	40,913
FUENTES NITRÓGENO	23,102	27,609	24,008	28,975	25,486	31,089	160,270
X	5,776	6,902	6,002	7,244	6,372	7,772	6,678

Tabla 03: Longitud de mazorca (cm)

BLOQUES	FUENTES DE NITRÓGENO INDIVIDUAL O COMBINADO						TOTAL BLOQUES
	UREA	SO4	NO3	U+SO4	U+NO3	SO4+NO4	
I	16.62	18.46	17.38	19.56	17.34	22.50	111.86
II	15.98	18.20	19.16	20.83	18.54	24.96	117.67
III	16.64	18.45	16.50	23.13	17.64	22.84	115.20
IV	16.58	18.75	18.89	20.39	18.89	20.85	114.35
FUENTES NITRÓGENO	65.82	73.86	71.93	83.91	72.41	91.15	459.08
X	16.46	18.47	17.98	20.98	18.10	22.79	19.13

Tabla 04: Diámetro de mazorca (cm)

BLOQUES	FUENTES DE NITRÓGENO INDIVIDUAL O COMBINADO						TOTAL BLOQUES
	UREA	SO4	NO3	U+SO4	U+NO3	SO4+NO4	
I	6.83	7.53	6.99	7.54	6.84	7.87	43.60
II	5.89	6.75	6.21	7.76	6.80	7.63	41.04
III	6.86	6.96	7.19	7.57	6.49	7.39	42.46
IV	6.69	7.59	6.88	7.33	6.43	8.51	43.43
FUENTES NITRÓGENO	26.27	28.83	27.27	30.20	26.56	31.40	170.53
X	6.57	7.21	6.82	7.55	6.64	7.85	7.11

Tabla 05: Peso de mazorca (g)

BLOQUES	FUENTES DE NITRÓGENO INDIVIDUAL O COMBINADO						TOTAL BLOQUES
	UREA	SO4	NO3	U+SO4	U+NO3	SO4+NO4	
I	132.87	150.13	143.78	158.45	147.18	154.29	886.70
II	134.75	169.74	151.78	174.45	162.60	180.28	973.60
III	150.19	145.40	143.98	156.40	152.54	168.56	917.07
IV	127.68	146.50	134.97	179.97	132.60	207.42	929.14
FUENTES NITRÓGENO	545.49	611.77	574.51	669.27	594.92	710.55	3706.51
X	136.37	152.94	143.63	167.32	148.73	177.64	115.83

Tabla 06: Peso de grano por mazorca (g)

BLOQUES	FUENTES DE NITRÓGENO INDIVIDUAL O COMBINADO						TOTAL BLOQUES
	UREA	SO4	NO3	U+SO4	U+NO3	SO4+NO4	
I	79.10	91.10	86.65	89.92	89.10	94.00	529.87
II	80.33	104.82	92.25	108.12	99.82	112.20	597.54
III	84.13	87.78	86.79	95.48	92.78	104.00	550.96
IV	75.38	88.55	80.48	111.98	78.82	131.20	566.41
FUENTES NITRÓGENO	318.94	372.25	346.17	405.50	360.52	441.40	2244.78
X	79.74	93.06	86.54	101.38	90.13	110.35	70.15

Tabla 07: Altura de planta (m.)

BLOQUES	FUENTES DE NITRÓGENO INDIVIDUAL O COMBINADO						TOTAL BLOQUE
	UREA	SO4	NO3	U+SO4	U+NO3	SO4+NO4	
I	1.82	1.90	1.87	1.89	1.90	1.90	11.28
II	1.89	1.89	1.85	1.90	1.88	1.84	11.25
III	1.80	1.85	1.87	1.87	1.88	1.91	11.18
IV	1.92	1.85	1.94	1.88	1.90	1.91	11.40
FUENTES NITRÓGENO	7.43	7.49	7.53	7.54	7.56	7.56	45.11
X	1.86	1.87	1.88	1.89	1.89	1.89	1.41

ANEXO 02: Tablas de análisis de varianza de cada una de las variables.

Tabla 01: Análisis de varianza para fuentes de nitrógeno individual y combinado, para rendimiento de maíz amiláceo (kg/9.60 m²)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	1,712	0,571	2,77	N.S.
Fuentes de nitrógeno individual o combinado	5	10,811	2,162	10,48	**
Error Experimental	15	3,094	0,206		
Total	23	15,617			

C.V. = 7,08 %

Tabla 02: Análisis de varianza para fuentes de nitrógeno individual y combinado, para longitud de mazorca (cm)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	2,873	0,958	0,74	N.S.
Fuentes de nitrógeno individual y combinado	5	107,044	21,409	16,54	**
Error Experimental	15	19,527	1,302		
Total	23	129,444			

C.V. = 5,96 %

Tabla 03: Análisis de varianza para fuentes de nitrógeno individual y combinado, para el diámetro de mazorca (cm)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	0,690	0,230	1,79	N.S.
Fuentes de nitrógeno individual y combinado	5	5,405	1,081	8,44	**
Error Experimental	15	1,922	0,128		
Total	23	8,017			

C.V. = 5,04 %

Tabla 04: Análisis de varianza para fuentes de nitrógeno individual y combinado, para el peso de mazorca (g)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	649,713	216,571	1,27	N.S.
Fuentes de nitrógeno individual y combinado	5	4 728,581	945,716	5,54	**
Error Experimental	15	2 561,436	170,762		
Total	23	7 939,730			

C.V. = 11,28 %

Tabla 05: Análisis de varianza para fuentes de nitrógeno individual y combinado, para el peso de grano por mazorca (g)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	405,694	135,231	1,70	N.S.
Fuentes de nitrógeno individual y combinado	5	2 381,448	476,290	5,99	**
Error Experimental	15	1 192,720	79,515		
Total	23	3 979,862			

C.V. = 12,71 %

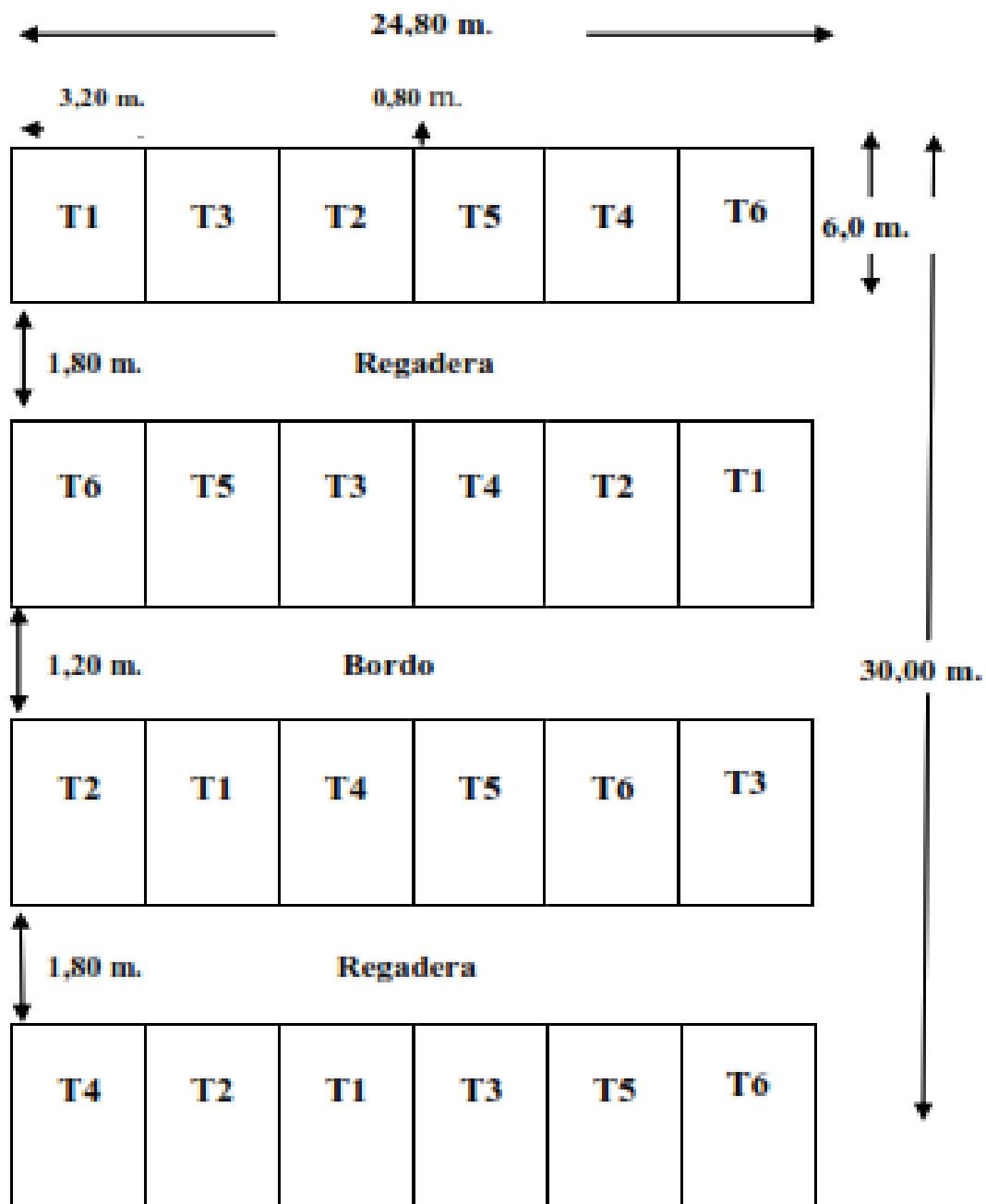
Tabla 06: Análisis de varianza para fuentes de nitrógeno individual y combinado, para altura de planta (m)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	0,004	0,001	1,28	N.S.

Fuentes de nitrógeno individual y combinado	5	0,003	0,001	0,58	N.S.
Error Experimental	15	0,017	0,001		
Total	23	0,024			

C.V. = 2,35 %

Anexo 03: Croquis del Campo Experimental



ANEXO 04: Evidencias Fotográficas De Las Labores De Campo



Figura 01: Preparación del terreno (Gradeo)



Figura 02: Siembralll



Figura 03: Preparación de las mezclas de fertilizantes para la fertilización del cultivo.



Figura 04: Control fitosanitario



Figura 06: Cosecha



Figura 07: Longitud de mazorca (cm)



Figura 08: Diámetro de mazorca (cm)



Figura 09: Peso de mazorca (g)

Foto de peso de granos..... Figura 10



Figura 06: Rendimiento de maíz amiláceo (Grano seco)



Figura 11: Altura de planta (m)

ANEXO 5: Cronograma de Actividades

Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recopilación de información.	x	x																		
Redacción del proyecto de tesis.		x	x																	
Ejecución del proyecto de tesis.			x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Registro de datos.					x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Procesamiento de investigación.													x	x	x	x	x	x	x	x
Análisis de datos.																			x	x
Sustentación del informe final																				x

APENDICE 01:

UBICACIÓN GEODÉSICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

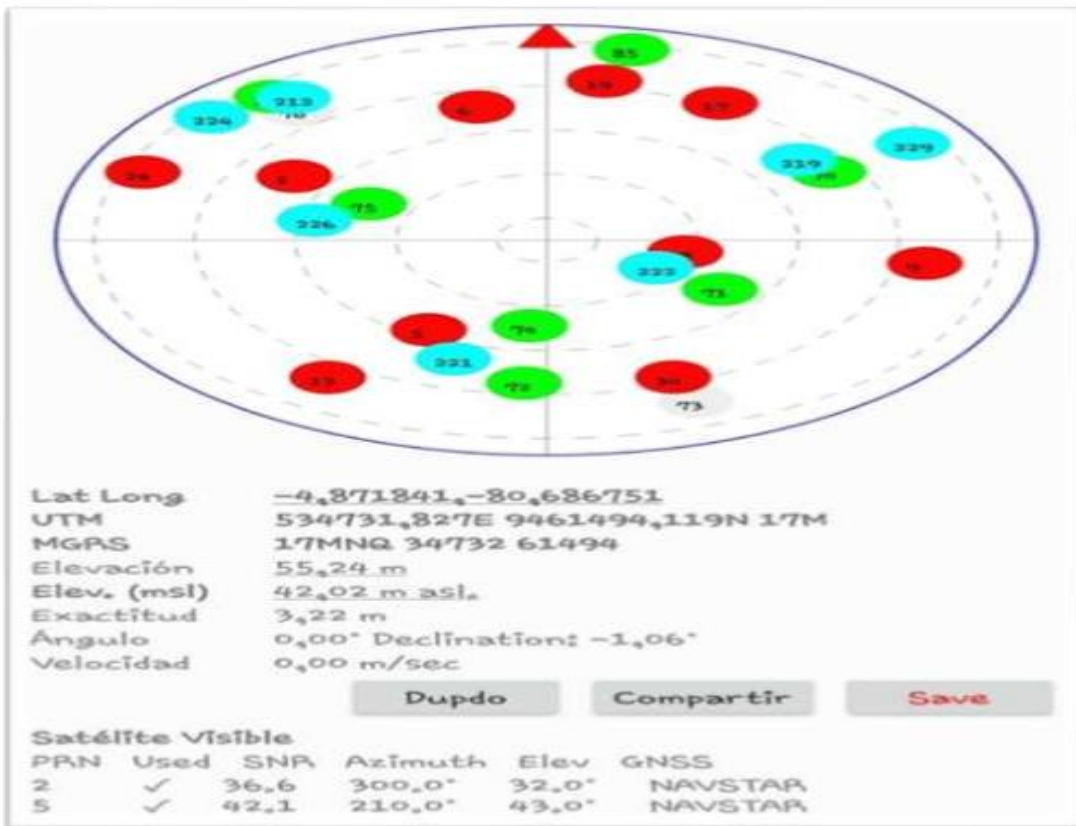


Figura 01. Ubicación geodésica (aplicación)

Figura N° 02 Plano de Ubicación del Predio en Coordenadas UTM



Figura N° 03 Analisis de suelo del Predio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 Departamento Académico de Suelos



ANÁLISIS DE SUELO

SOLICITANTE: DEYBI PAUL SAAVEDRA RUIZ

PROCEDENCIA: SALITRAL - SULLANA

FECHA: 22/05/19

DETERMINACIONES	RESULTADOS
	Lote 01
Conductividad eléctrica ds/m	0.58
pH (1-2-5)	8.03
Calcáreo (CaCO ₃ %)	2.96
Materia orgánica (%)	0.50
Nitrógeno total (%N)	0.03
Fósforo (ppmP)	11
Potasio (ppmK)	171
Textura	Franco Arenoso
% Arena	64
% Limo	24
% Arcilla	12
CiC meq/100g	6.17
Ca ⁺⁺	4.30
Mg ⁺⁺	2.09
K ⁺	0.33
Na ⁺	0.15

* Muestra traída por el usuario.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 DEPARTAMENTO DE SUELOS

 Dr. Narciso Castro Méndez, M.Sc.
 MAG. INGENIERO 4504
 DIRECTOR