

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL



**“RESPUESTA DE TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA
Y TRES DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DEL
CULTIVO DE MAÍZ (Zea mays) - HIBRIDO PIMSE 3, BAJO RIEGO; EN
LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL EL PORVENIR - TARAPOTO”**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO



PRESENTADO POR EL BACHILLER:

MIGUEL ÁNGEL TELLO RODRÍGUEZ

**TARAPOTO - PERÚ
2002**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

“RESPUESTA DE TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y TRES DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) – HIBRIDO PIMSE 3, BAJO RIEGO; EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL EL PORVENIR – TARAPOTO”

TESIS

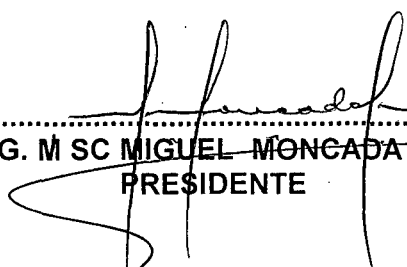
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

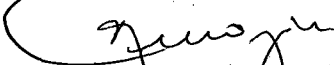
INGENIERO AGRÓNOMO

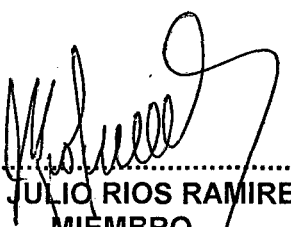
PRESENTADO POR EL BACHILLER


MIGUEL ÁNGEL TELLO RODRÍGUEZ

COMISIÓN DE JURADO:


.....
ING. M SC MIGUEL MONGADA MORI
PRESIDENTE


.....
ING. CARLOS RENGIFO SAAVEDRA
MIEMBRO


.....
ING. JULIO RIOS RAMIREZ
MIEMBRO


.....
ING. CESAR E. CHAPPA SANTA MARIA
ASESOR

DEDICATORIAS

A mis queridos padres: **César y Leonor**, quienes con su esfuerzo y sacrificio hicieron posible la culminación de mi Carrera Profesional.

Con Gratitude a mis hermanos, quienes brindaron su apoyo moral en los momentos difíciles de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

- Al Ing° César Chappa Santa María, patrocinador del presente Trabajo de Investigación.
- Al Instituto Nacional de Investigación Agraria, “Estación Experimental El Porvenir”, en particular al Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz (PNIMA).
- Al Ing° Ronald Echevarría Trujillo por su colaboración como Co – Asesor del presente Trabajo de Investigación.
- En general, a todas las personas que de alguna u otra manera han contribuido con la realización del presente Estudio, en particular al colega Ramón Linares García.

INDICE

I.	INTRODUCCION	01
II.	OBJETIVOS	03
III.	REVISION BIBLIOGRAFICA	04
	3.1. Función del Nitrógeno en las plantas	04
	3.2. Nitrógeno en el Suelo	05
	3.3. Eficacia de los fertilizantes nitrogenados	05
	3.4. Fuentes de fertilización nitrogenada	06
	3.5. La urea como fertilizante nitrogenado	07
	3.6. De la Planta	08
IV.	MATERIALES Y METODOS	20
	4.2. MATERIALES	20
	4.2. METODOS	23
V.	RESULTADOS	38
	5.1. Emergencia de Plantas	38
	5.2. Número de Plantas Establecidas	40
	5.3. Floración Femenina	42
	5.4. Altura de Planta	43
	5.5. Altura de Mazorca	44
	5.6. Número de Plantas Cosechadas	45
	5.7. Número Total de Mazorcas	47
	5.8. Rendimiento en kilogramo por hectárea	49
	5.9. Análisis Económico	51
VI.	DISCUSION	52

VII.	CONCLUSIONES	63
VIII.	RECOMENDACIONES	65
IX.	BIBLIOGRAFIA	66
X.	RESUMEN	70
XI.	SUMMARY	72
	ANEXOS	74

I. INTRODUCCION

El maíz constituye uno de los cultivos más importantes de nuestro país de gran demanda por su múltiples usos y beneficios. Actualmente la producción nacional asciende a 70 000 TM, producción que no satisface la demanda nacional de 1 800 000 TM, por esta razón anualmente se importa una cantidad considerable para cubrir el déficit originando pérdida de divisas al país.

En la región adquiere importancia debido a su variada utilidad como fuente alimenticia, utilizado en gran escala para el consumo humano y animal, proporcionando más alimento para animales tanto en grano como en forraje, además de que produce más productos industriales que cualquier otro cultivo.

En San Martín las áreas más representativas se ubican en la zona del Bajo Mayo y Huallaga Central, estimándose que aproximadamente el 30% se siembra en terrenos planos casi sin riego ni fertilización y el 70% en laderas sometidas a prácticas culturales inapropiadas y bajo condiciones de secano, cuyos rendimientos que se obtienen por campaña apenas llegan en promedio a los 2.0 TM/Ha. M.A – OIA 1 999.

Existen múltiples problemas relacionados con la producción de maíz, la práctica de la fertilización adquiere importancia, debido a que es una actividad poco realizada por el agricultor maicero de la zona ya que

normalmente realizan la siembra bajo el sistema de agricultura migratoria, o simplemente porque no conoce la forma y época de utilizar los fertilizantes.

No usar fertilizantes significa reducir los rendimientos, reducir las ganancias y reducir la resistencia del cultivo a plagas y enfermedades. En varios casos, la fertilización representa diferencia entre la pérdida y la ganancia; todo depende de la cantidad, la forma y el momento de aplicarse.

Existen otros problemas relacionados con la baja producción, como por ejemplo la densidad de plantas que debe establecerse por hectárea de terreno, es decir la cantidad de plantas que debe sembrarse por superficie para aumentar la productividad por unidad de terreno. Normalmente el agricultor utiliza diferentes densidades de siembra o simplemente para incrementar su producción abarca mayores extensiones de terreno, ampliando la frontera agrícola.

Teniendo en cuenta que las variedades tienen un rendimiento más limitado, los híbridos han sido obtenidos con la finalidad de incrementar la producción. Cada híbrido tiene variación en el número de plantas a establecerse, así como diferente nivel óptimo de fertilización nitrogenada.

Con el presente trabajo de tesis se propone encontrar una dosis óptima de nitrógeno a aplicarse así como una adecuada densidad de plantas para obtener incrementos en la producción del híbrido PIMSE 3, por unidad de superficie, y de esta manera contribuir a mejorar la producción y productividad de maíz amarillo duro en la región San Martín.

II. OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada y tres densidades de siembra sobre el rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro, híbrido PIMSE 3, bajo riego en la zona del Bajo Mayo.
2. Determinar los costos de producción y la rentabilidad económica de cada uno de los tratamientos.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. FUNCIÓN DEL NITRÓGENO EN LAS PLANTAS

COMMITE SOIL IMPROVEMENT, 1 998; menciona que el nitrógeno es utilizado por las plantas para sintetizar aminoácidos, que a su vez forman proteínas. Por otra parte indica que las plantas requieren también de nitrógeno para sintetizar otros compuestos vitales como la clorofila, los ácidos nucleicos y las enzimas.

FOUNDATHION FOR AGRONOMIC RESEARCH, 1 998; indica que el nitrógeno es esencial para el crecimiento de las plantas, es necesario para la síntesis de la clorofila y como 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.

YAGODIN, 1 986; refiere que el nitrógeno es uno de los principales elementos necesarios para las plantas, está presente en la clorofila, forma parte en la composición de todas las proteínas simples y compuestas que constituyen la principal parte del citoplasma de las células vegetales.

3.2. NITRÓGENO DEL SUELO

COMMITTE SOIL IMPROVEMENT, 1 998; indica que el nitrógeno que se presenta en el suelo está en tres formas principales, como nitrógeno orgánico no disponible para las plantas en crecimiento, como nitrógeno amoniacal y como iones de amonio (NH_4^+) y Nitrato (NO_3^-), las plantas utilizan estas dos últimas formas de nitrógeno en sus procesos de crecimiento. La mayor parte de nitrógeno que existe en los suelos está incorporado a la materia orgánica.

3.3. EFICACIA DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS

YAGODIN, 1 998. El empleo de abonos nitrogenados tiene importancia decisiva en el incremento de las cosechas de los cultivos agrícolas en diferentes tipos de suelos.

Los abonos nitrogenados no sólo elevan la cosecha, sino 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 éstos mejoran el desarrollo de los órganos vegetativos y reproductivos, aumentan la cosecha de grano y el contenido de albúmina.

3.4. FUENTES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

TISDALE Y NELSON, 1 991; reportan que la mayor parte de los fertilizantes nitrogenados provienen de la fijación sintética del N 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:

FUENTE	% DE NITROGENO
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 Formaldehido	38
Oxamidas	32
Diurea Crotoniledene	28
Diurea Isobutilidene	31

3.5. LA UREA COMO FERTILIZANTE NITROGENADO

VILLAGARCIA Y ZAPATA, 1 980; informan que la urea es un fertilizante nitrogenado de alta concentración y de fácil conservación. No es fijado directamente por el poder absorbente pero se descompone rápidamente por hidrólisis enzimática en gas carbónico y amoníaco, que es retenido en el suelo.

Señalan que para su empleo se deben tener en cuenta las siguientes precauciones:

- La urea se hidroliza rápidamente. Es posible que cantidades apreciables de amonio se pierdan por volatilización si éste se aplica en superficies cálidas, descubiertas o sobre suelo con gran cantidad de materia vegetal en la superficie, incluyendo pastos. La incorporación en el suelo o aplicación en forma de banda fertilizante a base de urea puede solucionar este problema.
- La hidrólisis rápida de la urea en los suelos podría ser la causa del daño por amoníaco que se produce en las plantas cuando se aplican grandes cantidades de ella muy cerca de las semillas. Dosis y colocación adecuada solucionan este problema.

- El fertilizante urea puede contener cantidades pequeñas de un compuesto llamado **biuret**, que es tóxico. El biuret causaría daños solamente si se aplica en forma foliar.

La urea puede utilizarse en todos los cultivos, pero de preferencia en caña de azúcar, maíz, café, arroz, tabaco y hortalizas.

3.6. DE LA PLANTA

3.6.1. Exigencias del Cultivo

IDEA BOOKS, 1 997; informa que el maíz es una planta de países cálidos, por la cual sus exigencias en temperatura son altas. Son imprescindibles un mínimo de 10 °C para la siembra, unos 15 °C para la germinación y no menos de 18 °C para la floración, aunque la temperatura ideal durante la fase de crecimiento está comprendido entre los 24 y 30 °C. Se adapta muy bien a diferentes suelos, siendo su pH preferido el de neutro a ligeramente ácido.

DEL BO, 1 980; refiere que el maíz prefiere el clima cálido o moderadamente cálido, germina de 10 a 12 °C y necesita temperaturas crecientes hasta 18 °C, momento en el que florece. Madura sus semillas a los 22 °C, pero después de la floración soporta temperaturas bajas. Sin embargo, el factor

que condiciona principalmente la maduración del maíz es la cantidad de agua de que dispone. Señala por otro lado que el maíz no es tolerante al frío y a los vientos fuertes, se adapta a suelos ya sea arcillosos a sueltos, pero el terreno ideal es el de tipo franco, profundo y fértil.

PARSONS, 1 988; considera que una buena producción de maíz se logra con una temperatura que oscila entre 20 – 25 °C. La óptima depende del estado de desarrollo, dichas temperaturas son: Germinación 20 – 25 °C, Crecimiento 20 – 30 °C y Floración 21 – 30 °C. Agrega que el cultivo de maíz necesita suelos profundos y fértiles para dar buenas cosechas, así como también que sea de textura franca, bien drenados, alto contenido de materia orgánica y un pH óptimo de suelo de 6 a 7.

3.6.2. Fertilización y Densidad de Siembra

RICALDI, 1 990; menciona que los suelos del Huallaga Central y Bajo Mayo son ricos en fósforo y potasio. Para la fertilización de maíz recomienda emplear niveles medios a bajos de estos elementos y altos en nitrógeno a la dosis de 90 – 45 – 30. Señala que a los 10 a 15 días después de la siembra aplicar 50 % de nitrógeno y 100 % de P + K, luego a los 35 días de la primera aplicación incorporar la otra mitad de nitrógeno. Asimismo recomienda emplear un distanciamiento de siembra

de 0,80 m entre hileras y 0,80 m entre golpes para obtener una densidad de población de 47 000 plantas/Ha utilizándose para tal, una cantidad de 25 kg de semilla.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1 998; indica que de todas las prácticas y técnicas empleadas para la obtención de mayores ganancias, la densidad de siembra es una de los más importantes, la densidad varía de 40 000 a 65 000 plantas/Ha, dependiendo de las condiciones de fertilidad del suelo, disponibilidad de agua, cultivos y sistemas de siembra. El productor debe usar en la siembra 25 % más de semillas para compensar posibles pérdidas por daño mecánico, mala germinación y ataque de plagas y enfermedades. Para una población de 50 000 plantas/Ha con dos plantas/golpe se utiliza un distanciamiento de 0,80 m entre surcos por 0,50 m entre golpes y se requiere de 61 100 semillas. Por otro lado para suelos planos de fertilidad natural baja, monocultivo intensivo, alta densidad de siembra, se recomienda aplicar dosis de fertilización que varía de 160 a 240 kg de N, 80 a 100 kg de P_2O_5 y 0 a 50 kg de K_2O . Para suelos planos de fertilidad natural intermedia, con monocultivo o rotaciones, densidad menor de 55 000 plantas/Ha es recomendable aplicar una fertilización intermedia. Añade que el momento de la aplicación se realiza en dos partes: la primera al momento de la siembra o a más tardar cuando las plantas tengan 10 cm., aplicar la mitad

de nitrógeno y todo el fósforo y potasio; en la segunda aplicación se debe aplicar la otra mitad del nitrógeno al momento del aporque.

NAKAHODO, 1 992; afirma que una densidad óptima permite un mejor aprovechamiento del sol, agua, nutrientes del suelo y competencia con las malezas. El número de plantas que llegan a la cosecha es uno de los factores claves del manejo del maíz. La densidad depende del híbrido o variedad, del suelo, del clima y de las condiciones de manejo, como cada híbrido tiene una variación del número de plantas, podemos ajustarle de acuerdo a las condiciones en que vamos a sembrar. Para obtener una población de híbridos semitardíos de 60 000 a 75 000 plantas/Ha se empleará un distanciamiento de surcos de 0,80 x 0,95 m; para híbridos tardíos con distanciamientos entre surcos de 0,85 x 1,00 se obtiene una población de 50 000 a 65 000 plantas/Ha. Para condiciones de nuestra Costa Peruana se recomienda aplicar dosis de 120 a 240 kg de N, 0 a 12 kg de P_2O_5 y 0 a 40 kg de K_2O /Ha de terreno y de esta forma obtener rendimientos entre 5 000 a 7 000 kg/Ha.

NAVARRO, 1 998; indica que los rendimientos del maíz se incrementan con la interacción NPK-Mulch llegando a producir 5 370 kg/Ha con la formulación del fertilizante (140-60-0) y con un distanciamiento de siembra de 0,80 x 0,60 m.

INIA, 1 998; reporta que al aplicar 150 kg de nitrógeno y con una densidad de 70 000 plantas/Ha, obtuvieron un rendimiento que supera los 5 000 kg/Ha del híbrido PIMTE INIA, bajo condiciones de secano complementadas con riegos esporádicos.

IDEA BOOKS, 1 997; menciona que por cada 1 000 kg de producción esperada se recomienda aplicar 30 kg de N, 15 kg de P_2O_5 y 25 kg de K_2O para condiciones de nuestro suelo. El nitrógeno es absorbido por el maíz antes de la floración hasta 25 a 30 días después de la misma, es entonces cuando las necesidades en este macroelemento son máximas. Existen variedades e híbridos que toleran altas densidades sin mermar la producción de mazorcas, otros no soportan una siembra demasiado densa porque las producciones son menores a las esperadas (competencia entre plantas).

JUGENHEIMER, 1 970; indica que la fertilidad del suelo es otro factor importante en la producción del maíz. Los híbridos de maíz adaptados, solamente pueden alcanzar su máxima expresión cuando las plantas se siembran provistas con cantidades balanceadas de nutrientes, complementadas con buenas condiciones de calor y frío, adecuada cantidad de lluvias durante su período de crecimiento. Asimismo añade, la densidad de plantas está estrechamente relacionado con el

rendimiento de maíz. Amplias investigaciones han mostrado que es posible desarrollar híbridos adaptados a diferentes niveles de fertilización nitrogenada de suelo y a diferentes poblaciones de plantas. Sin embargo, los híbridos más recientes están adaptados a mayores densidades de plantas y a altas fertilizaciones nitrogenadas.

METCALFE y ELKINS, 1 987; manifiestan que los requisitos de nutrientes de una hectárea de maíz está en función del rendimiento esperado y al potencial genético de la planta. Sino hay otros factores limitantes como clima, suelo, agua, malezas y fuerte ataque de insectos, la demanda de nutrientes para un rendimiento de 9,5 TM/Ha se puede estimar en: 190 kg de N, 40 kg de P_2O_5 y 195 kg de K_2O . En la práctica, la fertilización debe estar basada en agregar al suelo lo que se estima, es la cantidad de elementos que extrae una cosecha de maíz lo cual es posible mediante el análisis de suelos. Con el incremento en el uso de fertilizantes y mejorando los métodos de cultivo, los rendimientos por hectárea, se puede aumentar marcadamente al sembrar mayores poblaciones de la que comúnmente se acostumbra.

3.6.3. Recomendaciones para la buena fertilización del cultivo de maíz

ECHEVARRIA, 1 998; recomienda las siguientes actividades para una buena fertilización en el cultivo del maíz.

- Aplicar 4 – 6 sacos de urea. La dosis más alta se usa cuando se siembran híbridos, o en terrenos de ladera, o en suelos con largo historial de explotación.
- En la época de lluvias es conveniente fraccionar la aplicación de nitrógeno en dos porciones, la primera fracción se puede incorporar durante la siembra, la segunda se aplica 30 días después a 20 cm, al costado de la hilera del cultivo.
- Si el suelo presenta contenidos medios a bajos de fósforo, se recomienda la aplicación de 3 – 5 sacos de superfosfato triple por hectárea. En el caso de tener contenidos medios a bajos de potasio aplicar 2 – 4 sacos de cloruro de potasio.
- Evitar la preparación de suelos de ladera en época lluviosa, porque esto aumenta los riesgos de erosión y reduce la fertilidad del suelo. En suelos de ladera erosionados aplique 50 % más de nitrógeno y el doble de fósforo y potasio de lo que se recomienda para la parte plana.

URQUIAGA, 1 980; indica que en áreas mecanizadas con suelos profundos de textura media se debe usar híbridos de maíz para aprovechar al máximo la fertilización. Asimismo es necesario realizar la siembra lo más temprano posible al inicio de las lluvias o máximo dos semanas después, a fin de aprovechar la fertilidad natural del suelo y usar más eficientemente los fertilizantes. Por último sugiere tomar muestras de suelo para su análisis respectivo, esto permite planificar la fertilización y el uso eficiente de los fertilizantes.

3.6.4. Riegos en el cultivo del maíz

MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1 998; menciona que para realizar riegos en el cultivo del maíz, se deberá tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- El agua consumida por una plantación de maíz durante su ciclo está en torno de 600 a 700 mm.
- La frecuencia y número de riegos depende principalmente, de la capacidad de retención de agua del suelo. Es mayor en suelos arenosos y disminuye en suelos francos, arcillosos y profundos.
- La cantidad de agua a aplicar en cada riego debe estar en relación, con la máxima cantidad de agua que el suelo

puede retener (capacidad de campo), la pendiente y el drenaje.

- En suelos arenosos regar más frecuentemente utilizando menor volumen de agua.
- En suelos francos y arcillosos que retienen más agua, se pueden utilizar mayores volúmenes en un riego.

3.6.5. Origen y características morfológicas y agronómicas del híbrido a utilizar.

INIA, 1 995; describe las siguientes características morfológicas y agronómicas del híbrido PIMSE 3.

A. GENERALIDADES

- | | | | |
|-----|-----------------------|---|--|
| a1. | Estación Experimental | : | El Porvenir |
| a2. | Zona agrológica | : | Bosque seco tropical (bs-T) |
| a3. | Cultivo | : | Maíz amarillo duro |
| a4. | Cultivar | : | PIMSE 3 |
| | Especie | : | <u>Zea mayz</u> L. |
| a5. | Profesional obtentor | : | Programa Nacional de Maíz |
| a6. | Origen | : | Cruza simple entre las líneas 72 x 91 provenientes de la población 24 y 36 del CIMMYT. |

B. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

a. Semilla

- a1. Color : amarillo
- a2. Tamaño : mediano
- a3. Número por kg : 3200

b. Plántula

- b.1. Vigor inicial : intermedia
- b.2. Color del tallo : verde amarillo

c. Planta

- c.1. Hábito de crecimiento : erecto
- c.2. Altura : 1,88 – 2,00 m
- c.3. Días a la floración : 55 - 60 días
- c.4. Días a la maduración : 110 – 120 días
- c.5. Hojas, forma : lanceolada
- c.6. Tallo : nudos, entrenudos color verde

- d. Tallo : nudos, entrenudos color verde

e. Fruto (mazorca)

- e1. Color Olote : Blanco
- e2. Forma : Enteras

- f. Grano
- f1. Color : amarillo
- f2. Forma : enteras
- f3. Peso de 100 granos : 32 – 35 granos
- f4. N° de hileras : 14 (12 – 18)

C. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

- c1. Período vegetativo : 110 – 120 días
- c2. Época de siembra
- Bajo Mayo y Huallaga Central : Ene – Feb.
 - Alto Mayo y Bajo Huallaga : Ago - Set.
 - Restinga alta de la selva : May – Jun.
 - Costa Norte : May – Ago.
- c3. Días a la cosecha : 110 – 120 días
- c4. Densidad por hectárea : 50 000 a 60 000 pl/Ha
- c5. Sistema de producción : Riego y seco
- c6. Sistema de siembra : Tradicional y mecanizado
- c7. Riego : Bajo régimen de lluvia o cuatro riegos tendidos (gravedad)
- c8. Fertilización : 120 – 180 kg de N/Ha, fraccionados 50 % a la siembra y 50 % a los 30 – 45 días d.d.s. 60 kg de

P₂O₅/Ha a proporción del terreno.

c9. Rendimiento

- Experimental : 10 000 kg/Ha
- Comercial : 3 500 kg/Ha

D. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

d1. Suelo : Requiere de suelos profundos y fértiles, de textura media, con un contenido medio de materia orgánica y con un pH óptimo de 6 a 7.

d2. Clima : La temperatura óptima durante todo su período vegetativo está comprendido entre los 20 a 30 °C.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. MATERIALES

4.1.1. Ubicación del Campo Experimental

El trabajo se realizó en los campos experimentales del Programa Nacional de Investigación de Maíz y Arroz (PNIMA), de la Estación Experimental Agropecuaria "El Porvenir", ubicado en el km 14,5 de la carretera Marginal Sur Tarapoto – Juanjui.

Posición Geográfica

Altitud	:	232 m.s.n.m.
Latitud Sur	:	6° 35'
Longitud Oeste	:	76° 50'
Zona de vida	:	bs-T
Fuente	:	SENAMHI

Ubicación Política

Región	:	San Martín
Provincia	:	San Martín
Distrito	:	Juan Guerra

4.1.2. Historia del Terreno

El terreno donde se instaló el experimento forma parte del área que desde el año de 1 994 es utilizado por el Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz, para sus diferentes trabajos experimentales. Es estos campos se han instalado cultivos de maíz en forma intensiva ya sea como monocultivo o asociado.

4.1.3. Características del Terreno

MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1 982; de acuerdo al estudio detallado de suelos de la E. E. "El Porvenir", el área estudiada se encuentra ubicado en la formación fisiográfica del tierras medias y suelos residuales, desarrollándose sobre arenisca fina, limonitas calcáreas. Los suelos son moderadamente profundos, de textura fina, según su capacidad de uso pertenecen a la clase IV (Cultivos en limpio).

4.1.4. Condiciones Climáticas

El terreno donde se instaló el experimento se ubica en un bosque seco tropical (bs-T), caracterizándose por presentar temperatura media anual de 26,5 °C, una precipitación pluvial anual promedio de 1 050 mm, siendo la época de lluvia de

enero a mayo. El clima es sub-húmedo. En el cuadro N° 01 se muestra los datos meteorológicos que se registraron durante la realización del presente experimento.

CUADRO N° 01: CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL (Jul. – Dic. 1 999)

MES	TEMPERATURA °C			PRECIPITACIÓN	HUMEDAD
	MINIMA °C	MEDIA °C	MÁXIMA °C	TOTAL (mm)	RELATIVA (%)
JULIO	18,9	24,8	31,5	34,8	61,0
AGOSTO	18,2	25,3	32,6	41,6	74,0
SETIEMBRE	20,8	27,3	33,9	59,3	73,0
OCTUBRE	20,5	26,9	33,9	40,3	74,0
NOVIEMBRE	21,4	27,0	32,7	117,6	77,0
DCIEMBRE	22,0	27,9	34,5	44,1	76,0

FUENTE: Servicio de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Dirección Departamental de San Martín – Tarapoto.
Estación MAP “El Porvenir” – Juan Guerra.

4.2. METODOS

4.2.1. Diseño y Características del Experimento

4.2.1.1. Diseño Experimental

Para el desarrollo del presente trabajo se empleó el diseño de parcelas divididas conducida en bloques completamente randomizada con cuatro repeticiones.

El Nivel de Fertilización, formó parte de la parcela principal; y la Densidad, las sub parcelas.

4.2.1.2. Factores Estudiados

a. Factor A: Niveles de Fertilización Nitrogenada

N°	DOSIS DE N (KG/HA)	SIMBOLOGIA
01	120	N1
02	150	N2
03	180	N3

b. Factor B: Densidad

N°	DENSIDAD (N° PLANTAS/HA)	SIMBOLOGIA
01	50 000	d1
02	62 500	d2
03	70 000	d3

4.2.1.3. Tratamientos Estudiados

Fueron estudiados 9 tratamientos, los cuales se combinan en forma aleatoria con cuatro repeticiones, se consideró como testigo comparativo al tratamiento

N1d1 (T1). En el Cuadro N° 03, se muestra el esquema del análisis de varianza para el experimento.

CUADRO N° 02: TRATAMIENTOS EN ESTUDIO Y RANDOMIZACION

FACTOR A	FACTOR B	TRATAMIENTOS	CLAVE
N ₁	d ₁	N ₁ d ₁	T ₁
N ₁	d ₂	N ₁ d ₂	T ₂
N ₁	d ₃	N ₁ d ₃	T ₃
N ₂	d ₁	N ₂ d ₁	T ₄
N ₂	d ₂	N ₂ d ₂	T ₅
N ₂	d ₃	N ₂ d ₃	T ₆
N ₃	d ₁	N ₃ d ₁	T ₇
N ₃	d ₂	N ₃ d ₂	T ₈
N ₃	d ₃	N ₃ d ₃	T ₉

Viene del Cuadro N° 02...

CLAVE	DETALLE	RANDOMIZACION			
		I	II	III	IV
T ₁	120 N; 50 000 Plantas/Ha	101	208	306	407
T ₂	120 N; 62 500 Plantas/Ha	102	209	304	408
T ₃	120 N; 70 000 Plantas/Ha	103	207	305	409
T ₄	150 N; 50 000 Plantas/Ha	106	201	307	403
T ₅	150 N; 62 500 Plantas/Ha	105	203	309	402
T ₆	150 N; 70 000 Plantas/Ha	104	202	308	401
T ₇	180 N; 50 000 Plantas/Ha	108	205	303	404
T ₈	180 N; 62 500 Plantas/Ha	109	204	301	406
T ₉	180 N; 70 000 Plantas/Ha	107	206	302	405

4.2.1.4. Características del Campo Experimental

a. Campo Experimental

Largo : 35,0 m

Ancho : 25,6 m

Area total : 927,5 m²

b. Bloques o repeticiones

N° de bloques : 04

Largo : 28,8 m



	Ancho	:	5,0 m
	Area Total	:	144,0 m ²
c.	Parcela		
	N° de Parcelas por bloque:		03
	N° Total de parcelas	:	12
	Largo	:	9,6 m
	Ancho	:	5,0
	Area Total	:	48,0 m ²
d.	Subparcelas		
	N° de subparcelas por parcela:		03
	N° total de subparcelas	:	36
	Largo	:	5,0 m
	Ancho	:	3,2 m
	Area Total	:	16,0 m ²
	Área Neta Experimental		
	0,8 m x 0,50 m	:	8,80 m ²
	0,8 m x 0,40 m	:	8,64 m ²
	0,8 m x 0,36 m ²	:	8,58 m ²
	N° de surcos/subparcela	:	04
	N° de golpes/surco		
	0,50 entre golpes	:	11
	0,40 entre golpes	:	13
	0,36 entre golpes	:	14

CUADRO N° 03: ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL EXPERIMENTO

FUENTE DE VARIABILIDAD	G. L.	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F C
REPETICION	$r - 1$	S.C. REPET.	C.M. REPET.	CMR/CME
NIVEL DE FERTILIDAD (A)	$a - 1$	S.C. FERT.	C.M. FERT.	CMF/CME
ERROR E. (a)	$(a - 1)(r - 1)$	S.C. ERROR	C.M. ERROR	
DENSIDAD (B)	$b - 1$	S.C. DENSIDAD	C.M.	CMD/CME
INTERACCION (A x B)	$(a - 1)(b - 1)$	S.C. INTERAC.	DENSIDAD	CMI/CME
ERROR E. (b)	$a(r - 1)(b - 1)$	S.C. ERROR	C.M. INTERAC. C.M. ERROR	
TOTAL	$abr - 1$			

4.2.2. Conducción del Experimento

4.2.2.1. Muestreo de Suelo

Para el análisis de suelo se tomaron muestras al azar a una profundidad de 20 – 30 cm, se recogieron en baldes plásticos, se homogenizaron y se enviaron muestras al laboratorio para su análisis respectivo, cuyo resultados mostramos en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 04: ANALISIS FISICO – QUIMICO DEL SUELO DEL CAMPO EXPERIMENTAL

CARACTERÍSTICA	RESULTADO	METODO
Clase Textural	Franco arcilloso	Boyucos
Densidad Aparente	1,20	--
Reacción del Suelo (pH)	7,12	Potenciómetro
Materia Orgánica (%)	3,28	Walkel Black
C. E. (mmhos)	2,00	Conductímetro
Fósforo (ppm)	56,10	Acido Ascórbico
Potasio (meq/100 g)	0,46	Turbidumétrico
Ca + Mg (meq/100 g)	21,50	Titulación EDTA

FUENTE: LABORATORIO DE SUELOS DE LA U.N.S.M. - (1 999)

4.2.2.2. Preparación del Terreno

La preparación del terreno se realizó incorporando las malezas y rastrojos existentes en el suelo mediante el uso de maquinaria con labores de arado y rastra en forma cruzada, posteriormente se realizó el surcado respectivo con surcos distanciados entre sí cada 0,80 m. Quedando así el terreno listo para el replanteo del diseño experimental. Esta actividad se realizó a fines del mes de julio e inicios de agosto de 1 999.

4.2.2.3. Trazado del Campo Experimental

Para el trazado y demarcación del campo experimental se utilizaron estacas de madera, cordeles y wincha, lo

cual permitió diseñar los bloques, parcelas y subparcelas quedando listo el terreno para la siembra respectiva.

4.2.2.4. Siembra

Se ejecutó el 28 de agosto de 1 999, teniendo en cuenta la densidad de plantas a establecerse por cada tratamiento. Esta labor fue realizada en forma manual sobre terreno previamente humedecido, colocándose 2 a 3 semillas/golpe sobre surcos a una profundidad de 3 a 5 cm.

Los distanciamientos entre surcos y golpes fueron los siguientes:

0,80 m x 0,50 m

0,80 m x 0,40 m

0,80 m x 0,36 m

4.2.2.5. Desahije

El desahije se hizo entre los 15 y 16 días después de la siembra cuando las plantas alcanzaron alturas superiores a los 20 cm, dejándose 2 plantas por golpe.

4.2.2.6. Control de Malezas

Dos días antes de la siembra se aplicó un post emergente, Glifosato (Roundup), a dosis de 250 ml/mochila de 15 litros.

Durante el ciclo vegetativo del cultivo se presentó una alta incidencia de malezas predominando el “coquito”: Cyperus rotundus, por esta razón se efectuaron deshierbos manuales; es decir labranzas superficiales con azadón y palana para disminuir el nivel de incidencia:

- El primer deshierbo se hizo a los 25 días después de la siembra.
- Un segundo deshierbo a los 40 días después de la siembra, antes del inicio de la floración.

4.2.2.7. Fertilización

De acuerdo a los tratamientos en estudio, el nitrógeno fue aplicado a dosis de 120, 150 y 180 kg/Ha en dos fracciones:

- La mitad de la dosis aplicada a los 10 días después de la siembra, junto con la dosis total de 80 kg de Fósforo.

- La segunda aplicación de nitrógeno se llevó a cabo al momento de efectuarse el aporque.

Teniendo en cuenta el análisis de suelo (Cuadro N° 04), no se aplicó Potasio por el alto contenido que aporta el suelo en cuanto a este elemento, pero sí se aplicó Fósforo debido a que el suelo, donde se ejecutó el experimento presenta una alta concentración de Calcio y Magnesio, lo cual origina la formación de Fosfatos de Calcio, y por consiguiente el Fósforo sólo está disponible en un 30 %, y esta disponibilidad es lenta para el cultivo.

El abonamiento se realizó a base de los siguientes fertilizantes:

- Urea : 45 % de N.
- Superfosfato Triple de Calcio : 46 % de P_2O_5

4.2.2.8. Riegos

Se efectuó el primer riego, cinco (05) días antes de la siembra para favorecer la germinación; un segundo riego fue aplicado el 12 de octubre, al inicio de la floración. El tercer riego se llevó a cabo a los 80 días después de la siembra, justo al momento del llenado de granos.

Aproximadamente se aplicó un volumen de 2 000 a 3 000 m³ de agua, para cubrir los requerimientos de agua del cultivo, que es de 5 000 a 6 000 m³ durante su ciclo vegetativo, teniendo en cuenta que las precipitaciones registradas durante el experimento sólo llegaron a los 3 370 m³, tal como se aprecia en el Cuadro N° 01.

El método empleado fue riego superficial por surco (gravedad).

Es importante señalar que debido a la ausencia de precipitaciones y al efecto de elevadas temperaturas que se presentaron a lo largo del período vegetativo del cultivo, se tuvo problemas en la aplicación de los riegos por la escasez de agua en el canal de regadío.

4.2.2.9. Aporque

Se efectuó el aporque el 10 de octubre de 1 999, con el uso de azadón y palana para evitar el acamado de plantas, acelerar el efecto de los fertilizantes y favorecer la retención de humedad del suelo.

4.2.2.10. Control Fitosanitario

Durante el ciclo del cultivo se presentaron las siguientes plagas y enfermedades:

a. Plagas

- Gusano cogollero : Spodoptera frugiperda
- Grillo cortador de hojas : Schistocerca sp
- Thrips : Haplothrips tritici
- Cañero : Diatraea sacharalis

Para el control se recurrió al uso de insecticidas mediante 2 aplicaciones:

La primera con Alfacipermetrina (FASTAC EC), a dosis de 20 ml por mochila de 15 litros.

La segunda aplicación se realizó con Monocrotophos (AZODRIN), a una dosis de 15 ml/mochila de 15 litros.

b. Enfermedades

Se realizó la aplicación de oxiclورو de cobre (Cupravit), para combatir en forma preventiva las primeras manifestaciones de roya común.

4.2.2.11. Cosecha

Se cosechó el 15 de diciembre de 1999, a los 110 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron madurez a la cosecha, procediéndose manualmente dentro de los dos surcos centrales del área neta experimental de cada subparcela.

4.2.3. Evaluaciones Registradas

Las evaluaciones se realizaron en base a recomendaciones dadas por el Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz (PNIMA), bajo normas técnicas establecidas por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

4.2.3.1. Germinación de semilla

Se registró el número de plantas emergidas en porcentaje, a los siete días después de la siembra dentro del área neta experimental de cada subparcela.

4.2.3.2. Plantas Establecidas

A los 20 días de realizado la siembra y luego de efectuarse el desahije, se evaluó el número de plantas establecidas en cada subparcela.

4.2.3.3. Días a la Floración

Se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas del área neta

experimental de cada tratamiento, tuvieron estigmas de 2 a 3 cm de largo.

4.2.3.4. Altura de Planta

Se escogieron 10 plantas al azar dentro del área neta experimental, se procedió a medir la altura de cada planta desde la base del tallo al nudo donde comienza la hoja bandera.

4.2.3.5. Altura de Mazorca

Las mismas 10 plantas seleccionadas anteriormente fueron medidas, registrándose la altura de la mazorca desde la base de la planta al nudo donde comienza la mazorca más alta.

4.2.3.6. Cobertura de Mazorca

Teniendo en cuenta el área neta experimental de cada subparcela se contabilizó el número de mazorcas que antes de la cosecha presentan expuesta cualquier parte de la mazorca, clasificando a las mazorcas en base a una escala de clasificación (Ver anexos – Cuadro N° 07).

4.2.3.7. Acame de Raíz y Tallo

Se contaron el número de plantas por tratamiento que al final del ciclo vegetativo y antes de la cosecha presentan una inclinación de 30° o más a partir de la perpendicular en la base de la planta. Así mismo se evaluó la cantidad de plantas con tallos rotos por debajo de la mazorca, pero no más arriba.

4.2.3.8. Aspecto de la Mazorca

Después de la cosecha y antes de tomarse muestras para determinar la humedad, se extendió la pila de mazorcas en cada subparcela, calificando a las mazorcas en base a una escala de clasificación tomándose características como: daños por insectos y enfermedades, llenado del grano en la mazorca, etc. (Ver Anexos – Cuadro N° 07).

4.2.3.9. Número de Plantas Cosechadas

Al momento de la cosecha se registró la cantidad de plantas establecidas en el área neta de cada subparcela sin importar si la planta tenía una, dos o ninguna mazorca.

4.2.3.10. Número Total de Mazorcas

Se contabilizó el número total de mazorcas cosechadas, incluyendo a las podridas y pequeñas en cada subparcela.

4.2.3.11. Peso de Campo

Después de cosechar todas las plantas del área neta experimental, se procedió al pesado de las mazorcas con elote registrándose el peso en kilos para el cual se utilizó una balanza tipo reloj, y con la ayuda de un Determinador de Humedad se estimó el contenido de humedad de la mazorca al momento del pesado, el cual fue de 25 a 30 % en promedio.

4.2.3.12. Rendimiento

Luego de contabilizarse el peso total cosechado por tratamiento se procedió a convertirlo a peso total de una hectárea, para tal efecto se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Peso de campo}}{\text{Area de Cosecha}} \times 10 \frac{(100 - \% \text{ Humedad})}{80} \times Fc$$

Donde:

$Fc = 0.8$ (Factor de corrección)

4.2.4. Análisis Económico

Para determinar el análisis económico se elaboró el costo de producción de cada uno de los tratamientos, expresado en nuevos soles por hectárea; se determinó el análisis de la rentabilidad y la relación Costo – Beneficio.

V. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se muestran en los cuadros y gráficos que a continuación se indica para cada uno de los parámetros evaluados:

5.1. EMERGENCIA DE PLANTAS

CUADRO N° 05: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EMERGENCIA DE PLANTA EN PORCENTAJE POR TRATAMIENTO (Datos originales transformados a Arco Seno \sqrt{x})

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
REPETICIÓN	3	403,477	134,492		
FACTOR A	2	2,337	1,169	0,0161	N. S.
ERROR	6	436,745	72,791		
FACTOR B	2	20,269	10,134	0,1796	N. S.
INTERAC. A x B	4	29,558	7,389	0,1310	N. S.
ERROR	18	1015,653	56,425		
TOTAL	35	1908,059			

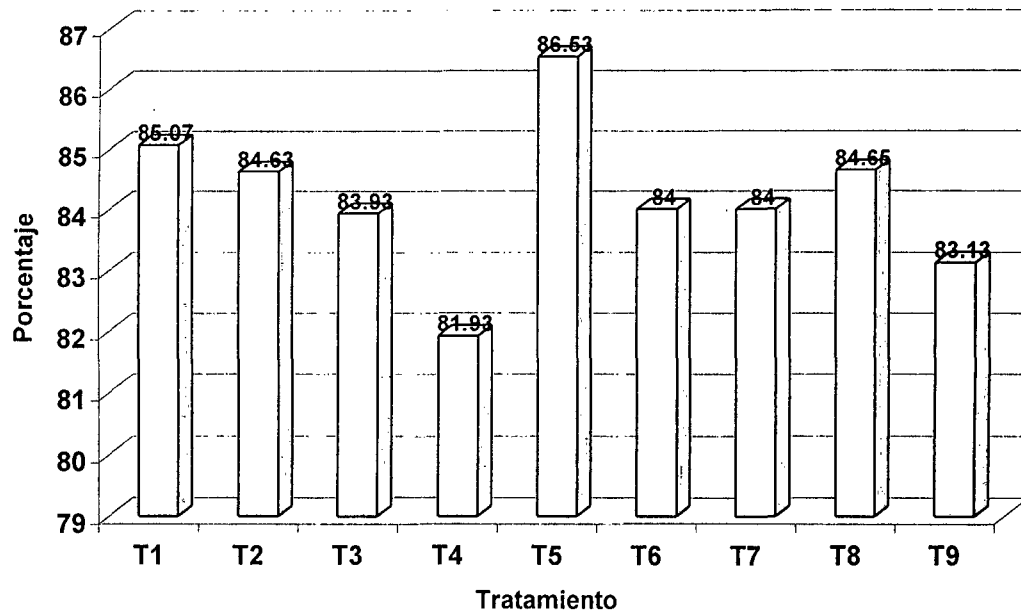
$\bar{x} = 84,206$

C.V. = 8,92 %

$R^2 = 73,25 \%$

(N. S.) = No significativo

GRAFICO N° 01: PROMEDIO DE EMERGENCIA DE PLANTAS EN PORCENTAJE POR TRATAMIENTO



$T_1 = 120-50000$ $T_2 = 120-62500$ $T_3 = 120-70000$ $T_4 = 150-50000$ $T_5 = 150-62500$

$T_6 = 150-70000$ $T_7 = 180-50000$ $T_8 = 180-62500$ $T_9 = 180-70000$

5.2. NUMERO DE PLANTAS ESTABLECIDAS

CUADRO N° 06: ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PROMEDIO DE PLANTAS ESTABLECIDAS A LOS 20 D.D.S. POR TRATAMIENTO

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
REPETICIÓN	3	29,333	9,778		
FACTOR A	2	22,167	11,034	0,74030	N. S.
ERROR	6	89,833	14,972		
FACTOR B	2	661,167	330,583	62,0929	**
INTERAC. A x B	4	9,667	2,417	0,4539	N. S.
ERROR	18	95,833	5,324		
TOTAL	35	908,000			

$\bar{x} = 45,67$

C.V. = 5,05 %

$R^2 = 79,55 \%$

(N. S.) = No significativo

(**) = Altamente significativo

CUADRO N° 07: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PROMEDIO DE PLANTAS ESTABLECIDAS POR TRATAMIENTO.

ORDEN MERITO	TRATAMIENTO	PROMEDIO N° PLANTAS 20 DDS	SIGNIFICANCIA
1	T ₉ (180N – 70 000 plantas)	52,25	a
2	T ₃ (120N – 70 000 plantas)	50,25	ab
3	T ₆ (150N – 70 000 plantas)	49,00	abc
4	T ₈ (180N – 62 500 plantas)	47,50	c
5	T ₂ (120N – 62 500 plantas)	46,25	c
6	T ₅ (150N – 62 500 plantas)	45,50	c
7	T ₇ (180N – 50 000 plantas)	40,50	d
8	T ₄ (150N – 50 000 plantas)	40,25	d
9	T ₁ (120N – 50 000 plantas)	39,50	d

Los promedios signados por una misma letra no se diferencian significativamente.

CUADRO N° 08: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL EFECTO DEL FACTOR B (DENSIDAD) PARA EL NUMERO DE PLANTAS ESTABLECIDAS.

ORDEN MERITO	DENSIDAD Plantas/Ha	PROMEDIO N° Plantas/Area neta	SIGNIFICANCIA
1	d ₃ (70 000 plantas)	50,50	a
2	d ₂ (62 500 plantas)	46,42	b
3	d ₁ (50 000 plantas)	40,05	c

Existe diferencia significativa entre las densidades.

5.3. FLORACION FEMENINA

CUADRO N° 09: ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PROMEDIO DE DIAS A LA FLORACION FEMENINA POR TRATAMIENTO.

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
REPETICIÓN	3	2,9722	0,99072		
FACTOR A	2	2,0000	1,00000	0,2673	N. S.
ERROR	6	22,4450	3,74080		
FACTOR B	2	2,1667	1,08340	1,8871	N. S.
INTERAC. A x B	4	4,8330	1,20830	2,1047	N. S.
ERROR	18	10,3300	0,57410		
TOTAL	35	44,7499			

$\bar{x} = 58,92$

C.V. = 1,29 %

$R^2 = 73,25 \%$

(N. S.) = No significativo

CUADRO N° 10: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA LOS DIAS A LA FLORACION FEMENINA POR TRATAMIENTO

ORDEN MERITO	TRATAMIENTO	PROMEDIO DIAS A LA FLORAC.	SIGNIFICANCIA
1	T ₃ (120N – 70 000 plantas)	60,00	a
2	T ₅ (150N – 62 500 plantas)	59,25	ab
3	T ₂ (120N – 62 500 plantas)	59,00	ab
4	T ₄ (150N – 50 000 plantas)	59,00	ab
5	T ₆ (150N – 70 000 plantas)	59,00	ab
6	T ₉ (180N – 70 000 plantas)	58,75	ab
7	T ₇ (180N – 50 000 plantas)	58,75	ab
8	T ₈ (180N – 62 500 plantas)	58,25	b
9	T ₁ (120N – 50 000 plantas)	58,25	b

Los tratamientos con la misma letra no se diferencian significativamente.

5.4. ALTURA DE PLANTA

CUADRO N° 11: ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PROMEDIO DE ALTURA DE PLANTA (cm) POR TRATAMIENTO.

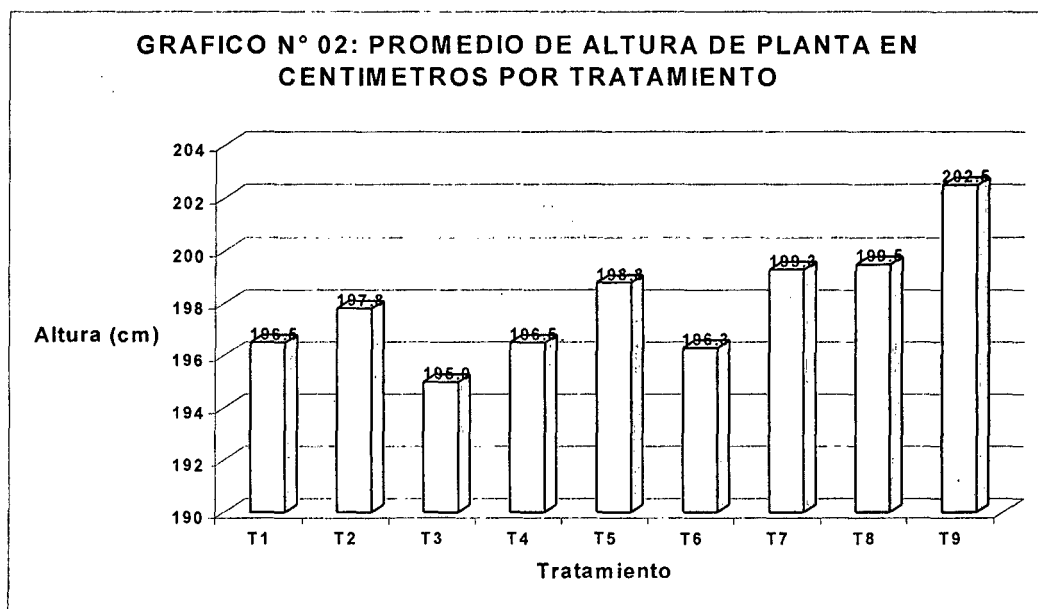
FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
REPETICIÓN	3	288,889	96,300		
FACTOR A	2	108,500	54,250	1,6013	N. S.
ERROR	6	203,278	33,880		
FACTOR B	2	9,500	4,750	0,1223	N. S.
INTERAC. A x B	4	47,000	11,750	0,3036	N. S.
ERROR	18	698,833	38,824		
TOTAL	35	1356,000			

$\bar{x} = 198,00$

C.V. = 3,15 %

$R^2 = 66,5 \%$

(N. S.) = No significativo



$T_1 = 120-50000$ $T_2 = 120-62500$ $T_3 = 120-70000$ $T_4 = 150-50000$ $T_5 = 150-62500$

$T_6 = 150-70000$ $T_7 = 180-50000$ $T_8 = 180-62500$ $T_9 = 180-70000$

5.5. ALTURA DE MAZORCA

CUADRO N° 12: ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PROMEDIO DE ALTURA DE MAZORCA (cm) POR TRATAMIENTO.

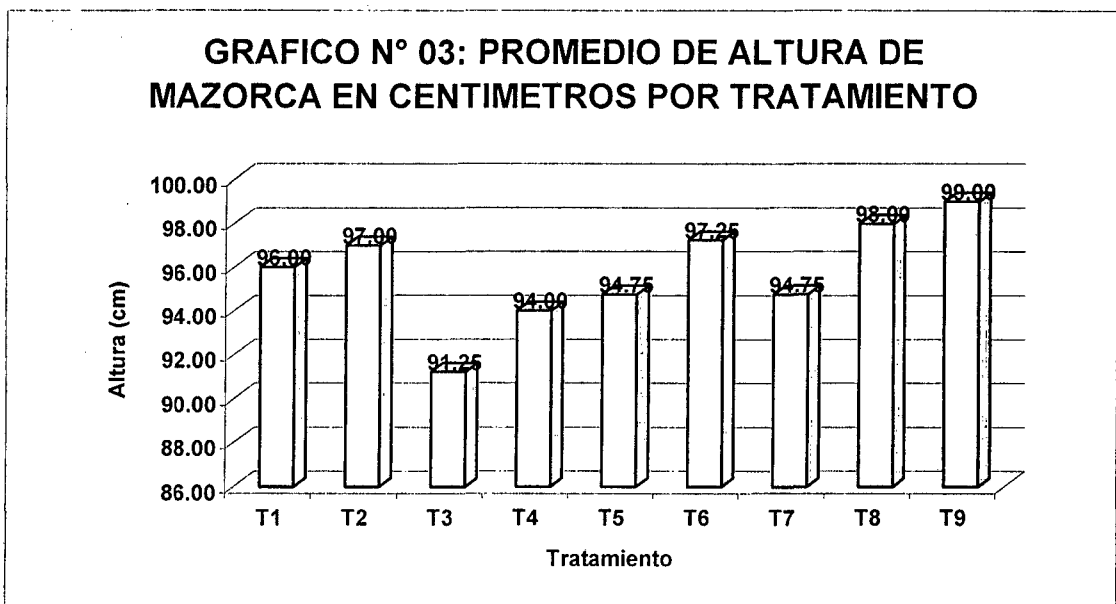
FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
REPETICIÓN	3	11,56	37,1860		
FACTOR A	2	41,06	20,5300	0,7468	N. S.
ERROR	6	164,94	27,4900		
FACTOR B	2	16,73	8,3650	0,3020	N. S.
INTERAC. A x B	4	121,44	30,3600	1,0962	N. S.
ERROR	18	498,50	27,6940		
TOTAL	35	954,23			

$\bar{x} = 95,8$

C.V. = 5,49 %

$R^2 = 69,5 \%$

(N. S.) = No significativo



$T_1 = 120-50000$ $T_2 = 120-62500$ $T_3 = 120-70000$ $T_4 = 150-50000$ $T_5 = 150-62500$

$T_6 = 150-70000$ $T_7 = 180-50000$ $T_8 = 180-62500$ $T_9 = 180-70000$

5.6. NUMERO DE PLANTAS COSECHADAS

CUADRO N° 13: ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PROMEDIO DEL NUMERO DE PLANTAS A LA COSECHA POR TRATAMIENTO.

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
REPETICIÓN	3	1,222	0,409		
FACTOR A	2	30,726	15,363	0,5179	N. S.
ERROR	6	171,938	29,660		
FACTOR B	2	322,890	161,446	22,7325	**
INTERAC. A x B	4	29,940	7,486	1,0541	N. S.
ERROR	18	127,833	7,102		
TOTAL	35	690,560			

$\bar{x} = 41,61$

C.V. = 6,40 %

$R^2 = 65,7 \%$

(N. S.) = No significativo

(**) = Altamente significativo

CUADRO N° 14: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PROMEDIO DE PLANTAS A LA COSECHA POR TRATAMIENTO. (Ajustado mediante observaciones concomitantes)

ORDEN MERITO	TRATAMIENTO	PROMEDIO N° Plantas Cosechadas	SIGNIFICANCIA
1	T ₉ (180N – 70 000 plantas)	45,50	a
2	T ₂ (120N – 62 500 plantas)	43,00	ab
3	T ₃ (120N – 70 000 plantas)	42,50	abc
4	T ₆ (150N – 70 000 plantas)	41,25	bcd
5	T ₈ (180N – 62 500 plantas)	40,00	bcd
6	T ₅ (150N – 62 500 plantas)	39,50	cd
7	T ₁ (120N – 50 000 plantas)	39,00	cd
8	T ₇ (180N – 50 000 plantas)	38,50	d
9	T ₄ (150N – 50 000 plantas)	38,00	d

Los promedios unidos por una misma letra no se diferencian estadísticamente.

CUADRO N° 15: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL EFECTO DE LA DENSIDAD (FACTOR B) PARA EL PROMEDIO DE NUMERO DE PLANTAS A LA COSECHA.

ORDEN MERITO	DENSIDAD Plantas/Ha	PROMEDIO N° Plantas/Area neta	SIGNIFICANCIA
1	d ₃ (70 000 plantas)	43,08	a
2	d ₂ (62 500 plantas)	40,83	ab
3	d ₁ (50 000 plantas)	38,50	c

Existe diferencia significativa entre las densidades.

5.7. NUMERO TOTAL DE MAZORCAS

CUADRO N° 16: ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NUMERO TOTAL DE MAZORCAS COSECHADAS POR TRATAMIENTO.

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
REPETICIÓN	3	22,889	7,630		
FACTOR A	2	15,167	7,584	0,2678	N. S.
ERROR	6	169,944	28,324		
FACTOR B	2	85,167	42,584	4,9716	*
INTERAC. A x B	4	72,667	18,167	2,1211	N. S.
ERROR	18	154,161	8,565		
TOTAL	35	520,001			

$\bar{x} = 39,33$

C.V. = 7,44 %

$R^2 = 62,4 \%$

(N. S.) = No significativo

(*) = Significativo

CUADRO N° 17: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PROMEDIO DE MAZORCAS COSECHADAS POR TRATAMIENTO.

ORDEN MERITO	TRATAMIENTO	PROMEDIO N° Mazorcas Cosech.	SIGNIFICANCIA
1	T ₉ (180N – 70 000 plantas)	44,25	a
2	T ₂ (120N – 62 500 plantas)	41,00	ab
3	T ₃ (120N – 70 000 plantas)	41,00	ab
4	T ₆ (150N – 70 000 plantas)	39,00	b
5	T ₅ (150N – 62 500 plantas)	38,25	b
6	T ₄ (150N – 50 000 plantas)	38,00	b
7	T ₇ (180N – 50 000 plantas)	38,00	b
8	T ₈ (180N – 62 500 plantas)	37,25	b
9	T ₁ (120N – 50 000 plantas)	37,25	b

Los tratamientos signados con la misma letra no son significativos entre sí.

CUADRO N° 18: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL EFECTO DEL FACTOR B (DENSIDAD) PARA EL PROMEDIO DE NUMERO TOTAL DE MAZORCAS COSECHADAS.

ORDEN MERITO	DENSIDAD Plantas/Ha	PROMEDIO N° Mazorcas/Area neta	SIGNIFICANCIA
1	d ₃ (70 000 plantas)	41,42	a
2	d ₂ (62 500 plantas)	38,83	ab
3	d ₁ (50 000 plantas)	37,75	b

Existe diferencia significativa entre las densidades.

5.8. RENDIMIENTO EN KILOGRAMO POR HECTAREA

CUADRO N° 19: ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PROMEDIO DE RENDIMIENTO DE GRANO POR TRATAMIENTO. (Kg/Ha).

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
REPETICIÓN	3	431193,152	143731,051		
FACTOR A	2	646382,531	323191,266	0,9814	N. S.
ERROR	6	197592,018	329320,503		
FACTOR B	2	528977,327	264488,663	1,7821	N. S.
INTERAC. A x B	4	1529662,215	382415,554	2,5767	N. S.
ERROR	18	2671398,405	148411,023		
TOTAL	35	7783536,648			

$\bar{x} = 4674,47$

C.V. = 8,24 %

$R^2 = 60,0 \%$

(N. S.) = No significativo

CUADRO N° 20: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PROMEDIO DE RENDIMIENTO (Kg/Ha) POR TRATAMIENTO.

ORDEN MERITO	TRATAMIENTO	PROMEDIO Rendimiento (Kg/Ha)	SIGNIFICANCIA
1	T ₉ (180N – 70 000 plantas)	5215,0	a
2	T ₇ (180N – 50 000 plantas)	4898,0	ab
3	T ₁ (120N – 50 000 plantas)	4868,0	ab
4	T ₆ (150N – 70 000 plantas)	4711,0	ab
5	T ₂ (120N – 62 500 plantas)	4706,0	ab
6	T ₄ (150N – 50 000 plantas)	4545,0	b
7	T ₈ (180N – 62 500 plantas)	4454,0	b
8	T ₅ (150N – 62 500 plantas)	4350,0	b
9	T ₃ (120N – 70 000 plantas)	4323,0	b

Los tratamientos que están unidos por una misma letra no difieren significativamente.

CUADRO N° 21: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL EFECTO PRINCIPAL DEL FACTOR A (NIVEL DE FERTILIZACIÓN) SOBRE EL PROMEDIO DEL RENDIMIENTO EN GRANO

ORDEN MERITO	NIVEL FERTILIZACIÓN NITROGENADA	PROMEDIO RENDIMIENTO (Kg/Ha)	SIGNIFICANCIA
1	N ₃ (180 Kg/Ha)	4 855,7	a
2	N ₁ (120 Kg/Ha)	4 632,3	a
3	N ₂ (150 Kg/Ha)	4 535,3	a

No existe diferencia significativa entre los niveles de fertilización nitrogenada.

CUADRO N° 22: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL EFECTO PRINCIPAL DEL FACTOR B (DENSIDAD) SOBRE EL PROMEDIO DE RENDIMIENTO EN GRANO.

ORDEN MERITO	DENSIDAD Plantas/Ha	PROMEDIO RENDIMIENTO (Kg/Ha)	SIGNIFICANCIA
1	d ₁ (50 000 plantas)	4 770,3	a
2	d ₃ (70 000 plantas)	4 749,3	a
3	d ₂ (62 500 plantas)	4 503,3	a

No existe significancia entre las densidades.

5.9. ANALISIS ECONÓMICO

CUADRO N° 21: ANALISIS ECONOMICO DE LOS TRATAMIENTOS EXPRESADO EN NUEVOS SOLES Y LA RELACIÓN COSTO – BENEFICIO EXPRESADO EN PORCENTAJE PARA UNA HECTAREA DE CULTIVO DE MAIZ.

TRATAM.	RENDIM. (Kg/Ha)	BENEF. BRUTO S/.	COSTO PROD. S/.	COSTO/K G S/.	BENEF. NETO S/.	RENTAB. ECON. %	COSTO//BE N %
T ₉	5215	2346.00	1882.00	0,36	464.00	25,0	80,0
T ₇	4898	2204.00	1867.00	0,38	337.00	18,0	84,7
T ₁	4868	2191.00	1724.00	0,35	467.00	27,0	78,7
T ₆	4711	2120.00	1811.00	0,38	309.00	17,0	85,0
T ₂	4706	2118.00	1733.00	0,37	385.00	22,0	82,0
T ₄	4545	2045.00	1796.00	0,39	249.00	14,0	88,0
T ₈	4454	2004.00	1879.00	0,42	125.00	7,0	93,7
T ₅	4350	1958.00	1805.00	0,41	153.00	8,5	92,2
T ₃	4323	1945.00	1740.00	0,40	205.00	12,0	89,5

NOTA:

- Precio por kilogramo de maíz comercial= S/. 0,45 (Dic. 1 999)

- Donde:

Relación costo beneficio C/B = $\frac{\text{Costo total de producción}}{\text{Beneficio bruto de producción}} \times 100$

Rentabilidad económica % = $\frac{\text{Beneficio o Ingreso neto}}{\text{Costo total de producción}} \times 100$

VI. DISCUSIÓN

6.1. DE LA EMERGENCIA DE PLANTAS EN PORCENTAJE

En el Cuadro N° 05 de Resultados, se muestra el Análisis de Varianza para la Emergencia de Plantas no existiendo diferencia significativa entre los tratamientos ni por efecto de los factores, ni de la interacción.

En el Gráfico N° 01 se observa el promedio de emergencia en porcentaje, donde se ha obtenido estadísticamente los mismos porcentajes de emergencia en promedio por tratamiento con valores de 86,53; 85,07; 84,65; 84,63; 84,00; 84,00; 83,93; 83,13; y 81,93 % respectivamente.

Esto demuestra que se tuvo una germinación uniforme por cada uno de los tratamientos debido a que, la calidad de la semilla, la temperatura y el contenido de humedad del suelo fueron similares en cada una de las subparcelas experimentales.

Estos resultados concuerdan con la información citada por **PERETTI (1 994)** que considera la calidad de la semilla como fundamental para obtenerse al máximo la implantación del cultivo en condiciones óptimas de siembra y cuya uniformidad en la germinación está en función a las condiciones agroclimáticas.

6.2. DEL NUMERO DE PLANTAS ESTABLECIDAS

El Análisis de Varianza para el Número de Plantas establecidas que se presentan el Cuadro N° 06 de Resultados, reporta alta significación estadística para el efecto de la densidad (Factor B), no encontrándose significación para el nivel de fertilización (Factor A), ni para la interacción Nivel Fertilización – Densidad (A x B), sobre los tratamientos evaluados.

Por su parte la Prueba de Duncan (Cuadro N° 07), determina que entre los tratamientos existe diferencia estadística. Los tratamientos T9 (180 N - 70 000 plantas/Ha), T3 (120N – 70 000 plantas/Ha) y T6 (150 N – 70 000 plantas/Ha) son los más representativos y son los que ocupan precisamente los tres primeros lugares para el número de plantas establecidas con valores de 52,25; 50,25; y 49,00 plantas respectivamente.

Así mismo los tratamientos T7 (180 N – 50 000 plantas/Ha), T4 (150 N – 50 000 plantas/Ha) y T1 (120 N – 50 000 plantas/Ha), obtuvieron menor número de plantas establecidas con valores de 40,50; 40,25; y 39,50 plantas respectivamente.

Independientemente la Prueba de Duncan (Cuadro N° 08), realizado para el efecto del Factor B, determina diferencia significativa entre las densidades.

Durante el transcurso de los 20 días después de la siembra y antes de contabilizarse el número de plantas establecidas en cada uno de los tratamientos no se presentó ataques severos de insectos ni daños causados por animales que pueden haber determinado variación en el número de plantas establecidas. Por consiguiente la diferencia en la cantidad de plantas establecidas en cada uno de los tratamientos se debe al efecto significativo de las densidades, al efecto mínimo de la fertilización, influenciada por las condiciones agroclimáticas que se presentaron después de la siembra.

Podemos complementar lo referido con la información del **MINISTERIO DE AGRICULTURA (1 998)**, que indica; la cantidad de plantas establecidas depende de las condiciones de fertilidad del suelo, disponibilidad de agua, y de los sistemas de siembra. El productor maicero debe usar en la siembra 25 % más de semilla para compensar posibles pérdidas por daño mecánico, mala germinación y ataque de plagas y enfermedades y de esta forma obtener una óptima población de plantas.

6.3. DE LOS DIAS A LA FLORACIÓN FEMENINA

Según el Análisis de Varianza para la variable Días a la Floración Femenina, ilustrada en el Cuadro N° 09, se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

La Prueba de Duncan para la interacción de los factores sobre los días a la floración femenina mostrada en el Cuadro N° 10, determina la significancia del tratamiento T3 (120 N – 70 000 plantas/Ha), con respecto a los tratamientos T8 (180 N – 62 500 plantas/Ha) y T1(120 N – 50 000 plantas/Ha). Esto indica que los tratamientos T1 y T8 obtuvieron más pronto la floración a los 58,25 días en comparación al tratamiento T3 que alcanzó la floración más tardía, a los 60,0 días.

De lo expuesto se puede precisar que no existe influencia de la densidad de plantas sobre el inicio de la floración, así como la aplicación de fertilizante únicamente nitrogenado no tuvo mayor efecto en la variación de los días a la floración. Probablemente estos resultados se deban a otros factores tales como: la eficiencia de la aplicación de los riegos teniendo en cuenta que en algunas de las subparcelas experimentales se tuvo problemas por compactación de suelos y alta incidencia de malezas.

La variabilidad en días para alcanzar la floración femenina de 58,25 a 60,0 días encontrados en el presente experimento son relativamente similares a lo mencionado por el **INIA (1 995)**, correspondiendo al híbrido PIMSE 3 un rango de 55 a 60 días.

6.4. DE LA ALTURA DE PLANTA EN CENTÍMETROS

El Análisis de Varianza para la Altura de Planta (Cuadro N° 11), determina que para cada uno de los factores y para la interacción no existe diferencia significativa.

La altura promedio de plantas de los tratamientos estadísticamente son las mismas, con valores de 202,5; 199,5; 199,3; 198,8; 197,8; 196,5;

196,5; 196,3; y 195,0 cm respectivamente. Los tratamientos con alta dosis de nitrógeno y altas densidades alcanzaron mayor altura de planta pero sin tener mayor diferencia estadística con respecto a los demás tratamientos (Gráfico N° 02).

Lo expuesto anteriormente se ajusta de alguna manera a la información citada por **EMBRAPA (1 995)**, que reporta que en plantaciones con altas densidades se obtienen plantas altas pero con menor diámetro de tallo y menor grado de materia seca por competencia de luz.

6.5. DE LA ALTURA DE MAZORCA EN CENTIMETROS

En el Cuadro N° 12, se muestra el Análisis de Varianza para la Altura de Mazorca en la cual se aprecia que no existe significancia estadística entre los tratamientos evaluados.

En el Gráfico N° 03, se observa el promedio de altura de mazorca en cm. para cada uno de los tratamientos con valores de 99,0; 98,0; 97,25; 97,0; 96,0; 94,75; 94,75; 94,0; y 91,25 cm respectivamente. Correspondiendo al tratamiento T9 (180 N – 70 000 plantas/Ha) la mayor altura de mazorca con 99,0 cm pero sin diferenciarse estadísticamente de los demás tratamientos.

La altura de mazorca obtenida en promedio en el presente experimento no difiere de lo obtenido por el **INIA (1 995)**, que indica que el híbrido PIMSE 3 presenta una altura de mazorca que varía de 90 a 98 cm según las condiciones en la que se desarrolla el cultivo.

Este comportamiento se atribuye a que no hubo influencia de los factores estudiados, ni tampoco de la interacción de los mismos sobre la altura de mazorca, por consiguiente no existe variación significativa entre los tratamientos.

6.6. DEL NUMERO DE PLANTAS A LA COSECHA

En el Análisis de Varianza para el Número de Plantas Cosechadas, mostrada en el Cuadro N° 13, se observa alta diferencia significativa para el Factor B (Densidad), mientras que para el Factor A (Nivel Fertilización) y la interacción no existe significancia estadística.

En el Cuadro N° 14, se muestra la Prueba de Duncan para el promedio del número de plantas a la cosecha ajustado mediante observaciones concomitantes, encontrándose diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento T9 (180 N – 70 000 plantas/Ha), es más representativo y alcanzó mayor número de plantas a la cosecha (45,50 plantas), en comparación al tratamiento T4 (150 N – 50 000 plantas/Ha) que alcanzó menos plantas a la cosecha con un valor de 38,00 plantas respectivamente.

Al realizar por separado la Prueba de Duncan para el efecto del Factor B, se encontró diferencia significativa entre las densidades (Cuadro N° 15).

Evidentemente estos resultados demuestran que los tratamientos que presentan altas densidades, son los que llegaron a tener mayor número de plantas al final del ciclo vegetativo del cultivo, confirmándose que el

híbrido PIMSE 3 está adaptado a densidades altas y no tiene problemas de competencias entre plantas, dependiendo de la cantidad de fertilizante nitrogenado que se aplica al suelo.

El número de plantas que han llegado a la cosecha es un factor importante que determina la producción y el rendimiento en cada uno de los tratamientos, confirmando la información de **NAKAHODO (1 992)**, que refiere; que la densidad óptima depende de cada híbrido, de la fertilidad del suelo, del clima, etc. Así mismo la cantidad de plantas que llegan a la cosecha constituye uno de los factores claves y fundamentales para la producción de maíz.

6.7. DEL NUMERO TOTAL DE MAZORCAS

El Análisis de Varianza para el Número Total de Mazorcas Cosechadas que se ilustra en el Cuadro N° 16 indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos por efecto del Factor Densidad.

La prueba Múltiple de Duncan (Cuadro N° 17), para el promedio del número total de mazorcas; nos muestra que los tratamientos T9, T2, y T3 son los más representativos y presentan mayor número de mazorcas con valores de (42,25; 41,00; y 41,00 respectivamente), en comparación con los tratamientos T6, T5, T4, T7, T8 y T1 que alcanzaron valores de 39,00; 38,25; 38,00; 38,00; 37,25; y 37,25 mazorcas respectivamente.

Individualmente la Prueba de Duncan (Cuadro N° 18), para el efecto del Factor Densidad, reporta que entre las densidades existe significancia estadística.

Estos resultados y los que corresponden a plantas a la cosecha (Cuadro N° 14), guardan estrecha relación, es decir el número de mazorcas cosechadas está en función al número de plantas cosechadas, aunque la posición de los tratamientos varía relativamente debido a que algunas plantas presentaron uno y dos mazorcas, y otras ninguna.

6.8. RENDIMIENTO EN GRANO

El Análisis de Varianza para el Rendimiento en Grano, resultó ser no significativo, lo cual indica que entre los tratamientos no existió comportamiento diferente (Cuadro N° 19).

En el Cuadro N° 20 se muestra la prueba Múltiple de Duncan para el promedio de rendimiento en grano al 14 % de humedad comercial, observándose diferencia significativa del tratamiento T9 (180 N – 70 000 plantas/Ha) que alcanzó el máximo rendimiento de 5 215 kg/Ha con respecto a los tratamientos T4 (150 N – 50 000 plantas/Ha), T8 (180 N – 62 500 plantas/Ha), T5 (150 N – 62 500 plantas/Ha) y T3 (120 N – 70 000 plantas/Ha) que han obtenido menor rendimiento en grano con valores de 4 545, 4 454, 4 350 y 4 324 kg/Ha respectivamente.

Individualmente la Prueba de Duncan (Cuadro N° 21) para el efecto del Factor A determina que no existe diferencia significativa entre los niveles de fertilización nitrogenada.

Por su parte, al realizarse por separado la Prueba de Duncan para el efecto del Factor B, no se encontró diferencia significativa entre las densidades (Cuadro N° 22).

La variación del rendimiento posiblemente está en función a la Interacción conjunta de los Factores, mas no por efecto individual del Nivel de Fertilización ni tampoco del Factor Densidad, es así que el tratamiento T9 (180 N – 70 000 plantas/Ha) que obtuvo el mayor rendimiento en grano es significativamente diferente con respecto al tratamiento T8 (180 N – 62 500 plantas/Ha), a pesar que este tratamiento presenta una alta dosis de fertilización nitrogenada, y éste a su vez no difiere del tratamiento T3 (120 N – 70 000 plantas/Ha), que alcanzó el más bajo rendimiento presentando menor dosis de Nitrógeno y alta densidad de plantas.

Por lo tanto, estos resultados conllevan a deducir que hubo influencia de otros factores indistintos a la fertilización y densidad, tales como: eficiencia de los riegos aplicados en cada una de las subparcelas experimentales, grado de compactación del suelo en algunas subparcelas por el uso intensivo de maquinaria agrícola, incidencia de malezas y/o contaminación del suelo por agroquímicos; los cuales reflejan el rendimiento alcanzado por cada uno de los tratamientos.

El máximo rendimiento alcanzado en el presente trabajo experimental difiere considerablemente de lo obtenido por el **INIA (1 998)**, que

reporta un rendimiento de 3 900 kg/Ha del híbrido PIMTE INIA al aplicarse 180 kg de Nitrógeno y con una densidad de siembra de 70 000 plantas/Ha. Esta diferencia puede estar en función a las condiciones climáticas en la que se desarrolló cada experimento, teniendo en cuenta que en el presente estudio se aplicaron riegos complementarios, lo cual no se realizó en el experimento ejecutado por el INIA.

6.9. DEL ANALISIS ECONÓMICO

Todos los tratamientos fueron sometidos bajo el mismo paquete tecnológico y al analizar los costos de producción de cada uno de ellos, se observa que existe una moderada variación (Anexo – Cuadro N° 01), esa variación sólo se eleva para aquellos tratamientos en la cual se aplicó mayor dosis de fertilizantes nitrogenados.

El tratamiento T9 (180 N – 70 000 plantas/Ha), es el que reporta el costo de producción más alto con S/. 1 882.00 Nuevos Soles, con respecto al tratamiento T1 (120 N – 50 000 plantas/Ha) que alcanzó el menor costo de producción con S/. 1 724.00 Nuevos Soles respectivamente.

Del análisis de la rentabilidad y la relación costo – beneficio de cada uno de los tratamientos (Resultados – Cuadro N° 21), se deduce lo siguiente:

- En todos los tratamientos se observa un beneficio neto que varía de S/. 467.00 Nuevos Soles a S/. 125.00 Nuevos Soles, no existiendo pérdidas o déficit en ninguno de los tratamientos.
- El tratamiento T8 (180 N – 62 500 plantas/Ha), reporta el más alto costo por kilogramo, esto se debe a que se realiza una inversión de S/. 0,42 Nuevos Soles para obtener un kilogramo de grano seco, comparando con el tratamiento T1 (120 N – 50 000 plantas/Ha) que obtiene el menor costo por kilogramo de S/. 0,35 Nuevos Soles.
- El tratamiento T9 (180 N – 70 000 plantas/Ha) que alcanzó el más alto rendimiento con 5 215 kg/Ha reporta un beneficio bruto de S/. 2 346.00 Nuevos Soles, sin embargo, obtuvo un beneficio neto de S/. 464.00 Nuevos Soles y una rentabilidad de 25 %. Mientras que el tratamiento T1 (120 N – 50 000 plantas/Ha) que ocupó el tercer lugar en rendimiento con 4 868 kg/Ha reporta un beneficio bruto de S/. 2 191.00 Nuevos Soles alcanzando un beneficio neto de S/. 467.00 Nuevos Soles, es el tratamiento que tiene mayor rentabilidad económica con 27 %, debido a que en este tratamiento se invirtió menos, obteniéndose mayor utilidad o beneficio económico.
- Al analizar la relación Costo – Beneficio se observa que el tratamiento T1 (120 N – 50 000 plantas/Ha), alcanzó la relación en porcentaje de 78,7 % seguido del tratamiento T9 (180 N – 70 000 plantas/Ha) con valor de 80,0 % y el que reporta el más alto valor en cuanto a la relación C/B es el T8 (180 N – 62 500 plantas/Ha) con 93,7 %.

VII. CONCLUSIONES

1. No se encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, para las características agronómicas tales como: emergencia de plantas, floración femenina, altura de planta y altura de mazorca. Es decir no hubo influencias significativa de los factores ni de la interacción de los mismos.
2. El número de plantas establecidas, el número de plantas a la cosecha y el número total de mazorcas cosechadas, se vieron influenciadas significativamente por el efecto de las densidades (Factor B), existiendo diferencias altamente significativa entre los tratamientos evaluados.
3. Existe diferencia significativa sobre el rendimiento entre los tratamientos evaluados por efecto de la interacción conjunta de los factores estudiados.
4. En cuanto a todos los parámetros evaluados, el tratamiento T9 (180 N – 70 000 plantas/Ha), resultó ser el más representativo alcanzando mayor altura de planta y mazorca, así como también, obtuvo más plantas establecidas, mayor cantidad de plantas y mazorcas cosechadas y, sobre todo, es el que alcanzó el máximo rendimiento en comparación a los demás tratamientos.
5. Con respecto al rendimiento de grano, el tratamiento T9 (180 N – 70 000 plantas/Ha) obtuvo el más alto promedio de rendimiento con 5 215 kg/Ha presentando una mejor aptitud de adaptación y habilidad productiva. Esto significa que el tratamiento con un nivel de 180 kg de

nitrógeno y una densidad de 70 000 plantas/Ha, aprovechó en mejores condiciones la disposición del espacio, así como la disponibilidad de nutrientes aportados al suelo.

6. Al realizar el análisis económico y la relación Costo – Beneficio de cada uno de los tratamientos, se observa que el tratamiento T1 (120 N – 50 000 plantas/Ha), mostró mayor rentabilidad económica con un beneficio neto de S/. 467,00 Nuevos Soles y una relación C/B de 78,7 %, seguido del tratamiento T9 (180 N – 70 000 plantas/Ha), con un beneficio neto de S/. 464,00 Nuevos Soles y con una relación C/B de 80,0 % respectivamente, por consiguiente el tratamiento T1 (120 N – 50 000 plantas/Ha) es el más conveniente para el agricultor maicero de la zona

7. El material genético utilizado en el experimento fue el híbrido PIMSE 3 constituido del cruce simple entre las líneas 72 x 91 provenientes de la población 24 y 36 del CIMMYT, concluyendo que este híbrido presenta características agronómicas adecuadas como: altura de planta, altura de mazorca, resistencia al acame, resistencia a enfermedades, medianamente tolerante a plagas, buena cobertura y aspecto de mazorca, y granos de buen peso y tamaño, siendo una alternativa para incrementar la producción del maíz amarillo duro en nuestra región.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda repetir el trabajo de fertilización y densidad de siembra, cuyas características edafo climáticas, sean diferentes al área donde se ejecutó el experimento.
2. Continuar realizando trabajos experimentales sobre prácticas culturales como sistema de riego, mecanización agrícola, control de malezas, asociación de cultivos y control fitosanitario; sobre el híbrido PIMSE 3 por presentar buen comportamiento agronómico.
3. Fomentar la práctica de la fertilización nitrogenada aplicando dosis de 120 a 180 kg/Ha, así mismo establecer una densidad de siembra de 50 000 plantas/Ha en el híbrido PIMSE 3, teniendo en cuenta las características o condiciones del suelo.
4. Realizar trabajos de investigación sobre fertilización y/o abonamiento en campos de agricultores de diferentes localidades, con la finalidad de evaluar el rendimiento y poder recomendar al híbrido para determinadas zonas con características de suelo totalmente diferentes.
5. Fomentar trabajos experimentales alternativos al uso de agroquímicos.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. CALZADA B. J. 1 970. Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Jurídica. Lima Perú. 60 p.
2. CEPES 2 000. La Revista Agraria publicada por el Centro Peruano de Estudios Sociales. Distribuido por La República. Lima. 8p.
3. CIMMYT. 1 998. Manejo de Ensayos e Informe de Datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz. 13p.
4. COMMITTE SOIL IMPROVEMENT. 1 998. Manual de Fertilizantes. Editorial Limusa. México. 77 p.
5. DEL BO, L. M. 1 980. Manual del Cultivador Moderno. Barcelona – España. 112 p.
6. ECHEVERRIA, T. R. 1 998. Manejo de la Fertilización en el Cultivo del Maíz. Tema presentado al Curso Tecnología para la Producción de Maíz Amarillo Duro y Transferencia Tecnológica. Tarapoto – Perú. 10 p.
7. EMPRESA BRASILEIRA de Pesquisa Agropecuaria. 1 995. Fisiología da Planta de Milho. Circular Técnica. Brasil. 20 – 30 p.

8. FOUNDATHION FOR AGRONOMIC RESEARCH. 1 998. Manual de Fertilidad de los Suelos. Impresión en Español por la FAR – Canadá. 30 p.
9. IDEA BOOKS. 1 997. Biblioteca de Agricultura. Barcelona – España. 475 p.
10. INIA. 1 995. Opción Tecnológica de Maíz Híbrido. Programa Nacional de Investigación en Maíz. E. E. “El Porvenir”. Tarapoto – Perú. 28 p.
11. INIA. 1 998. Memoria Anual. Informe de Proyectos Terminados del PNIMA. E. E. “El Porvenir”. Tarapoto – Perú. 40 p.
12. JUNGENHEIMER, W. R. 1 970. Métodos de Cultivo y Producción de Semillas de Variedades Mejoradas. Editorial Limusa. México. 46 p.
13. METCALFE, D. S. Y ELKINS M. D. 1 987. Producción de Cosechas. Fundamentos y Prácticas. Editorial Limusa. México. 20 p.
14. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Zona Agraria IX. 1 982. Estudio Detallado de Suelos. E. E. “El Porvenir”. 62 p.
15. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1 998. Curso Tecnología para la Producción de Maíz Amarillo Duro y Transferencia Tecnológica. Tarapoto – Perú. 3 – 10 p.

16. NAVARRO, V. M. 1 988. Tesis. Ensayo y Fertilización NPK y Uso de Mulch en Maíz en Suelos de Ladera en Tarapoto. 68 – 69 p.
17. NAKAHODO, J. 1 992. Siembra y Abonamiento del Maíz Amarillo Duro. Actividad Difusión de Tecnología del Proyecto TTA. La Molina – Perú. 25 p.
18. PARSONS, D. B. 1 988. Manual para la Educación Tecnológica Agropecuaria. Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. México. 2 p.
19. PERETTI, A. 1 994. Manual para Análisis de Semillas. Editorial Hemisferio Sur. Primera Edición. Buenos Aires. 13 – 14 p.
20. RICALDI, N. V. 1 990. Desarrollo de Tecnologías Agrarias en la Selva Alta. Proyecto APODESA. Lima – Perú. 60 p.
21. SENAMHI. 1 999. Boletín Hidrometeorológico Regional. Dirección Regional de San Martín. Tarapoto – Perú.
22. TISDALE, S. L. Y NELSON, L. W. 1 991. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. UTEHA. México. 78 p.
23. URQUIAGA, S. 1 980. Fertilizantes y Fertilización. UNA “La Molina”. Lima – Perú. 30 p.

24. VILLAGARCIA, S. y ZAPATA. 1 980. Manual de Uso de Fertilizantes. Departamento de Suelos y Fertilizantes de la UNA "La Molina". Lima – Perú. 14 p.

25. YAGODIN, B. A. 1 986. Agroquímica. Tomo I. Traducido al Español por Editorial MIR. Moscú. 256 p.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en los campos experimentales de la Estación Experimental "El Porvenir", ubicado en el Km. 14.5 de la Carretera Marginal Sur, Distrito de Juan Guerra, Provincia de San Martín y Región San Martín (Perú); localizado geográficamente a una Latitud Sur de 6° 35', una altitud de 232 m.s.n.m. y a una longitud de 76° 30'.

Con el objetivo de encontrar una dosis óptima de nitrógeno y una adecuada densidad de siembra en el cultivo de maíz híbrido PIMSE 3 se realizó el experimento, evaluándose el efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada y tres densidades de siembra sobre el rendimiento del cultivo de la zona del Bajo Mayo.

Las dosis de nitrógeno utilizados fueron de 120, 150 y 180 kg/Ha y las densidades de siembra de 50 000, 62 500 y 70 000 plantas/Ha, aplicándose el nitrógeno en dos fracciones, la primera a los 10 días después de la siembra, y la segunda al momento del aporque.

Se empleó el diseño experimental de Parcelas Divididas conducidos en bloques completamente randomizados con 04 repeticiones, estudiándose 09 tratamientos con 36 unidades experimentales; y los resultados se analizaron mediante el análisis de varianza y la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan. El suelo donde se realizó el experimento se caracterizó por presentar una textura franco arcillosa con buen porcentaje de materia orgánica.

De los resultados obtenidos se concluye que el tratamiento T9 (180 N – 70 000 plantas/Ha), alcanzó el máximo rendimiento con 5 215 kg/Ha en comparación al tratamiento T3 (120 N – 70 000 plantas/Ha) que obtuvo el menor rendimiento con 4 323 kg/Ha. Al efectuar el análisis económico se observa que el tratamiento T1 (120 N – 50 000 plantas/Ha), que ocupó el tercer lugar en rendimiento con 4 868 kg/Ha, es el tratamiento que mostró mayor rentabilidad económica, es decir el tratamiento que obtuvo mayor utilidad o beneficio económico.

SUMMARY

The present research took place at the experimental station of the "El Porvenir", located in 14,5 km of the Marginal Sur Road, Juan Guerra, District, Province of San Martín (Perú), located at $6^{\circ} 35'$ south latitude, at 232 above sea level, and $76^{\circ} 30'$ longitude.

Our aim was to find and the best nitrogen dose and an adequate seed planting density for hybrid corn – type PIMSE 3. The results were evaluated in three levels nitrogen fertilizing and there different seed – planting density related to harvest efficiency in the Bajo Mayo river area.

The nitrogen dose was 120, 150 and 180 kg por hectare and the seed – planting density was 50 000, 62 500 and 70 000 plants por hectare, using nitrogen in two times: first time, 10 days after seed planting, and the second time at the present harvest.

We used the experimental design of Divided lot or Parcels of Ground divided in four areas analyzing 9 different treatments with 36 experimental units, and the results were verified using an analysis of changing and the Duncan Multiple Range test. The soil where the experiment took place, had a regular percentage of organic materia and high argillaceous texture.

From the results we can conclude that the treatment T9 (180 N – 70 000 plant for hectare) reached the maximum efficiency of 5 225 plants/hectare, in comparison

with the treatment T3 (120 N – 70 000 plants/hectare) which obtain less efficiency: 4 343 kg/hectare. As a result of the economic analysis, we can say that the T1 treatment (120 N – 50 000 plants/hectare), occupied the third place in efficiency with 4 868 kg/Ha, so this is the treatment which show the best economic efficiency, that is to say the treatment which obtained the best economic profits.

ANEXOS

CUADRO N° 01: COSTOS DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTO DE CULTIVO DE MAÍZ (Zea mays), HIBRIDO PIMSE 3.

ESPECIFICACIONES	UNID. MED.	CANT.	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9	
			120N-50000		120N-62500		120N-70000		150N-50000		150N-62500		150N-70000		150N-70000		150N-70000		150N-70000	
			P.U.	P.T.	P.U.	P.T.	P.U.	P.T.	P.U.	P.T.	P.U.	P.T.	P.U.	P.T.	P.U.	P.T.	P.U.	P.T.	P.U.	P.T.
5. MATERIAL, EQUIPO Y OTROS																				
Azadón	Unid.	1/4	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5
Machete	Unid.	1/2	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5
Hilo rafia	Rollo	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Agujas	Unid.	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Sacos	Unid.	100	0,8	80	0,8	80	0,8	80	0,8	80	0,8	80	0,8	80	0,8	80	0,8	80	0,8	80
Desgrane	H/M	2	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60
Transporte	Flete	2	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60
Análisis de suelo	Unid.	1	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
COSTO TOTAL DIRECTO (C. D.)				1597		1605		1611		1663		1671		1677		1729		1740		1743
B. COSTOS INDIRECTOS				127		128		129		133		134		134		138		139		139
1. Gastos Administrativos (8 % C. D.)																				
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1724		1733		1740		1796		1805		1811		1867		1879		1882
C. ANALISIS ECONOMICO																				
RENDIMIENTO Kg/ha				4868		4706		4323		4545		4350		4711		4898		4454		5215
PRECIO POR KILOGRAMO				0,45		0,45		0,45		0,45		0,45		0,45		0,45		0,45		0,45
VALOR BRUTO DE PRODUCCIÓN				2191		2118		1945		2045		1958		2120		2204		2004		2346
VALOR NETO DE PRODUCCIÓN				467		385		205		249		153		309		337		125		464

CUADRO N° 02: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL PROMEDIO DE EMERGENCIA DE PLANTAS EN PORCENTAJE POR TRATAMIENTO.

ORDEN MERITO	TRATAMIENTO	PROMEDIO % GERMINACION	SIGNIFICANCIA
1	T ₅ (150N – 62 500 plantas)	86,53	a
2	T ₁ (120N – 50 000 plantas)	85,07	a
3	T ₈ (150N – 62 500 plantas)	94,65	a
4	T ₂ (120N – 62 500 plantas)	84,63	a
5	T ₇ (180N – 50 000 plantas)	84,00	a
6	T ₆ (150N – 70 000 plantas)	84,00	a
7	T ₃ (120N – 70 000 plantas)	83,93	a
8	T ₉ (180N – 70 000 plantas)	83,13	a
9	T ₄ (150N – 50 000 plantas)	91,93	a

CUADRO N° 03: PRUEBA MULTIPLE DE DUNCAN PARA EL PROMEDIO DE ALTURA DE PLANTA EN CENTIMETROS POR TRATAMIENTO.

ORDEN MERITO	TRATAMIENTO	PROMEDIO (Altura cm)	SIGNIFICANCIA
1	T ₉ (180N – 70 000 plantas)	202,5	a
2	T ₈ (180N – 62 500 plantas)	199,5	a
3	T ₇ (180N – 50 000 plantas)	199,3	a
4	T ₅ (150N – 62 500 plantas)	198,8	a
5	T ₂ (120N – 62 500 plantas)	197,8	a
6	T ₄ (150N – 50 000 plantas)	196,5	a
7	T ₁ (120N – 50 000 plantas)	196,5	a
8	T ₆ (150N – 70 000 plantas)	196,3	a
9	T ₃ (120N – 70 000 plantas)	195,0	a

CUADRO N° 04: PRUEBA MULTIPLE DE DUNCAN PARA EL PROMEDIO DE ALTURA DE MAZORCA EN CENTIMETROS POR TRATAMIENTO.

ORDEN MERITO	TRATAMIENTO	PROMEDIO (Altura cm)	SIGNIFICANCIA
1	T ₉ (180N – 70 000 plantas)	99,00	a
2	T ₈ (180N – 62 500 plantas)	98,00	a
3	T ₆ (150N – 70 000 plantas)	97,25	a
4	T ₂ (120N – 62 500 plantas)	97,00	a
5	T ₁ (120N – 50 000 plantas)	96,00	a
6	T ₇ (180N – 50 000 plantas)	94,75	a
7	T ₅ (150N – 62 500 plantas)	94,75	a
8	T ₄ (150N – 50 000 plantas)	94,00	a
9	T ₃ (120N – 70 000 plantas)	91,25	a

CUADRO N° 05: ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PROMEDIO DE PLANTAS CON ACAME DE TALLO POR TRATAMIENTO.

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIF.
REPETICIÓN	3	2,670	0,890	0,5433	
FACTOR A	2	1,060	0,530	0,3236	N. S.
ERROR	6	9,830	1,638		
FACTOR B	2	1,060	0,530	0,3983	N. S.
INTERAC. A x B	4	4,940	1,235	0,9286	N. S.
ERROR	18	24,000	1,330		
TOTAL	35	43,560			

$\alpha = 0,88$

C.V. = 1,30 %

$R^2 = 22,34 \%$

(N. S.) = No significativo

CUADRO N° 06: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL PROMEDIO DE PLANTAS
CON ACAME DE TALLOS POR TRATAMIENTO.



ORDEN MERITO	TRATAMIENTO	PROMEDIO Plantas acamadas	SIGNIFICANCIA
1	T ₃	1,50	a
2	T ₆	1,25	a
3	T ₈	1,25	a
4	T ₄	1,00	a
5	T ₅	1,00	a
6	T ₇	1,00	a
7	T ₂	1,00	a
8	T ₉	1,00	a
9	T ₁	0,00	b

Los promedios signados por una misma letra no se diferencian significativamente.

CUADRO N° 07: ESCALA DE CALIFICACIÓN PARA EL ASPECTO DE
MAZORCA Y COBERTURA DE MAZORCA DE LOS
TRATAMIENTOS.

CLAVE	DETALLE	ASPECTO DE MAZORCA	COBERTURA DE MAZORCA
1	120N – 50 000 plantas	E	E
2	120N – 62 500 plantas	E	E
3	120N – 70 000 plantas	R	P.E.
4	150N – 50 000 plantas	E	E
5	150N – 62 500 plantas	R	R
6	150N – 70 000 plantas	E	E
7	180N – 50 000 plantas	E	E
8	180N – 62 500 plantas	E	E
9	180N – 70 000 plantas	E	E

Donde:

E : Excelente

R : Regular

P.E. : Punta expuesta

