



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



“Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays*) amarillo duro, a dos prácticas de labranza, dos fuentes nitrogenadas y dos formas de aplicación del fertilizante Sector Ahuashiyacu - San Martín”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:
WILMAR MURRIETA VELA

TARAPOTO - PERÚ
2006

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADEMICO AGROSILVO PASTORIL
ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS

TESIS

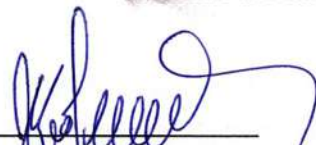


“Respuesta del cultivo de maíz (Zea mays) amarillo duro, a dos practicas de labranza, dos fuentes nitrogenadas y dos formas de aplicación del fertilizante Sector Ahuashiyacu – San Martín”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

WILMAR MURRIETA VELA



Ing. M. Sc. JULIO A. RÍOS RAMÍREZ
PRESIDENTE



Ing. CÉSAR ENRIQUE CHAPPA SANTA MARÍA
MIEMBRO



Ing. M. Sc. ARMANDO D. CUEVA BENAVIDES
MIEMBRO



Ing. SEGUNDO DARIO MALDONADO VÁSQUEZ
ASESOR

AGRADECIMIENTO

- Al Ing. Darío Segundo Maldonado Vásquez, patrocinador de la presente tesis, por su apoyo constante para la realización del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Orlando Ríos Ramírez, por su apoyo en los análisis estadísticos del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Edison Hidalgo Meléndez, coordinador en Maíz de la Estación Experimental “El Porvenir” INIA, por su valioso apoyo en el desarrollo de los análisis e interpretación de los resultados del presente trabajo de investigación.
- A la Obstetriz Yolanda Navarro Barrera, por su valioso apoyo moral constante e incondicional para la culminación de mi carrera profesional.
- Al Ing. Luis Zegarra López, por su apoyo constante en la interpretación de los resultados del presente trabajo de investigación
- A todos los Docentes Adscritos al Departamento Académico de Agrosilvo Pastoral de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNSM-Tarapoto, por su formación profesional recibida.
- A todas aquellas personas que han contribuido directa e indirectamente en la realización del presente trabajo de investigación.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	01
II. OBJETIVOS	03
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	04
3.1. Origen del maíz	04
3.2. Clasificación botánica	04
3.3. Características morfológicas	04
3.4. Fisiología del cultivo de maíz	05
3.5. Clima	05
3.6. Suelo	06
3.7. Necesidad de agua	06
3.8. Efectos de la luz y fotoperíodo	06
3.9. Necesidades nutricionales	07
3.10. Manejo del fertilizante nitrogenado	09
3.11. Función del nitrógeno en las plantas	10
3.12. El nitrógeno en el suelo y en el aire	10
3.13. Eficacia de los fertilizantes nitrogenados	12
3.14. Fuentes de fertilización nitrogenada	12
3.15. La urea como fertilizante nitrogenado	13
3.16. Aplicación del nitrógeno al suelo	14
3.17. Sistemas de labranza	14
3.18. Naturaleza de los suelos ácidos	16
3.19. Evaluación de maíz en suelos ácidos	16
3.20. Marginal 28 tropical	18
3.21. Urea	19
3.22. Sulfato amónico	19
3.23. Experiencias en temas similares	20
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	22
4.1. Materiales	22
4.2. Metodología.	24
4.2.1. Diseño experimental	24

4.2.2. Material en estudio	26
4.2.3. Característica del campo experimental	26
4.3. Ejecución del experimento	27
4.4. Evaluaciones registradas	30
V. RESULTADOS	35
5.1. Días a la Floración Masculina	35
5.2. Días a la Floración Femenina	36
5.3. Altura de Planta	37
5.4. Altura de mazorca	38
5.5. Acame de Raíz	39
5.6. Acame de Tallo	40
5.7. Pudrición de Mazorcas	41
5.8. Número de Hileras y Granos por Mazorca	41
5.9. Rendimiento del Grano Ajustados por Concomitancia	42
5.10. Análisis económico	44
VI. DISCUSIONES	45
6.1. Días a la Floración Masculina	45
6.2. Días a la Floración Femenina	46
6.3. Altura de Planta	46
6.4. Altura de mazorca	47
6.5. Acame de Raíz	48
6.6. Acame de Tallo	49
6.7. Pudrición de Mazorcas	49
6.8. Número de Hileras y Granos por Mazorca	49
6.9. Rendimiento del Grano Ajustados por Concomitancia	50
6.10. Análisis económico	53
VII. CONCLUSIONES	55
VIII. RECOMENDACIONES	58
IX. RESUMEN	59
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXO	

I. INTRODUCCIÓN

En la década del '80 los cambios más importantes en la selva estuvieron dirigidos a incrementar las áreas sembradas con maíz amarillo duro, sin embargo, el incremento en los rendimientos unitarios ha sido menos significativo, debido principalmente a deficiencias en el manejo agronómico, uso de cultivares no adaptados, bajo porcentaje de utilización de fertilizantes y semillas certificadas. Con todos estos inconvenientes el maíz amarillo duro constituye un rubro económico importante del Sector Agrario, la producción no cubre la demanda nacional; teniéndose que importar aproximadamente un millón de toneladas de maíz anuales. **HIDALGO (2001).**

La producción de maíz en el Perú en los últimos 10 años aumentó ya que la demanda de carnes principalmente de aves se ha incrementado. La producción nacional de pollos supera los 24 millones por mes, de la cual en la capital Lima se consume más del 50%. Frente a ello la superficie cosechada en el año 2003 fue de 281,703 Has., lo que significa un aumento del 4% respecto al año anterior y del 62% en relación al año 1990; una producción de 1'098,644 Toneladas superior en 5% al año 2002 y 128% más que en el año 1990, rendimiento promedio anual de 3.9 T/Há., 9 % más que en el año 2002 y 39% más que en 1990. **OIA – MINAG (2004).**

En la Región San Martín el maíz amarillo duro constituye uno de los cultivos de mayor importancia socio-económica, cuyo grano es utilizado en la alimentación humana y en la alimentación animal en forma directa y en la elaboración de alimentos balanceados. Para la producción se utilizan variedades de polinización

libre, siendo el Marginal 28 Tropical la variedad que cubre más del 95% de la superficie cultivada.

En la selva peruana la Región San Martín cuenta con la mayor superficie cultivada y con la mayor productividad, hubo un incremento en la producción del maíz en los últimos años, debido a la creciente demanda de carne de aves con una producción local de 10 millones de toneladas métricas de carne por año. En el 2003, la superficie cosechada fue de 59,164 Has, una producción de 132,416 toneladas, con un rendimiento promedio anual del 2.2 T/Ha. Se espera un desarrollo sostenido de la selva en el nuevo milenio, en consecuencia se requerirá de tecnología apropiada para las condiciones edafoclimáticas de la región y enfrentar las exigencias del mercado, por consiguiente disminuir el porcentaje de importación de maíz en el país. OIA – MINAG (2004).

II. OBJETIVOS

- 2.1. Evaluar el efecto de dos prácticas de labranza, dos fuentes nitrogenadas y dos formas de aplicación del fertilizante.

- 2.2. Determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. ORIGEN DEL MAÍZ

Poehlman (1989), menciona que la planta de maíz es nativa de las Américas. Era la principal planta alimenticia de los indígenas cuando Colón descubrió América, todavía en la actualidad es la cosecha más importante en México, América Central y muchos países de América del Sur (Perú, Ecuador, Bolivia).

3.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

León (1988), reporta la siguiente clasificación botánica.

Reino	:	Vegetal
Clase	:	Monocotiledónea
Orden	:	Colunifloras
Familia	:	Gramineae
Sub familia	:	Panicoideae
Género	:	Zea
Especie	:	Zea mays

3.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

León (1988), afirma que el maíz es una planta con un gran desarrollo vegetativo, muy robusto, de tallo nudoso y macizo, los entrenudos cercanos al suelo son cortos y de ellos nacen raíces aéreas, posee un sistema radicular fasciculado bastante extenso formado por 3 tipos de raíces, lleva

flores masculinos (penachos) y flores femeninas (panoja); la mazorca está revertida por brácteas.

El maíz es una gramínea anual, normalmente con solo un tallo dominante que puede producir, hijos fértiles, hojas alternas a ambos lados del tallo, la floración masculina ocurre de 1 a 2 días antes que la femenina, es de polinización libre cruzada. El grano es un fruto completo (cariópside) con una semilla.

3.4. FISIOLÓGÍA DEL CULTIVO DE MAÍZ

Jungenheimer (1988), dice que es una planta dotada de una amplia respuesta a las oportunidades que ofrece el medio ambiente, esto lo convierte en el cereal más eficaz como productor de grano. Las variedades más productivas se adaptan mejor a climas templados o cálidos, con suficiente humedad desde la siembra hasta el final de la floración.

Gostingar y Paz (1997), afirman que la fenología establece el marco temporal para los fenómenos fisiológicos y la elaboración y rendimiento en grano. El ciclo se mide por el número de días que transcurre desde que nace la planta hasta que alcanza su madurez fisiológica. A partir de ese momento no hay más aumento que de materia seca en el grano aunque si lo hay en el tallo.

3.5. CLIMA

Cómpany (1996), menciona que el maíz puede variar su ciclo vegetativo dependiendo del clima y la variedad, puede desarrollarse dentro de un rango

de 8 a 35 °C, pero el rango óptimo es de 20 a 30 °C. El maíz se adapta a una amplia variedad de climas, pero contando con un adecuado suministro de agua y temperatura entre 28 a 35 °C, el maíz alcanza su velocidad máxima de crecimiento.

3.6. Suelo

Ochse (1991), dice que el maíz tolera suelos ligeros y pesados pero prefiere suelos francos (aluviales), y franco arcillosos, bien drenado con un pH de 5.5 a 7.8, con fertilidad media.

3.7. NECESIDAD DE AGUA

CIMMYT (1994), informa que el maíz es cultivado en Regiones cuya precipitación varia de 300 a 500 mm siendo la cantidad de agua consumida por la planta de maíz durante su ciclo completo entre 600 a 700 mm, la falta de agua asociada a la producción de granos es importante en tres etapas de desarrollo de la planta. Floración, Fecundación y llenado de grano.

3.8. EFECTOS DE LA LUZ Y FOTOPERÍODO

CIMMYT (1994), informa que el maíz es una planta cultivada de más alto nivel de respuesta a los efectos de la luz, la falta o reducción de luz inciden sobre su crecimiento y producción, una disminución de un 90% de la intensidad, luminosa produce la máxima reducción del rendimiento en grano, si se produce en la fase de polinización. El maíz es un cultivo de días cortos, así tenemos que foto periodos entre 11 a 15 horas luz retrasan la floración y maduración del grano. Las variedades de maíz cultivados actualmente

crecen bien entre los límites latitudinales 58° paralelos Norte y 40° paralelo Sur.

3.9. NECESIDADES NUTRICIONALES

Biblioteca de la Agricultura (1998), menciona que las extracciones medias del cultivo de los principales macro elementos N-P-K por tonelada métrica son: 25 Kg. de N, 11 Kg. P_2O_5 y 23 Kg. de K_2O . Por cada 1000 Kg. de producción esperada, se pueden dar, cómo orientativos, las siguientes cantidades de abono: 30 Kg. de N, 15 Kg. de P_2O_5 , 25 Kg. de K_2O . En función de la producción de grano esperado, el agricultor deberá multiplicar estas unidades fertilizantes por el factor correspondiente.

Además, deberá tenerse en cuenta si el precedente cultural fue una leguminosa o bien si hubo un estercolado reciente, lo que supondrá modificar la dosis del abono nitrogenado.

Por lo que se refiere al nitrógeno, cabe decir que éste es absorbido con mayor intensidad por el maíz desde justo antes de la floración hasta 25 ó 30 días después de la misma. Es entonces cuando las necesidades en este macro elemento son máximas.

El período de máxima necesidad de fósforo coincide en la planta con las máximas necesidades de nitrógeno.

Cuando la planta acusa una carencia de potasio en los primeros estadios, las plántulas jóvenes toman tonalidades amarillas o amarillo grisáceo, apareciendo a veces rayas o manchas amarillentas.

Una carencia de magnesio puede detectarse por presentar la planta rayas amarillas a lo largo de las nervaciones y, con frecuencia color púrpura en el envés de las hojas bajas. Las mazorcas también acusan una falta de magnesio.

En terrenos especialmente ácidos, puede ocurrir una deficiencia de boro asimilable.

En el maíz la producción y calidad del grano dependen del abonado en mayor medida, si cabe, que cualquier otro cultivo cerealista. El nitrógeno debe aplicarse unos diez o quince días antes de la floración, lo que garantiza la calidad suficiente de proteínas en el grano y un nivel de producción correcto. Como abonado de fondo, deben aportarse todas las unidades nutritivas de fósforo y potasio y una tercera parte de las de nitrógeno. Posteriormente, se aplicarán en cobertera los dos tercios restantes; uno en el momento del aclareo y otro un mes después.

Celis (1996), manifiesta que los requisitos de nutrición de una hectárea cultivada de maíz, están en función de la planta, sino haya otros factores limitantes como clima, suelo, agua, malezas y fuertes ataques de insectos, la demanda de nutrientes para el rendimiento de 9.5 t/ha, puede estimarse en: 199 Kg. N, 49 Kg. P y 195 Kg. de K.

3.10. MANEJO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO

La urea es un compuesto perteneciente al grupo de las amidas, posee un 46 % de nitrógeno amoniacal, o más exactamente ureico. Según su grado de apelmazamiento, la densidad de la urea es pequeña, del orden de 0,8 g/c.c. Bajo la acción de una diastasa particular (la ureasa, segregadas por ciertas bacterias), la urea se hidroliza en el suelo y pasa al estado de Nitrógeno amoniacal que a su vez se nitrifica (Yuste, 1998).

La temperatura afecta la desnitrificación como la acumulación de amonio. A bajas temperaturas (menos de 15°C), la tasa de desnitrificación es lenta, pero afecta muy rápidamente cuando la temperatura sube de 15 °C a 45°C. La amonificación se refleja en la concentración de NH_4^+ soluble en agua, la cual decrece cuando la temperatura baja de 45°C a 15°C, en esta última se puede observar síntomas de deficiencia de Nitrógeno (CIAT, 1983).

Los problemas del uso de urea son: su higroscopicidad, su rápido descomposición por la enzima ureasa a amonio y dióxido de carbono y el incremento temporal que produce en el pH del suelo. Las pérdidas de nitrógeno de la urea oscilan entre 60-80% (INIPA, 1984).

3.11. FUNCIÓN DEL NITRÓGENO EN LAS PLANTAS

El nitrógeno es esencial para el crecimiento de las plantas, es necesario para la síntesis de la clorofila, los ácidos nucleicos y las proteínas (enzimas y otras). (Comité Soil Improvement, 1998 y Torres, 2001), forma parte de la molécula de clorofila tiene un papel en el proceso de la fotosíntesis. El

nitrógeno es también componente de las vitaminas y sistemas de energía de la planta, aumenta el contenido de proteínas de las plantas en forma directa **(Fundation For Agronomic Research, 1988).**

El nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento de los cultivos. Este macronutriente participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda actividad metabólica de la planta. Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reduce la captación de la radiación fotosintéticamente activa, la deficiencia de nitrógeno se evidencia por clorosis (amarillamiento) de las hojas más viejas. **Commite Soil Improvement (1998).**

Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento y expansión foliar que reduce la captación de la radiación fotosintéticamente activa, la deficiencia de nitrógeno se evidencia por clorosis (amarillamiento) de las hojas más viejas reduciendo el rendimiento **(Torres, 2001).**

3.12. EL NITRÓGENO EN EL SUELO Y EN EL AIRE

El nitrógeno es uno de los nutrientes más importantes para las plantas, pero a la vez uno de los más limitantes en los suelos de Latinoamérica; es fundamental para formar los órganos vegetativos y de reproducción de las plantas, fomenta el crecimiento rápido y aumenta el contenido de proteínas en los granos; sin el nitrógeno no se puede concebir la vida vegetal. En los análisis de suelo se da el contenido de nitrógeno en porcentaje (%) **Lexus (2002).**

La cantidad de nitrógeno en el suelo en forma disponible para las plantas son pequeñas, cantidades muy bajas se encuentran en las rocas y en los minerales de los cuales se forman los suelos. Casi todo el nitrógeno del suelo proviene de la atmósfera, la cual contienen una reserva inagotable de ese nutriente. Aproximadamente el 80 % del aire que respiramos es nitrógeno (N_2), cada hectárea de la superficie de la tierra está recubierta por aproximadamente 84 000 toneladas de (N_2); pero esta forma de nitrógeno es un gas inerte que debe combinarse con otros elementos antes de que las plantas puedan usarlo. El nitrógeno en el suelo está presente en tres formas principales:

3.12.1. Nitrógeno orgánico

Viene a ser parte de la materia orgánica del suelo que no está disponible para las plantas en crecimiento.

3.12.2. Amonio (NH^+)

A menudo fijado en minerales arcillosos del suelo y disponible lentamente para las plantas.

3.12.3. Iones de amonio y nitrato (NO^3) y Componentes Solubles presentes en la solución (Agua) del suelo.

Viene a ser el nitrógeno que las plantas usan nitrógeno inorgánico. **Foundathion For Agronomic Reserarch (1998).**

Por su parte **LEXUS (2002)**, indica que el nitrógeno es uno de los nutrientes más importantes para las plantas, pero a su vez uno de

los más limitantes en los suelos de Latinoamérica; es importante para formar los órganos vegetativos y de reproducción de las plantas fomenta el crecimiento rápido y aumenta el contenido de proteínas en los granos; sin el nitrógeno no se puede concebir la vida vegetal.

3.13. EFICACIA DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS

El empleo de abonos nitrogenados tiene importancia decisiva en el incremento de las cosechas de los cultivos agrícolas en diferentes tipos de suelo. Los abonos nitrogenados no solo elevan la cosecha, si no que mejoran su calidad, aumentando el contenido de proteínas en el grano y en los productos forrajeros. Las gramíneas responden muy bien a la aplicación de fertilizantes nitrogenados ya que estos mejoran el desarrollo de los organismos vegetativos y reproductivos, aumentan la cosecha de grano y el contenido de albúmina. **Yagodin (1998)**.

3.14. FUENTES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

La mayor parte de los fertilizantes nitrogenados provienen de la fijación sintética del nitrógeno atmosférico, utilizando amonio como producto base. La mayoría de los fertilizantes nitrogenados se derivan de NH^+4 . Al respecto se presentan las siguientes fuentes de N de los diferentes abonos nitrogenados existentes.

Cuadro 1: Fuentes de fertilización nitrogenada.

FUENTE	% DE NITRÓGENO
Fuentes Amoniacales	
Amoniaco anhidro	82
Agua amoniacal/ Soluciones de N	21 – 49
Nitrato de Amonio	33.5 – 34.0
Nitrato de Amonio Sulfatado	26
Nitrato de Amonio Encalado	20.5
Sulfato de Amonio	21
Monofosfato de Amonio	11
Difosfato de Amonio	18-21
Cloruro de Amonio	26
Urea	46
Fuentes de Nitrato	
Nitrato de Sodio	16
Nitrato de Potasio	13
Nitrato de Calcio	13.5
Compuestos de Entrega Lenta	
Urea recubierta de Azufre	39
Urea formaldehído	38
Oxamidas	32
Diurea Crotoniledene	28
Diurea Isobutilidene	31

www.agropecstar.com/portal/doctos/agronomia3.htm

3.15. LA UREA COMO FERTILIZANTE NITROGENADO

La urea es su forma original no contiene NH^{+4} sin embargo, la urea se hidroliza rápidamente en el suelo en presencia de la enzima ureasa y produce amonio y bicarbonato. Varios factores influyen en la rapidez con la cual ocurre la hidrólisis, incluyendo la cantidad de enzima presente y la temperatura del suelo, mientras más frío esté el suelo más lento es el proceso.

Durante la hidrólisis los iones bicarbonato reaccionan con la acidez del suelo e incrementa el pH en la proximidad del sitio de reacción de la urea, neutralizando de esta forma parte de la acidez producidas luego mediante la

nitrificación, los iones NH^{+4} son absorbidos por las arcillas y la materia orgánica del suelo eventualmente nitrificado o absorbidos directamente por las plantas. Una vez que la urea se ha convertido en NH^{+4} ésta se comporta como cualquier otro fertilizante nitrogenado siendo una excelente fuente de nitrógeno. www.agropecstar.com/portal/doctos/agronomia3.htm.

3.16. APLICACIÓN DEL NITRÓGENO AL SUELO

Melgar (1999), menciona que la inyección de fuentes nitrogenadas al suelo mejora la efectividad de N en relación a las aplicaciones en cobertura al voleo. Sin embargo los costos de maquinaria y la energía necesaria de la inyección son más altos que los de aplicaciones al voleo por que aumentan los tiempos de aplicación y los equipos son más caros. Para determinar si los mayores costos de maquinarias, trabajo y energía son compensados por un menor costo del fertilizante nitrogenado, es importante evaluar económicamente la aplicación inyectada de fuente de nitrógeno, relativas a la aplicación al voleo para lograr un determinado objetivo de rendimiento en siembra directa.

3.17. SISTEMAS DE LABRANZA

CIMMYT (2001), reporta que la labranza cero es un conjunto de técnicas utilizadas en la agricultura de conservación, con el fin de mejorar y hacer sostenible la producción agrícola mediante la conservación y mejora de los suelos, el agua y los recursos biológicos. Básicamente consiste en mantener una cubierta orgánica permanente o semipermanente del suelo (por ejemplo un cultivo en crecimiento o una capa de rastrojo) para protegerlo del sol, la

lluvia y el viento, y permitir que los microorganismos y la fauna del suelo se ocupen de "arar y mantengan el equilibrio de los elementos nutritivos, procesos naturales que el arado mecánico perjudica. Aparte de la labranza cero, otros elementos importantes de la agricultura de conservación son la siembra directa; así como una rotación de cultivos diversos para evitar enfermedades y plagas.

SAN FERNANDO S.A. (2004), en la zona de San Martín, Buenos Aires, reporta de que los trabajos de labranza mínima, no realiza ningún movimiento de suelo ni quema. Lo realiza bajo una técnica de siembra de una preparación de pre-siembra que consiste en la aplicación de mezcla de herbicidas de: Glifosato + 2, 4, D a razón de 4 l + 0,5 l.

Utilizando para ello un equipo columbia de sembradora de tipo neumática importada de Brasil. Cuyo principio se basa en discos de cortes que permite incorporar el abono y semilla. La siembra mecánica se realiza con una sembradora abonadora neumática de 7 líneas de siembra, en donde la sembradora contiene:

- Un disco de corte de malezas
- Un disco de corte de suelo abono
- Un disco de corte de suelo semilla

Regulada de acuerdo a la distancia deseada entre línea de siembra. En cuanto a la densidad de siembra se realiza de 0,70 m entre líneas y 4,5 semillas por metro lineal, con una población de 64,285 plantas/Ha.

La fertilización se realiza en tres partes fraccionados de abono NPK 140-60-90, incorporado con una máquina abonadora utilizando para ello semilla de

híbrido XB-8010 con el fin de poder obtener un rendimiento promedio de 6 TM/Ha.

J. Celis (2005), "Comunicación Personal", menciona que la fertilización adecuada en forma fraccionada, va considerar una mejor respuesta en el rendimiento, cuando se realiza:

- Al momento de la siembra el 20% Nitrógeno, 50% Fósforo y 100% Potasio.
- La segunda fertilización a los 18 días después de la siembra incorporando con abonadora mecánica de 30% Nitrógeno y 50% Fósforo.
- La tercera fertilización a los 30 días después de la siembra incorporando el 50% Nitrógeno.

NATURALEZA DE LOS SUELOS ÁCIDOS

BORNEMISZA (1 965); COLEMAN Y THOMAS (1 967), afirman que la acidez del suelo deriva de diferentes fuentes que seden protones, según la Teoría de Bronste, como los grupos ácidos de los minerales de arcilla y de materia orgánica y los ácidos solubles. Aunque los suelos presentan las características de evitar la variación de su pH, conocida como su capacidad tampón, ésta se realiza por una constante lixiviación de las bases e incremento del A^{+++} y Mn^{++} del complejo de cambio.

EVALUACIÓN DE MAÍZ EN SUELOS ÁCIDOS

PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN MAÍZ Y ARROZ (1 998), en la Estación Experimental "San Roque" – Iquitos, se evaluó 22

líneas y un testigo, tolerantes a suelos ácidos, el rendimiento promedio de las líneas en estudio osciló entre 1.0 y 1.8 Tm/Há., siendo la media del rendimiento de 0.76 Tm/Há. Y solamente 10 líneas fueron capaces de rendir por encima de la media general. Asimismo, solo 8 líneas superaron al testigo Sikuni que rindió 1.1 Tm/Há., los rendimientos más altos correspondieron a: PM96A7-22 y PM97A7-147 con medias de 1.8 Tm/Há., superando a la línea testigo hasta en 100%. Los días a la floración femenina fluctuaron de 50 a 58 días, con una media de 54 días. También se observó una altura de planta y de mazorca en por medio de 105 y 36 cm., respectivamente.

PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN MAÍZ Y ARROZ (1 995),

se evaluaron en la Estación Experimental de Pucallpa, 10 cultivares tolerantes a suelos ácidos frente a tres testigos en un diseño B.C.R. con 4 repeticiones. No se encontró diferencias entre los tratamientos estudiados, sin embargo el ciclo 5 de la variedad CIMCALI 93 rindió 23% más que el testigo el M28T y 63% más que la variedad Tuxpeño Sequía C8, el rendimiento promedio fue 1.8 Tm/Há., la floración osciló entre 62 y 68 días para los cultivares CIMCALI 93, los testigos M28T florearón a los 71 días. La menor altura de planta fue para Tuxpeño Sequía C8 (1.0 m). La mayor altura para la variedad local (1.56 m.); M28T midió 1.25 m. y los cultivares tolerantes a suelos ácidos 1.20 m.

PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN MAÍZ Y ARROZ (1 997),

en la Estación Agropecuaria "El Porvenir" (Calzada) durante la campaña de 1997; instaló 4 parcelas de comprobación en campo de agricultores en

suelos que presentan una saturación de aluminio mayor de 80% y con pH bajo 3.1 - 4.5, suelos que presentan baja fertilidad. Se probó la variedad Sikuari con dos dosis de fertilizantes 150 kg/Há. de urea por 100 kg/Há. de superfosfato triple de calcio y la de 100 kg/Há de urea.

No hubo diferencias significativas estadísticamente en los tratamientos, el que obtuvo mayor rendimiento fue el de 100 kg de urea del sector Pajonal con 2.82 Tm/Há. Recomendándose la variedad Sikuari como tolerante a suelos ácidos.

SÁNCHEZ Y SALINAS (1 976), señalan que la acidificación de los suelos se incrementan notablemente como consecuencia de factores como: erosión y lixiviación, extracción de nutrientes en sistemas de cultivo intensivo, efecto residual ácido de fertilizantes nitrogenadas amoniacales, así como la aplicación de sales sulfatadas y nítricas a través de la disociación que producen ácidos (ácido nítrico y sulfúrico).

3.20. MARGINAL 28 TROPICAL

PNIMA (1 984), informa que fue formado basándose en maíces cristalinos dentados del Caribe y otras regiones bajas del mundo, proviniendo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y que fue introducido al trópico por el Programa Nacional de Maíz del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, siendo sus principales características las siguientes: la floración se estima entre 50 a 60 días del periodo vegetativo que es de 110 a 120 días, con una altura de 230 cm., puede producir más de

una mazorca por planta, grano de calor amarillo rojizo, tiene una densidad de 50,000 plantas/Há. con distanciamiento de 0.80 m. por 0.50 m. con un potencial de rendimiento de 8,000 kg./Ha.

3.21. UREA

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL (1 985), el empleo de la urea como fertilizante tardó al principio en imponerse, en parte porque los procesos iniciales eran lentos y costosos, y en parte porque se abrigaban dudas acerca de su idoneidad agrícola. En Europa, la urea viene siendo considerada como fertilizante de difusión retardada, ya que tiene que sufrir dos transformaciones en el suelo antes de que puedan asimilarla la mayoría de las plantas. La primera transformación es la hidrólisis y la segunda transformación es la nitrificación, en la cual el amoníaco se oxida en el suelo por acción de las bacterias nitrificantes.

3.22. SULFATO AMÓNICO

El sulfato amónico tiene una riqueza en nitrógeno del 21 por 100. Aporta una importante cantidad de azufre (23,5 %), factor de gran interés dado el progresivo empobrecimiento del suelo en este elemento, debido a la escasez de estiércol y al empleo de superfosfatos de alta graduación de altos compuestos. Por este motivo este fertilizante es muy adecuado para aquellos cultivos que requieren azufre: patata, remolacha, zanahoria, coles, etc.

A pesar de su gran solubilidad en el agua no se pierde por lixiviación ya que el ión amonio (NH_4^+) es adsorbido por el complejo coloidal del suelo.

Únicamente puede haber pérdidas por lixiviación en suelos muy sueltos con poca capacidad de cambio. Para favorecer la absorción conviene enterrarlo mediante una labor superficial.

Debido al ión sulfato (SO_4^{2-}), este fertilizante tiende a acidificar el suelo, por lo que resulta adecuado para aquellos cultivos que requieren un medio ácido y, también, en suelos salinos y cuando acidificar el suelo.

El sulfato amónico inmoviliza al calcio del suelo, por lo que se producen pérdidas de calcio por lavado. Por este motivo cuando se fertiliza reiteradamente con este abono se precisa hacer enmiendas calizas en aquellos suelos que no tienen reservas importantes de este elemento.

El sulfato amónico, como cualquier otro fertilizante amoniacal en un medio básico (como son los terrenos calizos) produce amoníaco que puede perderse parcialmente en la atmósfera por volatilización, por cuyo motivo conviene enterrarlo mediante una labor de arado. Por la misma causa el sulfato amónico no debe mezclarse con otros fertilizantes que tengan calcio activo (nitrato cálcico, cianamida cálcica, escorias y fosfato bi-cálcico).

Fuentes Y., J. L. (1989).

3.23. EXPERIENCIAS EN TEMAS SIMILARES

MARCANO, F. Y CHEP, C. (1996), en un estudio realizado en Venezuela en donde se evaluó la "respuesta al cultivo de maíz a tres prácticas de labranza, dos fuentes de nitrógeno y tres formas de aplicación de nitrógeno". Con respecto a la altura de planta se reporta que existió una mayor respuesta del nitrógeno cuando esta se aplicó en forma fraccionada y enterrado; por otro lado el mismo autor manifiesta que cuando el suelo es

arado existe una mayor profundidad de preparación, promueve la infiltración de agua de lluvia la aireación del suelo y un desarrollo abundante de las raíces; esto favorece un uso más eficiente del nitrógeno cuando este se aplica en forma fraccionada, ya que estos suelos por tener baja CIC y contenido de materia orgánica, las pérdidas de nitrógeno tiende a incrementarse al aplicarse superficialmente.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. MATERIALES

4.1.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los meses de Julio a Noviembre del 2004, en los campos del Fundo Miraflores propiedad de la UNSM - T; ubicado a 3,5 Km de la ciudad de Tarapoto, en el sector Ahuashiyacu, distrito de la Banda de Shilcayo.

a. Ubicación Política

Distrito	:	Banda de Shilcayo
Provincia	:	San Martín
Región	:	San Martín
Lugar	:	Fundo Miraflores- UNSM-T.

b. Ubicación Geográfica

Latitud Sur	:	06° 00' 28"
Latitud Oeste	:	76° 00' 18"
Altitud	:	315 m.s.n.m

4.1.2 Historia del campo experimental

El campo donde se desarrolló el experimento anteriormente estuvo sembrado con pastos *Brachiaría decumbes* y yaragua (H. Rufa) con una antigüedad de 10 años invadido de malezas y no había recibido fertilización.

4.1.3 Vías de acceso

La principal vía de acceso para llegar al campo experimental es la carretera Fernando Belaunde Terry Km 3.5 Tarapoto Juanjui, desviándose al margen izquierdo sector Ahuashiyacu Fundo Miraflores.

4.1.4 Características edafoclimáticas del área experimental

a. Ecología

HOLDRIDGE (1975) De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge la zona en mención pertenece a un bosque seco tropical (BS/T). El Régimen Térmico presenta una media anual de 26.0°C, durante el período de cultivo se tuvo al mes de julio como el mas frío con 24.0 °C y noviembre con el mes más cálido con 26.2 °C la pluviosidad total durante el experimento fue de 505.1 mm; con mayor precipitación ocurrida en los meses de agosto y noviembre con 116.8 y 120.9 mm. Respectivamente.

Cuadro 01: Parámetros climáticos registrados durante el experimento.

Meses	Temperat. Máxima	Temperat. Media	Temperat. Mínima	Humedad Relativa %	Radiación Solar w/km ²	pp (mm)
	°C					
Julio	32.60	24.00	18.10	81.28	171.36	94.20
Agosto	34.40	24.20	17.20	78.54	186.67	116.80
septiembre	34.20	24.30	16.50	79.69	181.49	89.40
Octubre	35.60	25.90	19.70	76.97	215.35	83.80
Noviembre	34.60	26.20	21.10	76.62	215.06	120.90
Total	171.40	124.60	92.60	393.10	969.93	505.10
Promedio	34.28	24.92	18.52	78.62	193.986	101.02

Fuente: Estación Meteorológica del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) Ahuashiyacu

b. Edáficas

FAO (1971), reporta que el área donde se desarrolló el experimento (fundo Miraflores); sector Ahuashiyacu de la Universidad Nacional de San Martín, pertenece a la serie Tarapoto Amarillo (TA), y al orden Inceptisol, esta ubicada en la formación fisiográfica de tierras medias, suelos de origen residual, desarrollados sobre areniscas, ligeramente inclinadas (13 – 25%) de textura moderadamente fina, ácidos a muy fuertemente ácidos; aptos para cultivos específicos. Según su capacidad de uso pertenecen a la clase IV (cultivos en limpio).

4.1.5 Instalación del experimento:

El trabajo de investigación se ejecutó en 5 meses (julio a diciembre 2004), de acuerdo a lo estimado en el cronograma de actividades y se instaló en el terreno destinado a la investigación del experimento.

4.2. METODOLOGÍA.**4.2.1. Diseño Experimental**

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar con Arreglo factorial de 2x2x2 (dos fuentes de nitrógeno, dos formas de aplicación y dos prácticas de labranza). Con tres repeticiones

Cuadro N° 02: Factores en estudio

Denominación		clave
A= Practicas de labranza	Arado y rastra	A ₀
	Tradicional	A ₁
B= Fuentes nitrogenadas (*)	Urea	B ₀
	Sulfato de amonio	B ₁
C= Formas de aplicación	Enterrada	C ₀
	Superficial	C ₁

* = Dosis de 120 Kg/ha N

Cuadro N° 03: Combinaciones o Tratamientos

Clave	Combinaciones	Descripción
T ₁	A ₀ B ₀ C ₀	Arado y rastra, urea y enterrada
T ₂	A ₀ B ₀ C ₁	Arado y rastra, urea y superficial
T ₃	A ₀ B ₁ C ₀	Arado y rastra, sulfato de amonio y enterrado
T ₄	A ₀ B ₁ C ₁	Arado y rastra, sulfato de amonio y superficial
T ₅	A ₁ B ₀ C ₀	Tradicional, urea y enterrado
T ₆	A ₁ B ₀ C ₁	Tradicional, urea y superficial
T ₇	A ₁ B ₁ C ₀	Tradicional, sulfato de amonio y enterrado
T ₈	A ₁ B ₁ C ₁	Tradicional, sulfato de amonio y superficial.

Cuadro 04: Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variabilidad	G. L.
Bloques (r -1)	2
A (p-1)	1
B (q-1)	1
C (h-1)	1
AB (p-1) (q-1)	1
AC (p-1) (h-1)	1
BC (q-1) (h-1)	1
ABC (p-1) (q-1) (h-1)	1
Error	14
Total p.q.h.r - 1	23

4.2.2. Material en Estudio

- Maíz marginal 28T
- Fuentes Nitrogenadas: Urea y Sulfato de Amonio.

4.2.3. Característica del campo experimental

Área

Largo	:	25.60 m
Ancho	:	16.00 m
Área total	:	409.60 m ²
Área neta del experimento	:	307.20 m ²

Bloque

Número de bloques	:	3
Largo	:	25.60 m
Ancho	:	4 m
Área de bloques	:	102.40 m ²
Número parcelas por bloque	:	8
Distancia entre bloques	:	1 m

Parcela

Largo	:	4 m
Ancho	:	3.2 m
Área por parcela	:	12.8 m ²
Número total de parcelas	:	24
Distancia entre hileras	:	0.8 m
Distancia entre golpes	:	0.5 m
Área neta a evaluar	:	6.4 m ²

4.3. EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

4.3.1. Muestreo del Suelo

Para el análisis de suelo se tomó una muestra por tratamiento a una profundidad de 20 cm, luego se mezclaron para constituir una sola muestra de medio kilogramo de peso.

Esto se llevó al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM, para el análisis físico y químico; cuyo resultado se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 05: Análisis físico químico del suelo Fundo Miraflores – Universidad Nacional de San Martín.

Características	Resultados	Interpretac.	Método
Arena	64.6 %		
Arcilla	14.2 %		
Limo	21.2 %		
Clase Textural		Fr. Arenosa	Hidrómetro
Densidad aparente	1,5 g/cc		
Conductividad eléctrica	0.23 mmhos	Bajo	Conductímetro
Reacción del Suelo (pH)	4.83	Muy Ácido	Potenciómetro
Materia Orgánica	2.38 %	Medio	Walkley Black
Fósforo	3.0 ppm	Bajo	Ac. Ascórbico
Potasio	0,17 meq	Medio	Tetra Borato
Ca + Mg Interc.	2.0 meq	Bajo	Titulación EDTA
Nitrógeno	0,11 %	Medio	Cálculos
Aluminio cambiabile	6.0 meq	Alto	Titul. Hna
% saturación de Al	73 %		

Fuente: Laboratorio de suelos de la UNSM-T.

4.3.2. Preparación del terreno definitivo

La preparación del terreno consistió en limpiar todo el área, para luego hacer una labranza de arado y rastra hasta quedar bien mullido, se mecanizó el área que correspondió a los tratamientos con labranza y los demás tratamientos en forma tradicional.

4.3.3. Trazado del campo experimental

Para el trazado y marcado del campo experimental, bloques y parcelas se empleó rafia, estacas y wincha, de acuerdo al diseño experimental planteado.

4.3.4. Siembra

Se sembró el 16 de Julio del 2004, se realizó en forma manual con la ayuda de un takarpo colocando 03 semillas por golpe, a una profundidad aproximada de 3 cm, con distanciamiento de 0.80 m. entre hileras y 0.50 m. entre plantas.

4.3.5. Resiembra

Esta labor se realizó a los 8 días después de la siembra, el día 24-07-04, donde no emergieron las semillas.

4.3.6. Labores Culturales

a) Desahije

El desahije se realizó el día 07-08-04, cuando las plantas alcanzaron una altura de 20 cm aproximadamente, se procedió a eliminar una planta por golpe para todos los tratamientos.

b) Aporque

Esta labor se realizó a los 29 días después de la siembra, con la finalidad de favorecer la emisión de raíces, al mismo tiempo darle resistencia contra el viento y el agua de lluvia.

c) Fertilización

Se fertilizó sólo con nitrógeno empleando una dosis de 120 Kg de N/ha, teniendo como fuente a Urea a 300 g/parcela y Sulfato de amonio 658 g/parcela. La primera fertilización se hizo al momento de la siembra (50 %) y la segunda a los 55 días a la floración.

Las formas de aplicaciones fueron dos: superficial, consistió en esparcir el fertilizante a la altura de la base de la planta en forma de voleo superficial; enterrada, se aplicó el fertilizante aproximadamente a 5 cm de la superficie del suelo y aun distanciamiento de 10 cm aproximadamente del tallo de la planta.

d) Control de malezas

El control de malezas se realizó en forma manual después de la siembra, a los 29 y 50 días respectivamente.

e) Control fitosanitario

Durante el ciclo del cultivo se presentaron las siguientes plagas:

Plagas

- Cogollero (*spodoptera frugiperda*).
- Cañero (*diatraea saccharalis*)
- Mazorquero (*heliothis zea*), se presentó en poca escala.

Entre Cogollero y Cañero, hubo buena incidencia de plagas. Su control se hizo a base de un producto químico: Alphacypermetrina (FASTAC), las aplicaciones se realizaron a los 25 y 38 días después de la siembra a la dosis de 10 ml/10 lt, debido a la alta incidencia de ellos.

Enfermedades

En cuanto a enfermedades no se observaron en el cultivo enfermedades por carencia nutricional.

f) Riegos

Se realizó las veces que fue necesario tratando de dar el requerimiento hídrico requerido por el cultivo, así se tendrá en cuenta las etapas de crecimiento y desarrollo de la planta.

g) Cosecha y desgrane

La cosecha se realizó a los 130 días después de la siembra, cuando el total de los tratamientos alcanzaron madurez fisiológica (madurez de cosecha), procediéndose manualmente dentro de los surcos centrales de las parcelas experimentales.

4.4. EVALUACIONES REGISTRADAS

Las evaluaciones registradas fueron realizadas en el área neta experimental en todos los parámetros:



4.4.1. Porcentaje de emergencia

Se evaluó las plantas emergidas por cada parcela, determinando así por regla de tres simple el porcentaje de emergencia para cada una de las parcelas.

4.4.2. Días a la floración masculina

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual el 50 % de plantas de cada parcela experimental mostraron el polen en la panoja.

4.4.3. Días a la floración femenina

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual el 50 % de plantas de cada parcela experimental mostraron sus estigmas.

4.4.4. Altura de planta

Se seleccionó 10 plantas al azar del área neta experimental de cada tratamiento y se procedió a medir la altura de cada planta en cm, desde la base del tallo hasta el nudo donde comienza la hoja bandera, esto con la ayuda de una wincha.

4.4.5. Altura a la mazorca

Siempre en las mismas 10 plantas seleccionadas al azar, se procedió a medir la altura de la mazorca en cm, desde la base del tallo hasta el nudo donde comienza la mazorca más alta, con la ayuda de una wincha.

4.4.6. Acame de raíz

Se registraron el número de plantas con acame de raíz dentro de cada parcela experimental antes de la cosecha, contando las plantas que tenían una inclinación aproximadamente de 30 a 45°, a partir de la perpendicular en la base de la planta donde se inicia la raíz.

4.4.7. Acame de tallo

Esta característica se evaluó contando las plantas de cada parcela experimental, con tallos rotos debajo de la mazorca de cada planta.

4.4.8. Número de plantas cosechadas

Días antes de la cosecha se registró el número total de plantas existentes en las hileras centrales de cada parcela experimental, sin considerar las plantas que no tenían ninguna mazorca.

4.4.9. Número de mazorcas cosechadas

Se consideró el número total de mazorcas cosechadas de cada parcela experimental, incluyendo mazorcas podridas y pequeñas.

4.4.10. Número de mazorcas por planta

Esta labor se realizó contando las plantas que tenían dos a más de una mazorca al momento de la cosecha.

4.4.11. Peso de mazorca

El peso de mazorca se realizó en campo, se tomó dos filas centrales de cada tratamiento, y se pesó con la ayuda de una balanza tipo reloj.

4.4.12. Número de hileras por mazorca

Se tomaron 10 mazorcas al azar de cada parcela experimental y se hizo el conteo de hileras por mazorca.

4.4.13. Número de granos por hilera

En las mismas 10 mazorcas seleccionadas al azar en el anterior parámetro se procedió al conteo de número de granos por hilera de cada mazorca de las parcelas experimentales.

4.4.14. Porcentaje de humedad

De las mazorcas cosechadas de las dos filas centrales de cada tratamiento, se desgranó y se mezcló el grano obtenido y luego se determinó el porcentaje de humedad con un determinador portátil al momento de la cosecha.

4.4.15. Rendimiento por parcela y por hectárea

Para determinar el rendimiento en grano se hizo el análisis de variancia al 14 % de humedad, en base al peso de mazorca al momento de la cosecha, la fórmula para el cálculo de rendimiento fue la siguiente:

$$\text{Rdto Kg/ha} = \frac{\text{Peso Campo}}{\text{Área Cosecha}} \times 10 \times Fc \times Fc \text{ Fallas} \times 0,8\%$$

Donde:

$$10 = \frac{10000 \text{ m}^2}{1000 \text{ Kg}}$$

$$F_c = \frac{(100 - \text{Humedad de Campo})}{(100 - \text{Humedad comercial})}$$

$$F_c \text{ Falla} = (\text{N}^\circ \text{ de golpes} - (0,3 \times \text{fallas})) / (\text{N}^\circ \text{ golpes} - \text{fallas})$$

$$0.8 = \% \text{ de desgrane}$$

4.4.16. Análisis económico

Para determinar el análisis económico de los tratamientos se elaboró el costo total de producción de cada tratamiento en estudio expresado en nuevos soles por hectárea, de esta forma se determinó la relación.

V. RESULTADOS

5.1. Días a la Floración Masculina

Cuadro 06: Análisis de varianza para días a floración masculina.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Significancia 0.05
Bloques	2	0.750	0.375	0.1489	N. S.
A = Labranza	1	3.375	3.375	1.3403	N. S.
B = Fuente de Nitrógeno	1	9.375	9.375	3.7232	N. S.
C = Forma de Aplicación	1	0.375	0.375	0.1489	N. S.
AB	1	0.375	0.375	0.1489	N. S.
AC	1	3.375	3.375	1.3403	N. S.
BC	1	0.375	0.375	0.1489	N. S.
ABC	1	0.375	0.375	0.1489	N. S.
Error	14	35.250	2.518		N. S.
Total	23	53.625			

C. V. = 2.42% $s_{\bar{x}} = 0.5610$ $\bar{X} = 65.625$ $R^2 = 34.27 \%$

Cuadro 07: Prueba de Duncan de promedio de días a floración masculina.

Tratamientos	Clave	Promedio de días a Floración masculina.	Significancia 0.05 *
T ₆	A ₁ B ₀ C ₁	67.00	a
T ₁	A ₀ B ₀ C ₀	66.00	a
T ₅	A ₁ B ₀ C ₀	66.00	a
T ₈	A ₁ B ₁ C ₁	66.00	a
T ₂	A ₀ B ₀ C ₁	66.00	a
T ₃	A ₀ B ₁ C ₀	65.00	a
T ₇	A ₁ B ₁ C ₀	65.00	a
T ₄	A ₀ B ₁ C ₁	64.00	a

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.2. Días a la Floración Femenina

Cuadro 08: Análisis de varianza para días a floración femenina.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Significancia 0.05
Bloques	2	1.333	0.667	0.1490	N. S.
A = Labranza	1	6.000	6.000	1.3405	N. S.
B = Fuente de Nitrógeno	71	16.667	16.667	3.7236	N. S.
C = Forma de Aplicación	1	0.667	0.667	0.1490	N. S.
AB	1	0.667	0.667	0.1490	N. S.
AC	1	0.667	0.667	0.1490	N. S.
BC	1	6.000	6.000	1.3405	N. S.
ABC	1	0.667	0.667	0.1490	N. S.
Error	14	62.667	4.476		N. S.
Total	23	95.333			

C. V. = 3.06% $S_{\bar{x}} = 0.7480$ $\bar{X} = 69.167$ $R^2 = 34.27 \%$

Cuadro N° 09: Prueba de Duncan de promedio de días a floración femenina.

Tratamientos	Clave	Promedio de días a Floración femenina.	Significancia 0.05
T ₆	A ₁ B ₀ C ₁	71.00	a
T ₁	A ₀ B ₀ C ₀	69.67	a
T ₅	A ₁ B ₀ C ₀	69.67	a
T ₈	A ₁ B ₁ C ₁	69.67	a
T ₂	A ₀ B ₀ C ₁	69.67	a
T ₃	A ₀ B ₁ C ₀	68.33	a
T ₇	A ₁ B ₁ C ₀	68.33	a
T ₄	A ₀ B ₁ C ₁	67.00	a

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.3. Altura de Planta

Cuadro 10: Análisis de varianza para altura de planta en cm.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Significancia 0.05
Bloques	2	475.000	237.500	0.4711	N. S.
A = Labranza	1	1066.667	1066.667	2.1157	N. S.
B = Fuente de Nitrógeno	1	600.000	600.000	1.1901	N. S.
C = Forma de Aplicación	1	1066.667	1066.667	2.1157	N.S.
AB	1	150.000	150.000	0.2975	N. S.
AC	1	816.667	816.667	1.6198	N. S.
BC	1	1350.000	1350.000	2.6777	N. S.
ABC	1	1066.667	1066.667	2.1157	N. S.
Error	14	7058.333	504.167		N. S.
Total	23	13650.000			

C. V. = 11.37% $S_{\bar{x}} = 7.9386$ $\bar{X} = 197.50$ $R^2 = 48.29 \%$

Cuadro 11: Prueba de Duncan para la altura de planta.

Tratamientos	Clave	Promedio de altura de Planta (cm).	Significancia 0.05 *
T ₄	A ₀ B ₁ C ₁	220.00	a
T ₁	A ₀ B ₀ C ₀	216.70	a
T ₇	A ₁ B ₁ C ₀	210.00	a b
T ₅	A ₁ B ₀ C ₀	196.70	a b
T ₃	A ₀ B ₁ C ₀	193.30	a b
T ₂	A ₀ B ₀ C ₁	186.70	a b
T ₈	A ₁ B ₁ C ₁	186.70	a b
T ₆	A ₁ B ₀ C ₁	170.00	b

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.4. Altura de mazorca

Cuadro 12: Análisis de varianza para la altura de mazorca.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Significancia 0.05
Bloques	2	525.000	262.500	1.018	N. S.
A = Labranza	1	600.000	600.000	2.328	N. S.
B = Fuente de Nitrógeno	1	16.667	16.667	0.065	N. S.
C = Forma de Aplicación	1	600.000	600.000	2.328	N. S.
AB	1	150.000	150.000	0.582	N. S.
AC	1	266.667	266.667	1.035	N. S.
BC	1	816.667	816.667	3.169	N. S.
ABC	1	416.667	416.667	1.617	N. S.
Error	14	3608.333	257.738		N. S.
Total	23	7000.000			

C. V. = 16.90% $S_{\bar{x}} = 5.6760$ $\bar{X} = 95.0$ $R^2 = 48.45 \%$

Cuadro 13: Prueba de Duncan para la altura de mazorca

Tratamientos	Clave	Promedio de Altura de Mazorca.	Significancia 0.05 *
T ₁	A ₀ B ₀ C ₀	113.3	a
T ₄	A ₀ B ₁ C ₁	106.7	a
T ₇	A ₁ B ₁ C ₀	100.0	a b
T ₅	A ₁ B ₀ C ₀	96.6	a b
T ₂	A ₀ B ₀ C ₁	90.0	a b
T ₃	A ₀ B ₁ C ₀	90.0	a b
T ₈	A ₁ B ₁ C ₁	86.6	a b
T ₆	A ₁ B ₀ C ₁	76.6	b

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.5. Acame de Raíz

Cuadro 14: Análisis de varianza para el acame de raíz.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Significancia 0.05
Bloques	2	0.1600083	0.0800	0.1371	N. S.
A = Labranza	1	0.0035042	0.0035	0.0059	N. S.
B = Fuente de Nitrógeno	1	0.0950042	0.0950	0.1628	N. S.
C = Forma de Aplicación	1	2.2632042	2.2632	3.8786	N. S.
AB	1	0.0672042	0.0672	0.1152	N. S.
AC	1	0.0495042	0.0495	0.0848	N. S.
BC	1	0.0782042	0.0782	0.1340	N. S.
ABC	1	0.2752042	0.2752	0.4116	N. S.
Error	14	8.1698583	0.5835		N. S.
Total	23	11.1616960			

C. V. = 32.84% $s_{\bar{x}} = 0.3903$ $\bar{X} = 3.83$ $R^2 = 25.37 \%$

Cuadro 15: Prueba de Duncan para el acame de raíz.

Tratamientos	Clave	Promedio de Acame de Raíz.	Significancia 0.05 *
T ₇	A ₁ B ₁ C ₀	5.81	a
T ₅	A ₁ B ₀ C ₀	5.32	a
T ₁	A ₀ B ₀ C ₀	5.28	a
T ₃	A ₀ B ₁ C ₀	4.69	a
T ₆	A ₁ B ₀ C ₁	3.57	a
T ₄	A ₀ B ₁ C ₁	2.85	a
T ₂	A ₀ B ₀ C ₁	2.55	a
T ₈	A ₁ B ₁ C ₁	1.49	a

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.6. Acame de Tallo

Cuadro 16: Análisis de varianza para el acame de tallo.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Significancia 0.05
Bloques	2	2.34386	1.17193	5.99	*
A = Labranza	1	0.43470	0.43470	2.22	N. S.
B = Fuente de Nitrógeno	1	0.03300	0.03300	0.17	N. S.
C = Forma de Aplicación	1	0.63050	0.63050	3.23	N. S.
AB	1	0.32900	0.32900	1.68	N. S.
AC	1	0.16170	0.16170	0.83	N. S.
BC	1	0.05704	0.05704	0.29	N. S.
ABC	1	0.00510	0.00510	0.03	N. S.
Error	14	2.73690	0.19549		N. S.
Total	23	6.73180			

C. V. = 23.89 $S_{\bar{x}} = 0.207$ $\bar{X} = 4.56$ $R^2 = 59.34 \%$

Cuadro 17: Prueba de Duncan para el acame de Tallo.

Tratamientos	Clave	Promedio de Acame de Tallo.	Significancia 0.05 *
T ₇	A ₁ B ₁ C ₀	7.16	a
T ₅	A ₁ B ₀ C ₀	5.85	a
T ₁	A ₀ B ₀ C ₀	4.99	a
T ₈	A ₁ B ₁ C ₁	4.94	a
T ₂	A ₀ B ₀ C ₁	3.67	a
T ₃	A ₀ B ₁ C ₀	3.67	a
T ₄	A ₀ B ₁ C ₁	3.52	a
T ₆	A ₁ B ₀ C ₁	3.24	a

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.7. Pudrición de Mazorcas

Cuadro N° 18: Número y porcentaje de mazorcas podridas.

Tratamientos	Clave	Número de mazorcas Podridas	% de Pudrición
T ₁	A ₀ B ₀ C ₀	4.0	4.6
T ₂	A ₀ B ₀ C ₁	8.0	10.0
T ₃	A ₀ B ₁ C ₀	7.0	8.7
T ₄	A ₀ B ₁ C ₁	12.0	12.2
T ₅	A ₁ B ₀ C ₀	15.0	19.7
T ₆	A ₁ B ₀ C ₁	7.0	9.3
T ₇	A ₁ B ₁ C ₀	5.0	6.5
T ₈	A ₁ B ₁ C ₁	10.0	15.1

5.8. Número de Hileras y Granos por Mazorca

Cuadro 19: Número promedio de hileras y granos por mazorca.

Tratamientos	Clave	Número de Hileras/Mazorca	Número de Granos/Hilera	Número de Granos/Mazorca
T ₁	A ₀ B ₀ C ₀	12.10	32.20	389.60
T ₂	A ₀ B ₀ C ₁	11.50	31.50	362.20
T ₃	A ₀ B ₁ C ₀	11.40	30.70	349.90
T ₄	A ₀ B ₁ C ₁	12.20	33.40	407.50
T ₅	A ₁ B ₀ C ₀	11.30	27.90	315.30
T ₆	A ₁ B ₀ C ₁	11.40	28.90	329.50
T ₇	A ₁ B ₁ C ₀	11.70	32.00	374.40
T ₈	A ₁ B ₁ C ₁	11.50	31.60	363.40

5.9. Rendimiento del Grano Ajustados por Concomitancia

Cuadro 20: Análisis de varianza para el rendimiento de grano al 14 % de humedad versus número de plantas cosechadas, ajustados por concomitancia.

F.V.	G. L.	S.C.			C.M.			F.C.		
		YY	X.Y	XX	YY	X.Y	XX	YY	X.Y	XX
Bloques	2	2.007	10.884	100.333	1.004	5.442	50.167			
Trats	7	5.441	17.171	155.833	0.777	2.453	22.262	1.511	1.220	1.238
Error	14	7.202	28.154	251.667	0.514	2.011	17.976			
Total	23	14.650	56.209	507.833						

C. V. = 17.75% $S_{\bar{x}} = 1.42$ $\bar{X} = 3.192$ $R^2 = 49.91\%$

b = 0.11187

Ecuación $Y = Y_i - 0.11187(X_j - \bar{X})$

Cuadro 21: Prueba de Duncan del promedio de rendimiento de grano al 14% de humedad. Ajustados por Concomitancia.

Tratamientos	Clave	Promedio de Rendimiento Kg/há.	Significancia 0.05
T ₁	A ₀ B ₀ C ₀	3,815	a
T ₄	A ₀ B ₁ C ₁	3,524	a b
T ₇	A ₁ B ₁ C ₀	3,477	a b
T ₈	A ₁ B ₁ C ₁	3,223	a b
T ₃	A ₀ B ₁ C ₀	3,117	b
T ₂	A ₀ B ₀ C ₁	2,976	b
T ₆	A ₁ B ₀ C ₁	2,899	b
T ₅	A ₁ B ₀ C ₀	2,510	b

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

Cuadro 22: Análisis de varianza para el rendimiento de grano al 14% de humedad versus número de mazorcas cosechadas, ajustados por concomitancia.

F.V.	G. L.	S.C.			C.M.			F.C.		
		YY	X.Y	XX	YY	X.Y	XX	YY	X.Y	XX
Bloques	2	2.007	10.210	105.333	1.004	5.105	52.667			
Trats	7	5.441	28.711	201.833	0.777	4.102	28.833	1.511	2.280	1.537
Error	14	7.202	25.181	262.667	0.514	1.799	18.762			
Total	23	14.650	64.101	569.833						

C. V. = 16.76% $s_{\bar{x}} = 1.34$ $\bar{X} = 3.192$ $R^2 = 60.72\%$

b = 0.09586

Ecuación $Y = Y_i - 0.09586(X_j - \bar{X})$

Cuadro 23: Prueba de Duncan del promedio de rendimiento de grano al 14% de humedad. Ajustados por Concomitancia.

Tratamientos	Clave	Promedio de Rendimiento Kg/há.	Significancia 0.05 *
T1	A ₀ B ₀ C ₀	3,624	a
T4	A ₀ B ₁ C ₁	3,472	a b
T8	A ₁ B ₁ C ₁	3,299	a b
T7	A ₁ B ₁ C ₀	3,276	a b
T3	A ₀ B ₁ C ₀	3,193	b
T2	A ₀ B ₀ C ₁	3,052	b
T5	A ₁ B ₀ C ₀	2,863	b
T6	A ₁ B ₀ C ₁	2,761	b

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.10. Análisis económico

Cuadro 24: Resumen del Análisis económico (relación beneficio/costo y rentabilidad) de los tratamientos evaluados.

Trat.	Rdto	Costo Por Kilo	V. B.	Costo de Producción	Costo/Kg (S/.)	V. N.	Relación B/C	Rentabilidad %
T ₁	3815.00	0.45	1,716.75	1,678.42	0.44	38.33	1.02	2.28
T ₄	3524.00	0.45	1,585.80	1,848.89	0.52	-263.09	0.86	-14.23
T ₇	3477.00	0.45	1,564.65	1,536.04	0.44	28.61	1.02	1.86
T ₈	3223.00	0.45	1,450.35	1,500.09	0.47	-49.74	0.97	-3.32
T ₃	3117.00	0.45	1,402.65	1,828.86	0.59	-426.21	0.77	-23.30
T ₂	2976.00	0.45	1,339.20	1,619.14	0.54	-279.94	0.83	-17.29
T ₆	2899.00	0.45	1,304.55	1,288.31	0.44	16.24	1.01	1.26
T ₅	2510.00	0.45	1,129.50	1,242.91	0.50	-113.41	0.91	-9.12

- Precio de maíz comercial = S/. 0.45 Nuevos Soles
- Relación B/C = Se obtiene dividiendo el V.B. entre el total de costo de producción.
- Rentabilidad = Se obtiene al dividir el V. N. entre el costo total de producción multiplicado por 100.

VI. DISCUSIONES

6.1. Días a la Floración Masculina

En el cuadro 06, se observa el análisis de varianza para el número de días al 50% de floración masculina, la que reporta que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos.

En el cuadro 07, se presenta el número promedio ajustado en días a la floración masculina, variando de 67 a 64 días (T_6 y T_4) teniendo un comportamiento como variedad tardía, lo cual no asegura esta afirmación debido a que el promedio entre tratamientos arrojó valores no significativos entre sí, pudiéndose deber a un efecto climático y no un comportamiento propio de la variedad estudiada.

El coeficiente de variabilidad de 2.42% nos indica que la conducción del experimento fue en forma precisa y aceptable para trabajos en campo; sin embargo el coeficiente de determinación que arrojó un valor de 34.27%, originado posiblemente por una dispersión en la toma de datos y por ende en el error en la toma de muestras, por otro lado el PNIMA (1984), informa que el Marginal 28-T, la floración se estima en 50 a 60 días del periodo vegetativo, hecho que no corrobora los días reportados en el presente trabajo los cuales fluctuaron entre 64-67 días obviamente originados por oscilaciones de T° máximas y mínimas lo que motivó un retraso en la floración, trayendo como consecuencia un atraso en la polinización del polen con el estigma de la flor femenina, lo que pudo haber repercutido en la fisiología de la planta, pero es posible que en los demás procesos fenológicos de la planta haya ocurrido una

adecuada absorción de nutrientes y agua reflejándose en el rendimiento de los tratamientos.

6.2. Días a la Floración Femenina

Según el análisis de varianza para días a floración femenina (cuadro 08) se observa que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos.

En el cuadro 09, se presenta los promedios del número de días al 50% de la floración femenina que varían de 71 a 67 días, correspondiendo al tratamiento T_6 y T_4 . La poca o débil relevancia de los efectos de los tratamientos sobre la variable evaluada y manifestada en los valores del $R^2 = 34.27$ no amerita mayores discusiones, el bajo valor del coeficiente de determinación fue originado posiblemente por la diferencia en cuanto a los valores tomados y factores climáticos.

Comparando los cuadros 07 y 09 se observa que la floración masculina precede a la inflorescencia femenina, es decir, primero aparece la masculina luego la femenina, existiendo una sincronización de las inflorescencias entre 3 a 4 días aproximadamente.

6.3. Altura de Planta

El análisis de varianza (cuadro 10), que se refiere a la variable altura de planta, nos muestra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, a excepción del factor forma de aplicación que resultó altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad fue de 11.37%, valor que está dentro de lo establecido para evaluar característica de cultivo.

En el cuadro 11, sobre los promedios de altura de planta, podemos observar a los tratamientos T_4 y T_1 los que alcanzaron mayores alturas de planta con 220.0 y 216.7 cm, respectivamente; mientras que el tratamiento T_6 se comportó como plantas más bajas con 170 cm.

El valor del $R^2= 48.29\%$ no justifica mayores discusiones porque el coeficiente de correlación (r) arroja un valor de 6.94% razón suficiente para definir que los tratamientos evaluados no ha influido en esta variable, el bajo valor del coeficiente del determinación originado posiblemente por la variabilidad en los valores tomados durante la evaluación.

Se puede observar claramente una mayor respuesta en altura de planta cuando el suelo es arado, lo que además de permitir mayor profundidad de preparación, promueve la infiltración de agua de lluvia, la aireación del suelo y un desarrollo profuso de las raíces (FLORENTINO, 1989; MARCANO *et al.*, 1994; OHEP, 1995). Por su parte el PNIMA (1984), informa que la variedad estudiada puede llegar hasta una altura de 230 cm, obteniéndose casi igual altura en el presente trabajo lo que nos indica que la respuesta a la altura se debió más a un aspecto genético de la variedad obviamente ligado a la nutrición.

6.4. Altura de mazorca

El análisis de varianza cuadro 12, para altura de mazorca reporta que entre los tratamientos no existen diferencias significativas.

En el cuadro 13, de la prueba de significancia de Duncan muestran que el promedio de altura de mazorca entre los tratamientos varía de 113.3 a 76.6 cm, habiendo alcanzado la mayor altura de mazorca el tratamiento T_1 con

113.3 cm; mientras que el tratamiento T_6 obtuvo la menor altura de mazorca de 76.6 cm.

Los promedios obtenidos muestran que entre la altura de planta existe una relación directa con la altura de mazorca, en ambos casos los tratamientos T_1 y T_4 alcanzaron la mayor altura y los tratamientos T_6 y T_8 los de menor altura.

El coeficiente de variabilidad para altura de mazorca fue de 16.9%, valor aceptable para evaluaciones en campo, sin embargo el $R^2 = 48.45\%$ no justifica la discusión de la misma porque los tratamientos en estudio no han reflejado sus efectos en esta variable, y esta se corrobora con el coeficiente de correlación (r) con 6.96%. El bajo valor del coeficiente de determinación originados por la variabilidad en cuanto a la altura de la planta, valores máximos y mínimos de alturas de plantas originan estas variaciones.

6.5. Acame de Raíz

En el cuadro 14, se observa el análisis de varianza para el acame de raíz, en el mismo cuadro se observa que no existe diferencia estadística entre los tratamientos.

En el cuadro 15, se aprecia la prueba múltiple de duncan, no reportándose diferencia estadística para el número de plantas acamadas de raíz, los tratamientos T_4 , T_2 y T_8 tuvieron menor porcentaje de plantas acamadas de raíz; mientras que los tratamientos T_7 , T_5 y T_1 mostraron mayor número de plantas acamadas de raíz.

El acame de raíz sucedió en la etapa de maduración de grano por fuertes vientos ocurridos en la zona y que en esta etapa no tuvo efecto significativo en los rendimientos.

6.6. Acame de Tallo

En el cuadro 16, se observa el análisis de varianza para el acame de tallo, en el mismo cuadro se observa que no existe diferencia estadística entre los tratamientos.

En el cuadro 17, se observa la prueba múltiple de duncan, no reportándose diferencia estadística para el número de plantas acamadas de tallo, los tratamientos T₃, T₄ y T₆ tuvieron menor porcentaje de plantas acamadas de tallo; mientras que los tratamientos T₇, T₅ y T₁ mostraron mayor número de plantas acamadas de tallo.

El acame de tallo sucedió en la etapa de maduración de grano por fuertes vientos ocurridos en la zona y que al igual que en el acame de raíz no tuvo efecto significativo en los rendimientos, por haber ocurrido en una etapa en la que el cultivo ya cumplió su ciclo productivo.

6.7. Pudrición de Mazorcas

En el cuadro 18, se presenta el número y porcentaje de mazorcas podridas por cada tratamiento, clasificándose cuatro tratamientos con menor a 10% de pudrición, el tratamiento T₁ con menor pudrición (4.6%); mientras que en los tratamientos T₅ y T₈ se tuvo mayor porcentaje de pudrición con 19.7 y 15.1 % respectivamente. La incidencia de pudrición de mazorca y de grano fueron causadas por hongos como la *Diplodia maydis* y el *Fusarium spp*

6.8. Número de Hileras y Granos por Mazorca

En el cuadro 19, podemos observar las evaluaciones del número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y por mazorca, el tratamiento T₄ reporta

el mayor número de hileras y granos por mazorca que los demás tratamientos, por que nos indica una mayor producción de grano.

Estos resultados pueden deberse posiblemente a que el tratamiento arado y rastra, sulfato de amonio en forma superficial haya influido en el número total de granos por mazorca, originado por una posible mayor utilización del nitrógeno durante la formación y llenado de granos; ya que el sulfato de amonio se pierde muy poco y las pérdidas de nitrógeno más se deben a lixiviación que a otros factores como higroscopicidad o pérdida por transformación en gases. Estos hechos son corroborados por **FUENTES Y., J. L. 1989**, que manifiesta que el sulfato de amonio a pesar de su gran solubilidad en el agua no se pierde por lixiviación, ya que el ión amonio es absorbido por el complejo coloidal del suelo, únicamente puede haber pérdidas por lixiviación en suelos sueltos con poca capacidad de campo; según el análisis del suelo se puede apreciar que se trató de un suelo franco arenoso con ciertas restricciones en la disponibilidad de los diferentes macro nutrientes, así como una alta saturación de aluminio.

Por su parte **LEXUS (2002)**, indica que el nitrógeno es importante para formar los órganos vegetativos y de reproducción de las plantas fomenta el crecimiento rápido y aumenta el contenido de proteínas en los granos; sin el nitrógeno no se puede concebir la vida vegetal.

6.9. Rendimiento del Grano Ajustados por Concomitancia

En el cuadro 20, se muestra el análisis de varianza para el rendimiento de grano al 14% de humedad comercial, existiendo diferencia significativa

únicamente en la variable tipo de labranza, más no en la fuente de nitrógeno y forma de aplicación e interacciones.

En el cuadro 21, se muestra el promedio de rendimiento en grano al 14% de humedad de los tratamientos que varió de 3,815 a 2,510 Kg/há, según la prueba de Duncan ajustados por concomitancia (del rendimiento sobre el número de plantas cosechadas) el tratamiento T₁ es el representativo, reportando el mayor rendimiento de grano 3,815 Kg/há siendo iguales a los tratamientos T₄, T₇ y T₈ con rendimientos de 3,524; 3,477 y 3,223 Kg/há; pero superando estadísticamente a los tratamientos T₃, T₂, T₆ y T₅ con rendimientos de 3,117; 2,976; 2,899 y 2,510 Kg/há respectivamente.

Así mismo en el cuadro 23, se aprecia el promedio de rendimiento en grano al 14% de humedad de los tratamientos que varió de 3,624 a 2,761 Kg/há, según la prueba de Duncan ajustados por concomitancia (del rendimiento sobre el número de mazorcas cosechadas) el tratamiento T₁ es el representativo, reportando el mayor rendimiento de grano 3,624 Kg/há siendo iguales a los tratamientos T₄, T₈ y T₇ con rendimientos de 3,472; 3,299 y 3,276 Kg/há; pero superando estadísticamente a los tratamientos T₃, T₂, T₅ y T₆ con rendimientos de 3,193; 3,052; 2,863 y 2,761 Kg/há respectivamente.

La diferencia estadística encontrada para el factor labranza corrobora lo antes mencionado en el parámetro sobre la altura de mazorca, observando una mayor respuesta cuando el suelo es arado, una mayor infiltración de agua de lluvia, aireación del suelo y un mejor desarrollo radicular. Esto favorece un uso más eficiente del nitrógeno cuando este se aplica en forma fraccionada, ya que estos suelos por tener baja CIC y contenido de materia orgánica, las pérdidas de nitrógeno tienden a incrementarse MARCANO, F. Y CHEP, C. (1996),

La mayor respuesta al sulfato de amonio y a la aplicación de nitrógeno en forma enterrada y superficial, puede ser debido a la presencia de azufre como nutrimento del maíz, debido al bajo contenido de materia orgánica del suelo, o el sulfato cuando se utiliza como fuente nitrogenada, las pérdidas son menores que con la urea y su aplicación superficial.

Por los resultados obtenidos en este trabajo se puede inferir que los mejores han sido cuando se mecanizó el terreno, obviamente por las razones ya mencionadas anteriormente, por otro lado la urea cuando se enterró dio mejores efectos que cuando se aplicó superficialmente por los mayores problemas que presenta al hidrolizarse y convertirse en amoniaco en el proceso de nitrificación debido a las altas temperaturas y a la ausencia de humedad.

Este hecho es corroborado por **NACIONES UNIDAS (1986)**, quien refiere que la urea antes de ser utilizada por las plantas sufre dos transformaciones, la primera al hidrolizarse y la segunda es la nitrificación; perdiéndose muchas veces por las altas temperaturas y la ausencia de humedad.

De igual modo el sulfato de amonio es contrario a lo que le puede suceder a la urea bajo esas mismas condiciones ya que a pesar de ser altamente soluble se pierde menos. El tratamiento T₄ con arado + rastra, fuente de sulfato de amonio y aplicado en forma superficial, dio también resultados satisfactorios considerando que pudo haber perdido gran parte de este fertilizante por lixiviación por tratarse de un suelo franco arenoso con mediana capacidad de intercambio Catiónico; este hecho es corroborado por **FUENTES Y., J. L. (1989)**, que afirma que el sulfato de amonio a pesar de su gran solubilidad en el agua no se pierde por lixiviación ya que el ión amonio (NH_4^+) es absorbido



por el complejo coloidal del suelo y únicamente puede haber pérdidas por lixiviación en suelos sueltos con poca capacidad de cambio.

Es claro observar (cuadros 21 y 23), la poca respuesta de la urea cuando ésta se aplica sobre terreno no arado; que cuando este se aplica sobre terreno arado y rastreado.

El sulfato de amonio a pesar de tener mayor efecto sobre el rendimiento en el mayor número de tratamientos, indistintamente si este a sido aplicado enterrado o superficialmente no muestra una clara diferencia sobre la urea, cuando la urea a sido aplicada en forma enterrada y con preparación mecanizada previa. Se presume que el comportamiento de la urea es casi el mismo siempre y cuando el terreno disponga de humedad en el suelo y es arado, lo que además de permitir mayor profundidad de preparación, promueve la infiltración de agua de lluvia, la aireación del suelo y un desarrollo profuso de las raíces (FLORENTINO, 1989; MARCANO *et al.*, 1994; OHEP, 1995).

6.10. Análisis económico

El cuadro 24, nos presenta el resumen del análisis económico donde podemos observar que el costo de producción fue variado, teniendo en cuenta los distintos tratamientos empleados en este experimento. Los costos (cuadro 33 anexos) variaron de 1,848.89 nuevos soles para el tratamiento T₄ a 1,242.91 nuevos soles como el menor costo correspondiente al tratamiento T₅.

El valor bruto de la producción varía de 1,716.75 nuevos soles que corresponde al tratamiento T₁, a 1,129.50 nuevos soles del tratamiento T₅.

La rentabilidad económica muestra una utilidad neta de 38.33 nuevos soles con el tratamiento T_1 como el más rentable y el tratamiento T_3 con -426.21 nuevos soles fue el que reportó la utilidad más baja y negativa.

El costo para producir un kilogramo de maíz reportó el tratamiento T_1 como el más económico 0.44 nuevos soles y el más costoso resultó ser el tratamiento T_3 con 0.59 nuevos soles.

La relación beneficio / costo más alta lo muestra el tratamiento T_1 con 1.02 y la más baja el tratamiento T_3 con 0.77, la rentabilidad porcentual para ambos tratamientos varían de 2.28 % a 23.30%.

Indudablemente los sobre costos originados por la utilización de sulfato de amonio más la mecanización del terreno, hace que los costos de producción se incrementen y tiendan a ser antieconómicos; ya que para cubrir una determinada fórmula de nitrógeno se requiere casi el doble de sulfato de amonio frente a la urea, este hecho es confirmado por **MARCANO, F. Y CHEP, C. (1996)**, cuando manifiestan que el sulfato de amonio como fuente de nitrógeno fue lo que produjo los mayores efectos sobre las variables que evaluó, pero el costo del nitrógeno es una limitante.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1. Para altura de planta no mostró diferencia significativa, salvo para la forma de aplicación (enterrada o superficialmente), variando de 220 a 170 cm; observando uniformidad en cuanto a esta variable y podemos concluir que no hubo efectos del tipo de labranza y la fuente de nitrógeno en esta variable, pero influyó en la altura en la forma de aplicar obteniendo mejores efectos cuando se enterró el fertilizante.
- 7.2. Referente al número de días al 50% de la floración masculina y femenina no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, la variedad empleada se comportó como semitardía con floración masculina que varió entre 67 a 64 días y de 71 a 67 días de floración femenina existiendo una diferencia de intervalo en ambas de 4 días indicando que se tuvo una buena sincronización de ambas inflorescencias para la buena producción de granos.
- 7.3. En cuanto al acame de planta por raíz y tallo en los tratamientos T₇ y T₅ se tuvo un mayor número de plantas acamadas, mientras que en los tratamientos T₂ y T₈ se tuvo menor número de plantas acamadas, pero que en ningún caso fue estadísticamente diferente.
- 7.4. En el número de mazorcas cosechadas se tuvo el número normal por cada parcela ya que tuvimos pérdidas insignificantes de plantas; referente al número de hileras y granos por mazorca fue mayor en el tratamiento T₄ lo que se expresa en una mayor producción y productividad de grano.

- 7.5. la preparación profunda del suelo contribuyó a una mayor infiltración del agua de lluvia y a un desarrollo abundante de raíces existiendo mayor posibilidad de aprovechamiento de nitrógeno por la planta de maíz, lo cual se reflejó en la respuesta de los componentes del rendimiento y en el rendimiento de grano seco de cultivo.
- 7.6. Existió diferencias significativas entre los tratamientos para el rendimiento de grano al 14% de humedad, los mismos que fluctuaron entre 3,815 a 2,510 Kg/há. El tratamiento T_1 ($A_0B_0C_0$) Arado y rastra, urea y enterrada, reportó el más alto rendimiento con 3,815 Kg/há superando estadísticamente a los tratamientos T_3 (Arado y rastra, sulfato de amonio y enterrado), T_2 (Arado y rastra, urea y superficial), T_6 (Tradicional, urea y superficial) y T_5 (Tradicional, urea y enterrado); el tratamiento T_5 ($A_1B_0C_0$) reportó el rendimiento más bajo con 2,510 Kg/há.
- 7.7. Sobresalió el tratamiento T_1 que consistió en arado y rastra, como fuente de nitrógeno la urea aplicado enterrado, con una diferencia mínima sobre el tratamiento T_4 con arado + rastra, como fuente de nitrógeno el sulfato de amonio y aplicados en forma superficial, por lo que se puede concluir que se tiene una mayor productividad en suelos roturados o mecanizados y para el caso de suelos con problemas acidez utilizar el sulfato de amonio como fuente de nitrógeno.

- 7.8. El análisis económico nos muestra que el tratamiento T_1 (con mecanización y como fuente de nitrógeno a la urea) reportó una utilidad neta de 38.33 nuevos soles con una relación beneficio / costo de 1.02 un costo para producir un kilogramo de maíz de 0.44 nuevos soles y una rentabilidad de 2.28%.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1. Considerar las prácticas de los tratamientos T₁ (labranza mecanizada y como fuente de nitrógeno a la urea) y T₇ (labranza tradicional, fuente de nitrógeno sulfato de amonio). Como una tecnología que permite incrementar la productividad de grano de maíz, tanto en la forma mecanizada como en la forma tradicional, siendo ambas económicamente rentables.
- 8.2. Realizar otros trabajos similares donde se pueda comprobar con los diferentes tipos de labranza, así como medir estos resultados en varias campañas de producción de maíz.
- 8.3. Demostrar estos resultados obtenidos y contrastarlos en otras condiciones edafoclimáticas, como tipo de suelo y otros.

IX. RESUMEN

El presente trabajo de tesis se llevó a cabo en los campos del fundo miraflores, ubicado a 3.5 Km de la ciudad de Tarapoto, sector Ahuashiyacu del distrito de la Banda de Shilcayo; propiedad de la Universidad Nacional de San Martín, ubicado geográficamente en las coordenadas siguientes: longitud oeste con $76^{\circ} 00'$, $06^{\circ} 00'$ de longitud sur y 315 m.s.n.m. con el objetivo de evaluar el efecto de dos prácticas de labranza, dos fuentes de nitrógeno y dos formas de aplicación y realizar el análisis económico de los mejores tratamientos.

Se evaluó el rendimiento y características vegetativas complementarias empleando el diseño estadístico bloques completamente al azar con arreglo factorial de $2 \times 2 \times 2$ y tres repeticiones, los resultados fueron analizados mediante el análisis de varianza y la prueba de significación múltiple de duncan.

El suelo experimental fue de textura franco arenoso con reacción ácida ($\text{pH} = 4.8$) contenido de materia orgánica media (2.38%), nitrógeno total media y fósforo bajo, medio contenido de potasio y saturación de aluminio (73%).

El distanciamiento de siembra fue de 0.80 m entre hileras y 0.50 m entre golpes con una densidad poblacional de 50,000 plantas por hectárea; para la práctica de labranza se hizo una pasada de arado y rastra y luego tradicional, el abonamiento fue fraccionado en dos formas al momento de la siembra (50% de nitrógeno) y la segunda parte al inicio de la floración (50% restante de nitrógeno) se utilizó dos fuentes de nitrógeno, el sulfato de amonio y la urea, se tuvo una precipitación total durante el periodo vegetativo de 505.10 mm y una temperatura media de 24.9°C .

De los resultados obtenidos de acuerdo al análisis estadístico, se concluye que las diferencias significativas entre tratamientos fue mínima en el rendimiento de grano

al 14% de humedad fluctuaron entre 3,815 a 2,510 Kg/há que corresponden a los tratamientos T_1 y T_5 respectivamente.

De acuerdo a características agronómicas evaluadas y a la relación beneficio / costo, se determinó que el tratamiento T_1 (arado + rastra, fuente de nitrógeno urea y aplicado enterrada en el suelo) fue una de las mejores prácticas por el buen potencial de rendimiento y económicamente rentable, con utilidades netas que superan los 38.33 nuevos soles por cada hectárea de producción.

SUMMARY

The present thesis work has taken place in "Fundo Miraflores" fields, situated to 3.5 km from Tarapoto city, Ahuashiyacu area, Banda de Shilcayo district, National University of San Martín property, geographically located in the following coordinates: $76^{\circ} 00'$ west longitude, $06^{\circ} 00'$ south longitude and 315 mt. over the sea level, with the aim of evaluating the effects of two farming practices, two nitrogen sources and two application methods and finally to make the economic analysis to the best treatments.

The output and complementary vegetative characteristics were evaluated using an estadistic design of blocks completely at random with a factor arrangement of $2 \times 2 \times 2$ and thre repetitions the results were analyzed through the vary analysis and "Duncan" multiple signification test.

The experimental ground was a sandy texture soil with acid reaction (PH = 4.8) mid content of organic material (2.38 %), mid nitrogen content, low content of phosphorus, mid content of potassium, and a 73 % of aluminium saturation.

The distance range of sowing, was 0.80 mt between rows and 0.50 mt between groups with a population density of 50 000 plants per hectare; for the farming practice a ploughing and horrowing were made in mechanical and traditional way, the fertilization process was divided into two times, at the moment of the first sow (50 % de nitrogen) and the second part at the beginning of flowering (50 % of nitrogen). Two nitrogen sources were used, the ammonium sulphate and urea, with a mid temperture about 24.9°C and a total precipitation (rain) of 505.10 mm during the vegetative period.

From the results and according to the estadistic analysis, it can be said that significative differences between treatments were minimum in the output of the

grain. At 14 % of moisture this values were between 3 815 to 2 510 kg/ha concern to T1 and T5 treatments.

According to the agronomical characteristics evualated in this investigation *cost /benefit, it was determinated that the T1 treatment (plough, harrow, and urea nitrogen source applied to the soil) was one of the best practices because* of the output potencial and its profitability, with rents equal to S/. 38.33 (nuevos soles) per production hectare.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

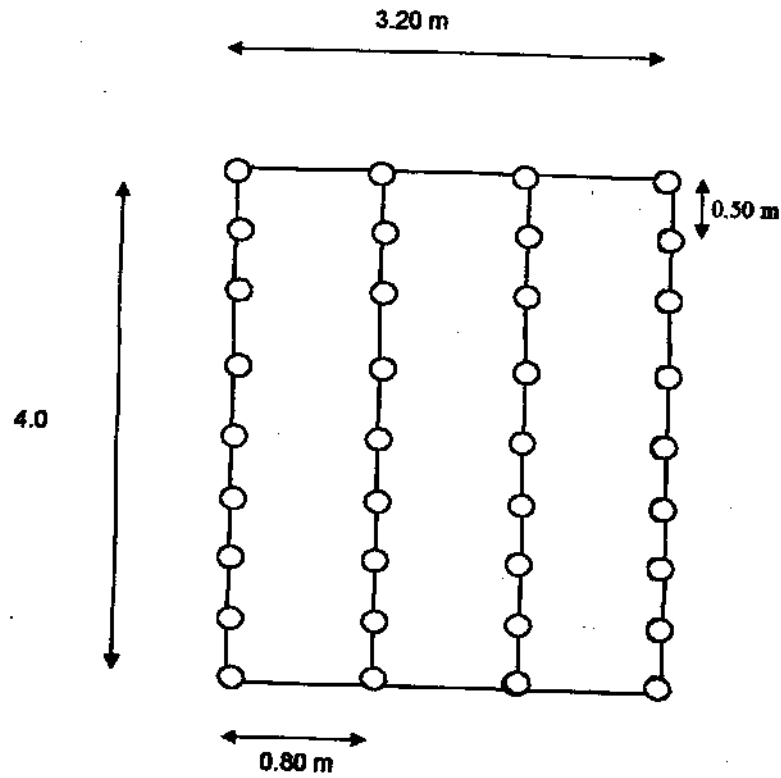
1. **BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA (1988).** Técnicas Agrícolas en Cultivos Extensivos. Edit. IDEA – BOCK S. A. Barcelona – España. Pág. 474 – 476. COMPANY, LL. M. (1996). El Maíz su Cultivo y Aprovechamiento. Edit. Muni – Prensa S. A. Madrid – España. Pág. 41.
2. **CALZADA, B, J. (1970).** Métodos Estadísticos para la Investigación. Edit. Jurídica S. A. Lima – Perú. Pág. 64.
3. **CELIS Y OTROS. (1996).** Informe Anual. Evaluación de Variedades. Sector Agrario, Programa Nacional de Investigación de maíz y Arroz. Cajamarca – Perú. Pág. 24.
4. **CELIS G., J. (2005).** Comunicación personal.
5. **CIMMYT (1994).** Identificación de los Problemas y Mejoramientos en la producción de maíz tropical Pág. 20.
6. **COMITE SOIL IMPROVEMENT (1998).** "Manual de Fertilizantes". Edito. LIMUSA. México. 77 p.
7. **FAO (1971).** Reglamento de Clasificación de tierras Manual N° 24 Pág. 13.
8. **FOUNDATHION FOR AGRONOMIC RESEARCH (1998).** "Manual de Fertilidad de los suelos. Impreso en Español por la FAR – Canadá. 30 p.
9. **FUENTES Y., J. L. (1989).** El suelo y los fertilizantes. 3ra edición. Madrid España. Pág. 136.
10. **GOSTINGAR & PAZ (1997).** El Maíz. Edit. Ideas Bock S. A. Barcelona España. Pág.471.

11. **HIDALGO M., E. (2001).** Perspectivas del proyecto maíz para el nuevo milenio – Exposición INIA – Tarapoto.
12. **INIPA. (1994).** Programa Nacional de Maíz, Mejoramiento. Edit. INIA. Lima. Pág. 73.
13. **JUNGENHEIMER, W. R. (1998).** Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Edit. LIMUSA S. A. México – D. F. Pág. 506.
14. **LEON. J. (1988).** Botánica de los Cultivos Tropicales. Edit. IICA. San José – Costa Rica. Pág. 12.
15. **LEXUS (2002).** Biblioteca del campo "Manual Agropecuario".
16. **MARCANO, F. Y CHEP, C. (1996),** "Respuesta del cultivo de maíz a tres prácticas de labranza dos fuentes nitrogenadas y tres formas de aplicación del nitrógeno". Informe Resumen – Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado" – Venezuela.
17. **MINISTERIO DE AGRICULTURA (1998).** Curso "Tecnología para la Producción de Maíz Amarillo duro y transferencia Tecnológica". Tarapoto-Perú. s/p.
18. **OCHSE J.J (1991)** Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y sub tropicales. Editorial Limusa. Volumen II. Pág. 1362.
19. **OIA – MINAG (2004).** Oficina de información Agraria Ministerio de Agricultura Tarapoto.
20. **POEHLMAN, M. J. (1989).** Mejoramiento Genético de las Cosechas. Edit. LIMUSA. Weley S. A. México D. F. Pág. 263.
21. **SAN FERNANDO S.A. (2004),** "Memoria Anual", resultado de maíz amarillo duro sistema de siembra directa Buenos Aires – San Martín.

22. www.agropecstar.com/portal/doctos/agronomia3.htm
23. YUSTE, PAZ M^a. (1998). Biblioteca de la Agricultura. Editorial LEXUS.
Barcelona – España. 650 p.
24. YAGODIN B. A. (1998). "Agroquímica Tomo I". Traducido al Español por
Editorial MIR MUSCU. 256 p.

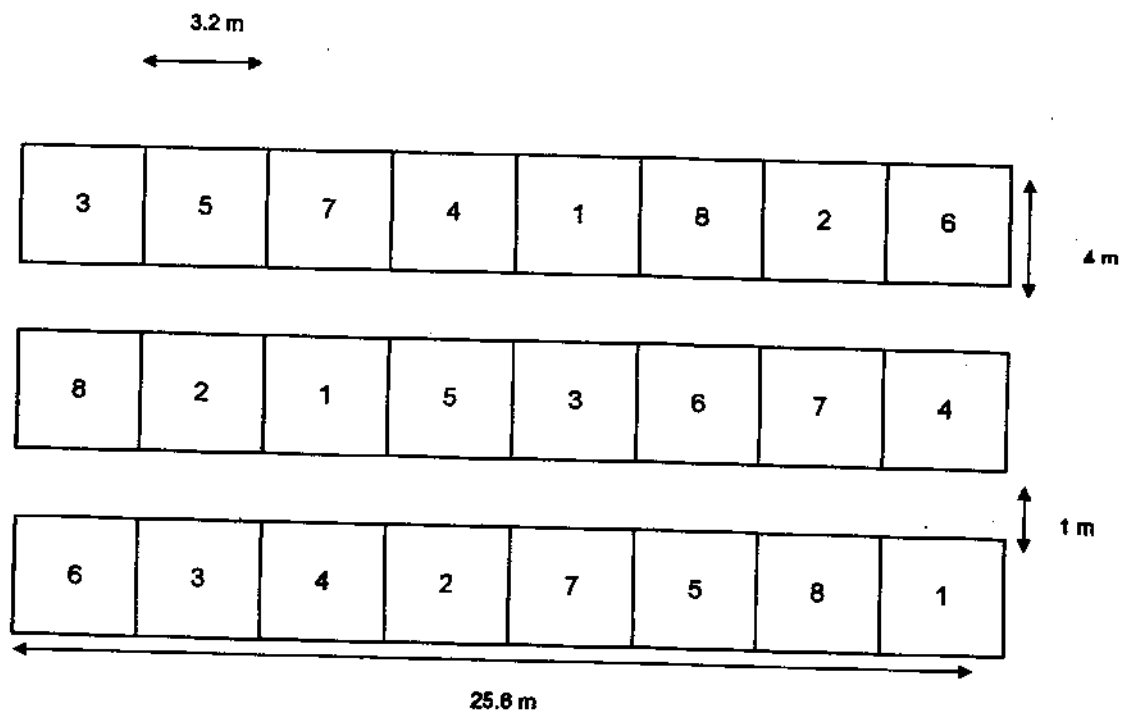
ANEXO

CROQUIS N° 01: PARCELA EXPERIMENTAL



Área total: 12.8 m²

CROQUIS N° 02: CAMPO EXPERIMENTAL



5.11. Porcentaje de emergencia

Cuadro 25: Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Significancia 0.05
Bloques	2	1.932	0.966	0.2079	N. S.
A = Labranza	1	5.152	5.152	1.1089	N. S.
B = Fuente de Nitrógeno	1	5.152	5.152	1.1089	N. S.
C = Forma de Aplicación	1	11.593	11.593	2.4953	N. S.
AB	1	0.000	0.000	0.0000	N. S.
AC	1	1.288	1.288	0.2772	N. S.
BC	1	1.288	1.288	0.2772	N. S.
ABC	1	1.288	1.288	0.2772	N. S.
Error	14	65.047	4.646		N. S.
Total	23	92.741			

C. V. = 2.19% $S_{\bar{x}} = 0.7621$ $\bar{X} = 98.610$ $R^2 = 29.86 \%$

Cuadro 26: Prueba de Duncan para promedios del porcentaje de germinación.

Tratamientos	Clave	Promedios de porcentaje de germinación	Significancia 0.05 *
T ₂	A ₀ B ₀ C ₁	100.00	a
T ₁	A ₀ B ₀ C ₀	99.07	a
T ₄	A ₀ B ₁ C ₁	99.07	a
T ₆	A ₁ B ₀ C ₁	99.07	a
T ₈	A ₁ B ₁ C ₁	99.07	a
T ₃	A ₀ B ₁ C ₀	98.15	a
T ₅	A ₁ B ₀ C ₀	98.15	a
T ₇	A ₁ B ₁ C ₀	96.29	a

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.12. Número de Plantas a la Cosecha

Cuadro 27: Análisis de varianza para el número de plantas a la cosecha.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Significancia 0.05
Bloques	2	100.333	50.167	2.7908	N. S.
A = Labranza	1	60.667	60.667	3.3749	N. S.
B = Fuente de Nitrógeno	1	0.167	0.167	0.0093	N. S.
C = Forma de Aplicación	1	0.167	0.167	0.0093	N. S.
AB	1	37.500	37.500	2.0861	N. S.
AC	1	37.500	37.500	2.0861	N. S.
BC	1	20.167	20.167	1.1219	N. S.
ABC	1	0.167	0.167	0.0093	N. S.
Error	14	251.667	17.976		N. S.
Total	23	507.833			

C. V. = 13.86% $s_{\bar{x}} = 1.4990$ $\bar{X} = 30.583$ $R^2 = 50.44 \%$

Cuadro 28: Prueba de Duncan para el promedio del número de plantas a la cosecha.

Tratamientos	Clave	Promedio de número de Plantas a la cosecha	Significancia 0.05 *
T ₄	A ₀ B ₁ C ₁	35.33	a
T ₅	A ₁ B ₀ C ₀	32.67	a
T ₃	A ₀ B ₁ C ₀	31.33	a
T ₂	A ₀ B ₀ C ₁	31.33	a
T ₁	A ₀ B ₀ C ₀	30.67	a
T ₆	A ₁ B ₀ C ₁	28.00	a
T ₇	A ₁ B ₁ C ₀	28.00	a
T ₈	A ₁ B ₁ C ₁	27.33	a

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.13. Número de Mazorcas Totales a la Cosecha

Cuadro 29: Análisis de varianza para el número de mazorcas totales a la cosecha.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Significancia 0.05
Bloques	2	105.333	52.667	2.8071	N. S.
A = Labranza	1	104.167	104.167	5.5520	*
B = Fuente de Nitrógeno	1	0.667	0.667	0.0356	N. S.
C = Forma de Aplicación	1	0.000	0.000	0.0000	N. S.
AB	1	16.667	16.667	0.8883	N. S.
AC	1	24.000	24.000	1.2792	N. S.
BC	1	8.167	8.167	0.4353	N. S.
ABC	1	48.167	48.167	2.5673	N. S.
Error	14	262.667	18.762		N. S.
Total	23	569.833			

C. V. = 16.25 % $\bar{S}_x = 1.5314$ $\bar{X} = 26.583$ $R^2 = 53.90 \%$

Cuadro 30: Prueba de Duncan para el promedio del número de mazorcas totales a la cosecha.

Tratamientos	Clave	Promedio de número de Mazorcas cosechadas	Significancia 0.05 *
T ₄	A ₀ B ₁ C ₁	32.97	a
T ₁	A ₀ B ₀ C ₀	28.67	ab
T ₃	A ₀ B ₁ C ₀	26.67	ab
T ₂	A ₀ B ₀ C ₁	26.67	ab
T ₇	A ₁ B ₁ C ₀	25.67	ab
T ₅	A ₁ B ₀ C ₀	25.33	ab
T ₆	A ₁ B ₀ C ₁	25.00	ab
T ₈	A ₁ B ₁ C ₁	22.00	b

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

Viene cuadro 33

RUBRO	Unidad	C. U.	T ₆		T ₇		T ₈	
			Cant.	C. T. S./	Cant.	C. T. S./	Cant.	C. T. S./
I. COSTOS DIRECTOS				920.67			1137.81	
A. Preparación de Terreno								1111.18
Rozo	Jornal	10.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00
Tumba	Jornal	10.00	5.00	50.00	5.00	50.00	5.00	50.00
Quema	Jornal	10.00	2.00	20.00	3.00	30.00	2.00	20.00
B. Fertilizante								
Urea	Kg	1.00	234.00	234.00				
Sulfato de Amonio	Kg	0.74			514.00	380.36	514.00	380.36
B. Siembra								
Semilla	Kg	2.00	25.00	50.00	25.00	50.00	25.00	50.00
Traslado al Predio	Flete	1.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Siembra	Jornal	10.00	10.00	100.00	10.00	100.00	10.00	100.00
C. Labores Culturales								
Deshierbo	Jornal	10.00	15.00	150.00	15.00	150.00	15.00	150.00
Aplicación de Fertilizante	Jornal	10.00	2.00	20.00	2.00	20.00	2.00	20.00
Aplicación de Insecticida	Jornal	10.00	2.00	20.00	2.00	20.00	2.00	20.00
D. Control Fitosanitario								
Alphacypermetrina (Fastac)	Lt	26.00	0.25	6.50	0.25	6.50	0.25	6.50
E. Materiales y Herramientas								
Refija	Unidad	1.50	2	3.00	2	3.00	2	3.00
Sacos	Unidad	0.76	51.00	38.76	58.00	44.08	70.00	53.20
Machete	Unidad	10.00	1/3	3.33	1/3	3.33	1/3	3.33
F. Cosecha								
Cosecha	Jornal	10.00	7.20	72.00	8.30	83.00	10.00	100.00
Golpeo	Jornal	10.00	2.80	28.00	3.22	32.20	3.86	38.60
Carguio	TM	8.00	2.51	20.08	2.90	23.19	3.48	27.82
G. Leyes Sociales								
52% del total de jornales	%		52.00	317.20	52.00	330.30	52.00	342.47
II. COSTOS INDIRECTOS								
Gastos Financieros 27 % (por 6 meses)				322.24		334.01		398.23
Gastos Administrativos 8%				248.58		257.66		307.21
				73.65		76.34		91.02
COSTO TOTAL				1242.91		1288.31		1500.09