

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



TESIS

**EFEECTO DEL NÚMERO DE APORQUES EN MAIZ
VARIEDAD Marginal 28-T EN LA PROVINCIA
DE SAN MARTIN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
ROCIO LLULIANA MERCADO AGUILAR**

**TARAPOTO – PERÚ
2012**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

TESIS

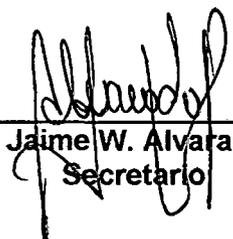
**EFFECTO DEL NÚMERO DE APORQUES EN MAIZ
VARIEDAD Marginal 28-T EN LA PROVINCIA
DE SAN MARTIN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
ROCIO LLULIANA MERCADO AGUILAR**



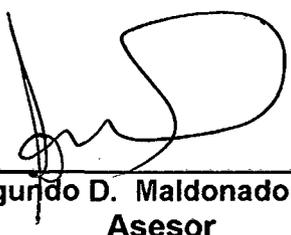
Ing. M.Sc. Carlos Rengifo Saavedra
Presidente



Ing. Dr. Jaime W. Alvarado Ramirez
Secretario



Ing. M.Sc. Cesar E. Chappa Santa María
Miembro



Ing. Segundo D. Maldonado Vásquez
Asesor

DEDICATORIA

A:

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

Mi madre Ludobina Aguilar Huañambal Por darme la vida, quererme mucho, creer en mi, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, por su ejemplo de perseverancia y constancia, por sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por ser la persona que me enseñó a ser quien soy, pero más que nada, por su amor incondicional.

Mi gran amor Pedro De La Cruz García, por estar siempre a mi lado, brindándome todo su inmenso amor, entrega, dedicación, conocimiento y sobre todo tenerme mucha comprensión y paciencia durante estos años de mi vida quien ha sido una pieza clave en mi desarrollo profesional .

AGRADECIMIENTO

Definitivamente este trabajo no se habría podido realizar sin la colaboración de muchas personas que me brindaron su ayuda; siempre resultará difícil agradecer a todos aquellos que de una u otra manera me han acompañado en este proceso de titulación para el desarrollo de esta investigación, porque nunca alcanza el tiempo, el papel o la memoria para mencionar o dar con justicia todos los créditos y méritos a quienes se lo merecen. Por tanto, quiero agradecerles a todos ellos cuanto han hecho por mí, para que este trabajo saliera adelante de la mejor manera posible.

Partiendo de esta necesidad y diciendo de antemano **MUCHAS GRACIAS**, primeramente deseo agradecer especialmente a Dios por ser fuente de motivación en los momentos de angustia y después de varios esfuerzos, dedicación, aciertos y reveses que caracterizaron el desarrollo de mi formación profesional y que con su luz divina me guio para no desmayar por este camino que hoy veo realizado.

A ti Pedro De La Cruz Gracia, mil palabras no bastarían para agradecerte todo lo que has hecho por mí, por que en gran parte gracias a ti hoy puedo ver culminada mi meta, por que estuviste impulsándome en los momentos mas difíciles de mi carrera y porque el orgullo que demostraste sentir por mi fue lo que me hizo ir hasta el final. Esto va por ti, porque admiro tu fortaleza y por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

A mis padres, Sr. Abel Mercado y Sra. Ludobina Aguilar por hacer de mi una mejor persona a través de su ejemplo de honestidad y entereza por lo que siempre han sido una guía a lo largo de mi vida.

Mis hermanas, Margarita, Damaris y Eunice, por su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles;

A mis maestros: el Ing. M.sc. Carlos Rengifo Saavedra por su gran apoyo y motivación para la culminación de esta tesis; al ing. Segundo Darío Maldonado Vásquez por su apoyo ofrecido como mi asesor en este trabajo; al Dr. Jaime Alvarado Ramírez por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional, al Ing. Edinson Hidalgo por apoyarme en su momento.

A mis amigos que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Ivan Isuiza, Samy Torres, Reyna Isabel, a Jack Flavio por haberme ayudado a realizar este trabajo.

Finalmente a la Universidad Nacional De San Martín y los profesores, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Origen e historia del cultivo de maíz	4
3.2 Morfología del maíz	5
3.2.1 Sistema radicular	5
3.2.2 Hojas	6
3.2.3 Tallo	6
3.2.4 Inflorescencia	6
3.3 Clasificación Taxonómica del Maíz	8
3.4 Variedad Marginal 28-T	8
3.5 Requerimientos edafoclimáticas	9
3.5.1 Clima	9
3.5.2 Suelo	13
3.6 Aporque y control de malezas	26
3.7 Acame de raíz y tallo	27
3.7.1 Acame de raíz	27
3.7.2 Acame de tallo	28
3.8 Trabajos de investigación realizados	28
3.8.1 Investigaciones realizadas en el cultivo del maíz	28
3.8.2 Efecto del aporque en el rendimiento del cultivo de maíz	30
3.8.3 Efecto del número de aporques en el rendimiento de dos clones de melloco (<i>Ullucus tuberosus</i> Loz.).	32

IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	34
4.1	Materiales	
4.1.1	Ubicación del campo experimental	34
4.1.2	Historia del campo	34
4.1.3	Clima	34
4.1.4	Características edáficas	35
4.2	Metodología	36
4.2.1	Diseño experimental	36
4.2.2	Tratamientos en estudio	36
4.2.3	Detalle de Características del campo experimenta.	37
4.2.4	Conducción del experimento	38
4.2.5	Evaluaciones realizadas	42
V.	RESULTADOS	47
5.1	Condiciones edáficas y climáticas	47
5.1.1	Precipitación (mm)	47
5.1.2	Temperatura (°)	47
5.2	Días al 50% de floración masculina	48
5.3	Días al 50% de floración femenina	49
5.4	Altura de planta (m)	50
5.5	Altura de mazorca (m)	51
5.6	Número de plantas cosechadas	52
5.7	Número total de mazorcas cosechadas	53
5.8	Acame de raíz y tallo	54
5.9	Características biométricas de la mazorca	54
5.10	Rendimiento de grano (Tn.h ⁻¹)	55
6.11	Análisis económico	56
VI.	DISCUSION	57
6.1	Condiciones edáficas y climáticas	57
6.1.1	Precipitación (mm)	57

6.1.2	Temperatura (°)	58
6.2	Días al 50% de floración masculina	58
6.3	Días al 50% de floración femenina	59
6.4	Altura de planta	61
6.5	Altura de mazorca (m)	63
6.6	Número de plantas cosechadas	65
6.7	Número total de mazorcas cosechadas	66
6.8	Acame de raíz y tallo	67
6.9	Características biométricas de la mazorca	69
6.10	Rendimiento de grano (Tn.h ⁻¹)	72
6.11	Análisis económico	74
VII.	CONCLUSIONES	76
VIII.	RECOMENDACIONES	78
IX.	BIBLIOGRAFÍA	79
	RESUMEN	
	SUMMARY	
	ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) a nivel mundial ocupa el tercer lugar en superficie y producción de grano después del trigo y el arroz, y tiene gran importancia en la alimentación tanto humana como animal (Peratori *et al.*, 1995).

En la Región San Martín, el cultivo del maíz se siembra mayormente bajo el sistema del monocultivo y el resto en asociaciones con otros cultivos como frijol, yuca, algodón, etc. Se estima que el 90% de maíz se cultiva en suelos de ladera de baja fertilidad, con alto potencial de erosión y en sistemas agrícolas típicos de subsistencia con bajos insumos.

En la provincia de San Martín el maíz amarillo duro es uno de los cultivos de mayor importancia; sin embargo el rendimiento promedio es de 2.0 t/ha., (INIA, 2011) no es lo suficientemente rentable, ya que los productores de maíz amarillo duro la mayoría son minifundistas trayendo consigo deficiencias en la comercialización y bajo poder de negociación al momento de establecer precios finales. Por lo tanto los beneficios obtenidos según los productores no satisfacen sus necesidades económicas generando un problema por el cual tienen que atravesar (INIA, 2003).

Esta baja se debe a factores determinantes que deterioran la productividad del cultivo, dentro de estos están, el deterioro acelerado del recurso suelo, motivado por la erosión hídrica o eólica; un deficiente uso y manejo del recurso suelo, dado por las inadecuadas labores culturales.

Las prácticas culturales que se realizan al cultivo están dirigidas a la protección de la planta, contra diversos agentes y circunstancias que se oponen al normal crecimiento y desarrollo de las mismas, estas son una vía necesaria que contribuye a lograr mejores rendimientos (León, 1964; Puentes *et al.*, 1987 y Egúsquiza, 2000).

Entre dichos cuidados está el realce o aporque, labor agrícola que consiste en reunir suelo al pie de las plantas según el tipo de cultivo, con finalidades como de: acercar suelo enriquecido con nutrientes al pie de las plantas, eliminar malezas, facilitar el drenaje, mejorar la aireación alrededor de las plantas y servir de apoyo a ciertos cultivos cuyo sistema radical no es fuerte, entre otras cuestiones (Berger, 1975); María del Carmen *et al.*, (s/a) y Nhora, 1975).

Por tanto, para contribuir en la mejora de la producción en la provincia de San Martín se planificó la siguiente investigación a través de ensayos con diferentes números de aporques en el cultivo de maíz, con la finalidad de encontrar el número de aporque ideal para obtener un rendimiento comercial económico usando la variedad marginal 28-Tropical.

II. OBJETIVOS

- 2.1 Estudiar el comportamiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 – Tropical frente a diferentes número de aporques.
- 2.2 Evaluar el efecto del número de aporques en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 -Tropical, en la provincia de San Martín.
- 2.3 Determinar la influencia de esta práctica en análisis económico.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen e historia del cultivo de maíz

El lugar de origen que sugiere la evidencia científica como más razonable identifica a México como el lugar más probable de origen o a Guatemala como segunda opción (Galinat, 1995; Wilkes, 1989). Otras revisiones coinciden en afirmar que el maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron hacia otros sitios de América. Por otro lado, la evidencia más antigua sobre la domesticación del maíz proviene de sitios arqueológicos de México, donde pequeñas tucas con edad estimada de 7.000 años han sido excavadas. Este estimativo coincide con el dato generalmente aceptado para el origen de la agricultura, tanto en el viejo como en el nuevo mundo entre 8.000 y 10.000 años (Dowswell, *et al.*, 1996).

Colón vio por primera vez el maíz en la isla de Cuba en 1492, y fue quien lo introdujo a Europa, luego de su regreso de América, en el primer viaje realizado en 1493. Llegó a África y Asia a comienzos del año 1500 por comerciantes portugueses. Fue durante el siglo XIX cuando las primeras variedades de maíz totalmente distintas de las cultivadas por los indios fueron desarrolladas por los pioneros americanos, usando una selección masal simple, con lo que se inició el desarrollo de variedades de polinización abierta. En el siglo XX, la intensificación de la investigación en mejoramiento genético, condujo a un incremento espectacular del potencial de rendimiento con la creación de híbridos con alta productividad, que

revolucionaron la producción de este cereal, primero en Norte América y más tarde en otros países del mundo (Dowswell *et al.*, 1996).

3.2 Morfología del maíz

3.2.1 Sistema radicular

Las raíces son un importante componente funcional y estructural de la planta. Los tipos de raíces son: primarios y adventicias o de soporte. Las raíces adventicias inician su desarrollo a partir de la emergencia, aparecen localizadas debajo del suelo y posteriormente llegan a ser el principal suministro de agua y nutrientes para la planta. Las raíces de soporte son raíces adventicias que surgen sobre la superficie del suelo. El mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 30 centímetros (Ministerio de Agricultura - MINAG, 1998).

Raíz: La raíz de una planta de maíz es fasciculada con un potente desarrollo. Tienen tres tipos de raíces que son los siguientes:

- **Seminales:** Nacen en la semilla después de la radícula para afirmar la planta. No son permanentes.
- **Permanentes:** En este grupo están incluidas las principales y secundarias. Estás nacen por encima de las primeras raicillas en una zona llamada corona. Este grupo constituye el llamado sistema radicular principal.

- Adventicias: Nacen de los nudos inferiores del tallo y actúan de sostén en las últimas etapas del crecimiento, absorbiendo a la vez agua y sustancias nutritivas.

3.2.2 Hojas

Nacen de la parte superior de los nudos, alternándose en forma gruesa a lo largo del tallo. Son envainadoras y están formadas por vainas que cubren completamente los entrenudos, lanceoladas con una nervadura central y varias paralelas. En las axilas de las hojas se encuentran las yemas axilares, las que en su mayoría no llegan a desarrollarse, solo de una a tres yemas localizadas en la parte media del tallo logran dar origen a inflorescencia femeninas conocidas como mazorcas (INIA, 2003).

3.2.3 Tallo

Es un eje vertical alargado y cilíndrico de 2,50 m de longitud en promedio, termina en una espiga que constituye la inflorescencia masculina. Presenta nudos y entrenudos, siendo más cortos en la base y más larga a medida que se alejan de ella (INIA, 2003).

3.2.4 Inflorescencia

El maíz, es un planta monoica, posee dos inflorescencias, la masculina productora del polen denominada panoja situada en el extremo superior del tallo y la inflorescencia femenina productora de óvulos que normalmente se sitúa a la altura de la mitad del tallo, cuyas flores se encuentran asentados en la tusa y constituyen los órganos mas importantes de la planta donde se

van a desarrollar los frutos que constituyen las semillas o granos. La floración puede ocurrir entre los 50 a 100 días dependiendo de la precocidad de las variedades o híbridas que se siembran, ya sean estos precoces o tardíos. El tiempo necesario para la floración es afectado principalmente por la temperatura y la actividad fotosintética de la planta (INIA, 2003).

Bolaños y Edmeades (1989), informan que la sequía afecta el rendimiento del maíz reduciendo el número de granos y mazorcas por planta, fundamentalmente debido a un retraso en el intervalo de la floración y una pérdida de la viabilidad de los estigmas. Esta mayor variabilidad en el intervalo de la floración bajo sequía permite una identificación más fácil de las familias superiores. Los déficits hídricos impuestos por condiciones de sequía retrasan la extrusión de los estigmas en todas las poblaciones de maíz examinadas, incrementando el intervalo de la floración, ya que la sequía casi no afecta la antesis.

Bajo condiciones normales, todas las familias (S1 o hermanos completos) tienen relativamente buena sincronización floral, con un intervalo de floración promedio de 2-3 días y un rango máximo cerca de 10 días. La alta densidad poblacional también retrasa la emergencia de los estigmas, pero en menor magnitud que la sequía (Dow *et al.*, 1984). La alta densidad pudiera usarse para seleccionar genotipos superiores en su capacidad de sincronizar la floración masculina y femenina en ausencia de condiciones de sequía.

Bolaños y Edmeades (1989), indican además que en todas las poblaciones estudiadas, el rendimiento disminuye aproximadamente 10% por cada día de retraso en la extrusión de los estigmas desde 0 hasta 9 días. El rendimiento es prácticamente cero cuando el intervalo de la floración excede los 10 días.

3.3 Clasificación taxonómica del maíz

Según León (1987), clasifica al maíz de la siguiente manera:

Reino	: Vegetal
División	: Liliopsidae
Sub-division	: Angiospermas
Clase	: Monocotiledonea
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Tribu	: Maydeas
Genero	: Zea
Especie	: <i>mays</i> L

3.4 Variedad Marginal 28-T

La variedad Marginal 28-T es producto que resulta de un cruzamiento de los cultivares ACROSS 7728, FERKE 7928, LA MAQUINA 7928, provenientes del CYMMYT, mejorada y adaptada por el INIA a condiciones tropicales de la selva y Costa norte del Perú (OIA-MINAG, 2000). Fue formada 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 fue introducida al trópico por el Programa Nacional de Maíz del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, 2003).

Características:

Variedad de maíz de polinización abierta, para la selva baja y alta con buena adaptación a la costa y tolerancia a la sequía.

Tallo: Porte bajo, fuerte y resistente a la tumbada.

Altura de planta: 2,0 a 2,2 m.

Altura de mazorca: 1,0 a 1,2 m.

Textura de grano: Semi cristalino

Color de grano: Amarillo rojizo

Tamaño de grano: Mediano

Peso de 100 semillas: 35 g

Número de hileras por mazorca: 12

Periodo vegetativo: 120 días (selva)

Potencial de rendimiento: Bajo riego 8,0 t/ha; Bajo temporal 5,0 t/ha

Fuente: INIA (2003).

3.5 Requerimientos edafoclimáticos

3.5.1 Clima

Temperatura:

Aldrich y Leng (1981), sostienen que la temperatura mínima para el crecimiento del maíz es de 12,8° C, la máxima de 40,8° C y la óptima entre

26,7° y 29,4° C, si la humedad en el suelo es suficiente para balancear las pérdidas de humedad por transpiración y evaporación. Cuando la humedad del suelo es escasa la temperatura óptima es inferior a 26,7° C. Las plantas son muy susceptibles a las altas temperaturas en los periodos de floración, dañando el polen y los estigmas. Las temperaturas de 4° C o menos, afectan a las plantas en cualquier estado de desarrollo. Cuando las temperaturas de congelamiento ocurren en las primeras fases de su desarrollo (8 a 10 cm de altura de la plántula), pueden recuperarse lentamente. Y si éstas ocurren en estado lechoso los daños son severos.

Parsons (1982), indica que para una buena producción de maíz la temperatura debe oscilar entre 20° y 23° C, la temperatura óptima dependerá del estado de desarrollo, así se indica que para la germinación es de 30° C, y para la floración de 21° C a 30° C, a su vez también indica que las heladas y los granizos afectan considerablemente el desarrollo del cultivo.

Reyes (1990), afirma que durante el ciclo agrícola del desarrollo, el maíz requiere una temperatura cálida en el día y fresco en las noches. El cultivo tiene problemas cuando la temperatura promedio es inferior a 18, 8°C durante el día y 12,8° C durante la noche. En general, la mayor producción en el mundo se logra en aquellos climas en donde las temperaturas en los meses calurosos varían entre 21° y 27° C, y un periodo libre de heladas en el ciclo agrícola variable de 120 a 180 días.

Wingley (1961), manifiesta que el maíz es una planta tropical que no resiste las heladas; sin embargo, el cultivo puede llegar a su madurez si la temperatura promedio es cercana a 24° C durante su ciclo vegetativo, aun en áreas con vientos fríos en el invierno. Las condiciones climáticas óptimas para el cultivo de maíz en los países tropicales implica una cantidad limitada de lluvias el principio del ciclo vegetativo, lluvias que humedezcan bien el suelo cada cuatro a cinco días desde el final del primer mes hasta unas tres semanas después de la floración, una disminución gradual de la lluvia hasta el tiempo de la cosecha y luminosidad abundante durante todo el ciclo.

Para una buena producción de maíz la temperatura debe oscilar entre 20° y 23° C, la temperatura óptima dependerá del estado de desarrollo, así se indica que para la germinación es de 30° C, y para la floración de 21° C a 30° C, a su vez también indica que las heladas y los granizos afectan considerablemente el desarrollo del cultivo (Parsons, 1982).

En relación a la masa foliar de las plantas, estas interceptan la luz con diferentes grados de eficiencia, aspecto que fundamentalmente depende del índice del área foliar. Además indica que las altas densidades de siembra aumentan el sombreado recíproco al incrementarse el área foliar por efecto del crecimiento de la planta, provocando una disminución de la relación tallo-hoja (Evans, 1983).

Precipitación:

Las necesidades de agua para la evaporación en el cultivo del maíz, varían de 400 a 800 mm. El total de agua usada en la evapotranspiración varía considerablemente de acuerdo a los siguientes factores: duración del ciclo del cultivo, clima, disponibilidad de agua, características hidrodinámica del suelo y prácticas de manejo de sistemas agua-suelo-planta (Reyes, 1980).

Llanos (1984), indica que la cantidad total de lluvia caída durante el periodo vegetativo y más aún, su distribución a lo largo del mismo, son fundamentales para el crecimiento y rendimiento en grano del maíz.

Trillas (1986), señala que la cantidad óptima mínima de lluvia es de 550 mm, y la máxima es de 1000 mm, necesitando menos agua las variedades precoces que las tardías.

Volodarski y Sinevich (1960), indica que la diferencia de agua en la producción de granos es particularmente importante en tres estados de desarrollo de las plantas: iniciación de floración, desarrollo de la inflorescencia, polinización cuando el potencial de producción es fijado y en la fase de llenado de grano.

Fotoperíodo:

Para Reyes (1990), el fotoperíodo tiene influencia en: el crecimiento vegetativo, formación de flores, semillas y frutos, extensión de las ramificaciones, forma de hojas, formación de pigmentos, pubescencia,

desarrollo radicular y muerte de la planta. El maíz es una planta de fotoperiodo corto, aun cuando algunos la consideran de fotoperiodo neutro, esto puede ser explicable si se considera la gran variación genética de la especie.

Evans (1983), indica que en relación a la masa foliar de las plantas, estas interceptan la luz con diferentes grados de eficiencia, aspecto que fundamentalmente depende del índice del área foliar. Además, indica que las altas densidades de siembra, aumentan el sombreado recíproco al incrementarse el área foliar por efecto del crecimiento de la planta, provocando una disminución de la relación tallo-hoja

3.5.2 Suelo

Los granos de semilla de maíz necesitan un suelo cálido, húmedo y bien aireado, lo bastante fino como para permitir un buen contacto de la semilla con el suelo (Aldrich y Leng, 1981).

Los suelos demasiado pesados y livianos originan un menor desarrollo vegetativo de la planta de maíz, dando lugar a una menor altura de planta y los suelos de moderada a buena fertilidad y de textura franco a franco-arcillosa son los ideales para este cultivo (Roig y Martínez, 1974).

Rol del nitrógeno en las plantas

El nitrógeno promueve el crecimiento del follaje y sus funciones están relacionadas con la formación de las proteínas, prótidos, albuminoides. Así mismo es un componente esencial de la clorofila. La deficiencia de nitrógeno produce debilitamiento en la planta, las hojas no crecen, quedan rígidas, amarillentas, se reduce el peciolo, los nervios quedan muy pronunciados, con un color naranja, purpúrea o violácea en los bordes y la floración escasea (Uhart y Echeverría (1998).

Cuando hay exceso de nitrógeno, las plantas son muy suculentas, se produce un escaso desarrollo de las raíces y un exuberante desarrollo de la parte aérea. Las hojas toman una coloración verde oscura. Se produce un retraso de la maduración de los frutos aumenta la sensibilidad a las plagas y enfermedades (Uhart y Echeverría (1998).

El N llega a las raíces de la planta a través del proceso denominado "flujo masal", o transporte en la solución del suelo siguiendo un gradiente hídrico (el N es llevado por el flujo transpiratorio de la planta). A mayor contenido de agua en el suelo, concentración del nutriente en la solución, tasa transpiratoria de la planta y temperatura del suelo y aire, mayor será la absorción de N por la planta. La planta puede absorber N tanto bajo la forma de nitrato (NO_3) como de amonio (NH_4). (Uhart y Echeverría (1998).

El N puede afectar las tasas de aparición y expansión foliar modificando el área foliar y la intercepción de radiación solar por el cultivo. Deficiencias

severas de N no disminuyen el número final de hojas por planta; pero, reducen principalmente la tasa de expansión foliar con un leve impacto sobre la tasa de aparición foliar. (Uhart y Andrade, 1995b).

Asimismo, reducciones en la disponibilidad de N pueden producir desfases entre la liberación de polen y la aparición de los estigmas, asociándose la magnitud de la protandria al grado de estrés sufrido. Este desfase no es generalmente la causa de la pérdida de granos ya que ante deficiencias de recursos ambientales los destinos reproductivos tienden a ser abortivos aunque se disponga de polen fresco durante la emisión de estigmas (Otegui, 1992).

En síntesis, las deficiencias de N reducen el número de granos NG y el rendimiento en grano a través de la merma en la materia seca total, y también a través de la caída en la partición de la materia seca hacia los granos. Las diferencias en el NG en maíz parecen estar más asociadas con variaciones en la fijación de granos (fertilización y aborto de granos) que con variaciones en el número de espiguillas o granos potenciales (Uhart, 1995). La mayor parte de la pérdida de granos se debe a fallas en la fertilización y/o incrementos en el aborto de granos. De manera similar, reducciones de luz, deficiencias de N, sequía, alta densidad poblacional y retraso en la fecha de siembra han aumentado principalmente el aborto de granos con ligeros o nulos efectos sobre la morfogénesis.

El N puede disminuir el peso de los granos afectando la fuente de asimilados (menor tasa fotosintética y duración del área foliar) durante el llenado y posiblemente el número de células endospermáticas y gránulos de almidón en pos tfloración temprana. El estrés de N afectó la duración del llenado de granos sin modificar la tasa de llenado (Cordi *et al.*, 1997).

Los síntomas visuales de deficiencias de N no son fácilmente detectables en estadios tempranos del ciclo del cultivo, pudiendo aparecer síntomas severos a partir de las 6 a 7 hojas desarrolladas. El estrés nitrogenado hace que las hojas tomen una coloración verde claro a amarillenta debido a la merma en el contenido de clorofila. El amarillamiento y senescencia foliar producido por la escasez de N comienza por las hojas basales avanzando desde la punta hacia la base de las mismas en forma característica de "V" invertida (Novoa y Loomis, 1981).

Rol del fósforo en las plantas

El fósforo promueve el crecimiento de las raíces, desarrollo radicular y proporciona energía para las plantas jóvenes, consistencia a los tejidos, favorece la floración, fructificación y maduración de frutos. Influye en la cantidad y peso de las semillas y es imprescindible en la fotosíntesis. La deficiencia produce un débil desarrollo tanto aéreo como subterráneo. En las hojas se produce un estrechamiento, quedando erectas. Su tamaño disminuye y las nerviaciones quedan poco pronunciadas. Se produce un descenso de la cantidad y calidad de las semillas. Cuando hay exceso, se produce un antagonismo con el hierro, quedando este bloqueado sin poder ser absorbido por la planta (Uhart y Echeverría (1998).

El P llega a las raíces por difusión, proceso que puede estimarse conociendo el coeficiente de difusión de este nutriente en agua y el cociente entre el diferencial de concentración de P entre dos puntos y la distancia entre ellos. A mayor desarrollo y penetración de raíces (menor distancia entre el punto de absorción y provisión), mayor concentración del nutriente en la solución (mayor diferencial de concentración) y mayor temperatura y humedad del suelo habrá mayor absorción de P por la planta. El P es absorbido como ión ortofosfato o fosfato mono o diácido contra un gradiente electroquímico, por lo que la absorción es activa, con gasto de energía, y se realiza a través de "carriers" o transportadores (Gardner *et al.*, 1985; (Uhart y Echeverría (1998).

El P, se acumula en partes vegetativas hasta la floración para luego ser removilizado hacia los granos en crecimiento (Fontanetto, 1993). Las deficiencias de P pueden afectar la radiación interceptada por el cultivo. El P es parte integrante de las enzimas fotosintéticas (RUBISCO, PEP carboxilasa) y de compuestos tales como ATP, NADP, fosfolípidos, ADN, ARN, e interviene en procesos como la fotosíntesis, absorción de iones, síntesis de proteínas y compuestos orgánicos, traslocación de asimilados, etc. Las deficiencias de P generan tonalidades morado o purpúreo en hojas y tallos, comenzando también por las hojas basales ya que el P es un elemento móvil dentro de la planta. La merma de P disminuye la traslocación de asimilados acumulándose azúcares en hojas y tallos, los que a su vez generan antocianinas, que son los pigmentos que producen las tonalidades señaladas. La misma coloración se observa en tallos y hojas

cuando se elimina total o parcialmente la espiga, generando una limitación por destinos o un excedente de fuente que aumenta los azúcares en órganos vegetativos y la producción de pigmentos (Fontanetto, 1993).

El estrés nitrogenado y las deficiencias de P disminuyen la captación de radiación solar por el cultivo y la eficiencia de conversión de la radiación interceptada en materia seca, produciendo, por lo tanto, mermas en la materia seca total. Las deficiencias de N y P reducen la partición de la materia seca hacia destinos reproductivos solo cuando se generan disminuciones en la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del momento de floración. El rendimiento en grano disminuye como consecuencia de las caídas en la materia seca total y en la partición de la materia seca hacia los granos.

Rol del potasio en las plantas

El potasio ayuda a las plantas a absorber los otros dos macronutrientes, favorece la formación de hidratos de carbono, aumenta el peso de granos y frutos y su relación con la calidad. Favorece el desarrollo de las raíces. Equilibra el desarrollo de la planta haciéndolas más resistentes frente a la helada, plagas y enfermedades. La deficiencia genera un retraso general del crecimiento de la planta, sobre todo en los órganos de reserva. En las hojas se produce un moteado de manchas con falta de coloración verde, se produce un secado de las puntas y bordes. Se curvan hacia arriba, enrollándose. Los tallos quedan delgados. Los frutos pierden la calidad, sin aroma y las raíces tienen un escaso desarrollo. El exceso produce

bloqueos con el magnesio, calcio, hierro, boro y zinc (Peoples y Koch, 1979).

El potasio está implicado en numerosas funciones del metabolismo vegetal por ejemplo: en la activación de enzimas, balance catiónico/aniónico, movimiento estomático, transporte del floema, translocación de asimilados, y regulación de la turgencia para nombrar solamente algunos pocos. Con el aumento del contenido de K en las hojas la resistencia estomática disminuye y aumenta la fotosíntesis (Peoples y Koch, 1979).

Cantidades adecuadas de potasio son importantes contribuyentes en la adaptación de los cultivos al stress causado por factores bióticos y abióticos, tales como sequías, salinidad, heladas, ataques de insectos o enfermedades (Kafkafi, 1990, 1997). La mayoría de los cultivos anuales de grano requieren K en los primeros estadios del crecimiento y la máxima absorción se verifica durante la etapa vegetativa (Lawton y Cook, 1954; Kafkafi y Xu, 1999). Su concentración varía ampliamente, no solo entre especies diferentes sino también entre los diversos órganos de la planta. Una vez que las hojas más viejas de la planta han alcanzado sus concentraciones específicas de K, el flujo neto de K desde las raíces satisface solo las cantidades necesarias para el desarrollo y crecimiento de nuevas raíces. Por lo tanto, el flujo de K desde las raíces está determinado en gran parte por la tasa de crecimiento de la planta (Pitman, 1972).

Los requerimientos de potasio necesarios para alcanzar un óptimo crecimiento cambian con las etapas de desarrollo. Las frutas y hojas verdes contienen generalmente niveles más altos de K en sus primeros estadios (Fageria *et al.*, 1991). Durante la germinación de las semillas los nutrientes minerales son removilizados dentro de los tejidos de la semilla y son transportados por el flujo del floema hacia las raíces, o brotes. La mayoría de las semillas de los cultivos de grano contienen entre 0,4 y 1,0 % de potasio en base materia seca. Esta cantidad es suficiente para la germinación y el establecimiento inicial; pero, no es suficiente para mantener el crecimiento por un período más largo (Van-Slyke, 1932). La raíz emergente tiene que absorber K para lograr el crecimiento vegetal adicional.

En maíz los requerimientos de K durante el período vegetativo son tan altos que el 59 % del K absorbido total ocurre durante los 21 días que transcurren entre las etapas de seis hojas (V6) y la emisión de la floración masculina (Jordan *et al.*, 1950). De la misma manera, Hanway, (1962) señaló que durante el período entre 38 a 52 días después de la emergencia de maíz, se absorbió el 38 % del K total. Durante este periodo el índice de absorción diaria de K abarcó un rango promedio entre 2,31 a 10,74 kilogramos ha⁻¹ (Welch y Flannery, 1985).

Durante la floración o la antesis se observa la redistribución de elementos inorgánicos. El reducido suministro de carbohidratos a las raíces en esta etapa puede explicarse en parte por la menor absorción de potasio (Lawton

y Cook, 1954). El principal cambio fisiológico en esta etapa implica la removilización de reservas orgánicas e inorgánicas a las partes reproductivas. La disminución en la absorción de potasio del suelo durante la formación del fruto se debe principalmente a la disminución del suministro de carbohidratos a las raíces. Por lo tanto, el contenido de nutrientes minerales de las partes vegetativas declina sostenidamente durante la etapa reproductiva (Marschner, 1995) debido al desplazamiento interno a las partes reproductivas con alta demanda de K.

La mayor parte del K total en la parte aérea de plantas de maíz fue absorbido al comienzo de la etapa reproductiva (Jordan *et al.*, 1950; Hanway, 1962; Gething, 1990). Las hojas y tallos contenían considerablemente menor cantidad de K a la madurez que durante la polinización. Gran parte del K perdido desde las hojas y del tallo fue debido a la removilización al grano. Se conoce que el potasio es muy móvil dentro de las plantas; moviéndose hacia arriba y hacia abajo por el xilema y el floema en dirección hacia tejidos meristemáticos (Ben-Zioni *et al.*, 1971; Kirkby y Knight, 1977). En el xilema se observa una elevada tasa de desplazamiento debido a la rápida tasa a la que se secreta el K selectivamente a los vasos del xilema.

Rol del calcio en las plantas

El calcio se transporta por la planta principalmente a través del xilema, junto con el agua. Por lo tanto, la absorción del calcio, está directamente relacionada con la proporción de transpiración de la planta. Las

condiciones de humedad alta, frío y un bajo nivel de transpiración pueden causar deficiencia del calcio. El aumento de la salinidad del suelo también podría causar deficiencia de calcio, ya que disminuye la absorción de agua por la planta (<http://www.smart-fertilizer.com/articulos/calcio-en-plantas>).

Dado que la movilidad del calcio en las plantas es limitada, la deficiencia de calcio aparece en las hojas más jóvenes y en la fruta, porque tienen una tasa de transpiración muy baja. Por lo tanto, es necesario tener un suministro constante de calcio para un crecimiento continuo. La deficiencia del calcio es generalmente causada debido a una baja disponibilidad del calcio o debido a un estrés hídrico que tiene como resultado bajas tasas de transpiración (<http://www.smart-fertilizer.com/articulos/calcio-en-plantas>).

Los síntomas de deficiencia del calcio aparecen primero en las hojas y tejidos jóvenes e incluyen hojas pequeñas y deformadas, manchas cloróticas, hojas ajadas y partidas, crecimiento deficiente, retraso en el crecimiento de raíces y daños a la fruta (<http://www.smart-fertilizer.com/articulos/calcio-en-plantas>). El calcio es un nutriente esencial para las plantas. Algunos de sus funciones son (<http://www.smart-fertilizer.com/articulos/calcio-en-plantas>):

- Promueve el alargamiento celular.
- Toma parte en la regulación estomática.
- Participa en los procesos metabólicos de absorción de otros nutrientes.

- Fortalece la estructura de la pared celular - el calcio es una parte esencial de la pared celular de las plantas. Esté forma compuestos de pectato de calcio que dan estabilidad a las paredes celulares de las células.
- Participa en los procesos enzimáticos y hormonales.
- Ayuda a proteger la planta contra el estrés de temperatura alta - el calcio participa en la inducción de proteínas de choque térmico.
- Ayuda a proteger la planta contra las enfermedades - numerosos hongos y bacterias secretan enzimas que deterioran la pared celular de los vegetales.
- Investigaciones demostraron que un nivel suficiente de calcio puede reducir significativamente la actividad de estas enzimas y proteger las células de la planta de invasión de patógenos.
- Afecta a la calidad de la fruta.

Rol del magnesio en las plantas

El magnesio siempre ha tenido un rol clave en cada etapa decisiva en la evolución de la vida en la tierra, comenzando por las reacciones de condensación prebióticas, pasando por la formación y reduplicación de moléculas orgánicas, plantas unicelulares hasta los humanos, porque casi todas las reacciones importantes involucradas en el metabolismo a nivel celular, como la biosíntesis de proteínas, el metabolismo de la energía, etc., necesitan iones de magnesio como catalizador metálico

(http://creas.bligoo.com/content/view/612667/Magnesio-un-macronutriente-vital.html#.UOGU-m_aWul).

Pese a que la deficiencia de magnesio lleva rápidamente a la destrucción de la clorofila, el magnesio en la clorofila solo representa entre un 15 y 20% del magnesio total contenido en una planta sana. Obviamente que también se necesitan cantidades importantes para otras funciones y procesos fisiológicos, algunos de los cuales están involucrados en la síntesis y mantenimiento de la clorofila, caroteno y xantophylla.

(http://creas.bligoo.com/content/view/612667/Magnesio-un-macronutriente-vital.html#.UOGU-m_aWul).

El contenido de magnesio total en las plantas normalmente está entre 0.10 y 0.55% de materia seca. Además de su participación en la fotosíntesis, el magnesio es importante como cofactor y activador de muchas reacciones enzimáticas. Otra función importante del magnesio es estabilizar la membrana celular y regular el balance de cationes intra y extracelular. Según Kiss (1981) el magnesio también influye en el balance de fitohormonas y la reducción de nitrato, y señala que la deficiencia de magnesio inhibe la reducción de nitrato y la producción de fitohormonas. El mismo autor señala que altos niveles de magnesio promueven la germinación del polen.

(http://creas.bligoo.com/content/view/612667/Magnesio-un-macronutriente-vital.html#.UOGU-m_aWul).

Se necesitan adecuados niveles de magnesio para lograr niveles adecuados de almidón en papas, de azúcar en remolacha, de grasa en semillas para aceite. en el caso de los cereales, la fertilización con magnesio tiene un gran efecto en los rendimientos de granos. El metabolismo de magnesio de las plantas está estrechamente relacionado con el metabolismo de fósforo de las plantas. en plantas con déficit de magnesio, los niveles de fósforos son más altos de lo normal en los órganos vegetativos, pero más bajos en las semillas. En las plantas deficitarias en magnesio, sin embargo, no es inusual que las hojas tengan menos fósforo que la de plantas sanas. Al mejorar los niveles de magnesio se tiene un efecto positivo no solo en la extracción y transporte de fósforo sino que también en la concentración de fósforo en las hojas (http://creas.bligoo.com/content/view/612667/Magnesio-un-macronutriente-vital.html#.UOGU-m_aWuI).

La deficiencia de magnesio es natural en muchos tipos de suelo en el mundo. En los suelos ricos en magnesio, la disponibilidad de iones de magnesio es mayor a ph 6.5 que a ph 5.5, pero en suelos con bajos niveles de magnesio la situación es la contraria, con disponibilidad de iones mayor a ph 5.5. La deficiencia de magnesio, sin embargo, puede ser inducida no solo por las bajas concentraciones de magnesio en la solución nutritiva, pero también por altas concentraciones de otros iones como H^+ , K^+ , NH_4^+ , e incluso Ca^{2+} y Mn^{2+} (http://creas.bligoo.com/content/view/612667/Magnesio-un-macronutriente-vital.html#.UOGU-m_aWuI)

El tipo de suelo para el cultivo del maíz es de textura media a franco, profundo de buen drenaje y buena fertilidad, con un contenido de materia orgánica mayor al 2% y con un contenido de fósforo mayor a 6 p.p.m. El pH puede variar entre 5,5 y 8 pudiendo ser óptimo entre 6 y 7. No tolera suelos encharcados por lo que se debe evitar que el cultivo sea sembrado en terrenos bajos y compactados (CIAT- Santa Cruz, 1983).

3.6 Aporque y control de malezas

El aporque consiste en arrimar la tierra al pie de las plantas, los objetivos principales de esta labor son:

1. Evitar el vuelco de las plantas principalmente aquellas que se ramifican desde la base y evitar el resquebrajamiento por el peso de las ramas y frutos.
2. Aumentar el espacio para el desarrollo de las raíces.
3. Controlar malezas. El aporque se puede realizar a los 4 meses del transplante; no debe ser muy profundo para evitar que se dañe el sistema radicular de la planta (Carbajal y Barcazar, 2008).

Conforme va desarrollando la planta conviene realizar el aporque. Esto consiste en que al mismo momento que se hace la eliminación de malezas y arreglo de surcos se incorpora tierra al cuello de la planta y así profundizar los surcos para facilitar el riego; al mismo tiempo se logra que la humedad y las raíces se profundicen y así la planta este vigoroso.

Los aporques deben coincidir conjuntamente con la aplicación adicional de fertilizantes (Nhora, 1975).

Al hacer el aporque, también se realiza otra labor muy importante que es la roturación de la superficie del suelo. Con ello se logra romper la superficie y la capilaridad del suelo, y con ello se evita la evaporación del agua, con el consiguiente ahorro de agua y permanencia por mayor tiempo en el suelo. Con estas tres labores: deshierbo, aporque y roturación de la superficie debemos tener cuidado de hacerlo muy superficialmente, para no lastimar las raicillas de nuestros cultivos. Con la roturación se elimina esa costra que se forma en la superficie del suelo normalmente después de las lluvias y de los riegos intensos, facilitándose la entrada de aire al suelo, muy importante para la vida de los microorganismos y para las reacciones químicas que permiten la nutrición de las raíces y, por supuesto, para la respiración de las raíces, función necesaria para la absorción del oxígeno (Berger, 1975; María del Carmen *et al.*, (s/a) y Nhora, 1975).

3.7 Acame de raíz y tallo

3.7.1 Acame de raíz

Jugenheimer (1981), menciona que la resistencia al acame varía en función de la madurez, estructura del tallo, sistema radicular, altura de planta, altura de mazorca y fertilidad edáfica, así mismo aclara que la falta de potasio acorta las raíces. A su vez Hall (1934), estudiando la relación entre ciertas características morfológicas y el acame, encontró que la ausencia de acame está asociada positivamente con alturas de mazorcas

más bajas, raíces extendidas y profundas, volúmenes de raíces mayores, menos enfermedades, menos chupones y más fibras fuertes para arrancar las plantas del suelo.

3.7.2 Acame de tallo

Tocani (1980), menciona que la falta de resistencia al acame, especialmente en cultivos mecanizados ocasiona: Pérdidas de espigas durante la cosecha, desarrollo de mazorcas con poco peso y maduración incompleta, baja calidad de grano y dificultad para el operador de la cosechadora. Díaz y Rivera (1976), al considerar la madurez fisiológica, señalan que los genotipos con mayor número de días de la siembra a la floración femenina tuvieron la tendencia de rendir más que los de menor número de días. Refiriéndose al período de llenado del grano, los genotipos más tardíos del estudio, utilizaron un mayor número de días para acumular nutrientes en el grano, habiéndose mostrado una mayor capacidad rendidora (días a la floración femenina).

3.8 Trabajos de investigación realizados

3.8.1 Investigaciones realizadas en el cultivo del maíz

En maíz se considera que la floración y las etapas iniciales del período de llenado de grano son críticas para la determinación del rendimiento de grano. Debido a esto, la presencia de temperaturas altas, frecuentemente asociadas con sequías durante estas etapas, pueden afectar los procesos de polinización, fecundación y desarrollo del grano. Esto es consecuencia

de la desecación de estigmas y/o de los granos de polen y la reducción de la tasa y/o duración del período de llenado de grano, que afectan el número y peso individual de los mismos (Bassetti y Westgate, 1993; Suzuki *et al.*, 2001; Wilhelm *et al.*, 1999).

Para maíz, una temperatura mayor de 35°C acompañada con una baja humedad relativa provoca desecación de los estigmas, y temperaturas superiores a 38°C reducen la viabilidad del polen. En base a esto, se ha sugerido que por cada grado centígrado (°C) que se incrementa la temperatura por encima del óptimo (25°C), se reduce un 3 a 4 % el rendimiento de grano (Cheikh y Jones, 2001).

La fotosíntesis es uno de los procesos más sensibles al calor, siendo disminuida significativamente en maíz a temperaturas foliares superiores a 30°C, debido a la inactivación de la enzima Rubisco, hasta su casi completa inactivación a 45°C. Por lo tanto, la variación interespecífica en la termotolerancia de los sistemas de fotosíntesis es determinante en los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas bajo condiciones de alta temperatura (Crafts-Brandner y Salvucci, 2002; Jull *et al.*, 1999).

La combinación de las altas temperaturas y la sequía causan una mayor reducción de la fotosíntesis y en consecuencia de la producción del cultivo que los efectos de ambos estreses por separado. Las temperaturas altas en la etapa inicial del período de llenado de grano tiene efectos detrimentales en el peso individual del grano del maíz; el nivel de estos efectos depende de las condiciones ambientales imperantes en este

período (Commuri y Jones, 2001; Wilhelm *et al.*, 1999). Esta reducción del peso de grano es debida principalmente a la reducción del número de gránulos de almidón en el grano (Commuri y Jones, 2001).

3.8.2 Efecto del aporque en el rendimiento del cultivo de maíz

León *et al.*, (2004), reportan que en condiciones de las áreas de la Universidad Agraria de la Habana (Cuba), se realizó el estudio del efecto del número de aporques en el rendimiento del cultivo de maíz, comparándose un testigo sin aporque, un aporque a los 15 días después de la siembra, un aporque a los 25 días después de la siembra, un aporque a los 35 días después de la siembra, un aporque a los 15 y otro a los 25 después de la siembra, un aporque a los 15 y 35 días después de la siembra. Los tratamientos se ordenaron en un Diseño en Bloques Completos al Azar con 4 replicas.

Las variables utilizadas para esta experiencia fueron el rendimiento medido con y sin hojas, además las mazorcas del 1era, 2da y 3era categoría, altura de planta. Los resultados reflejaron que tanto el rendimiento sin hojas como la altura de planta mostraron diferencias significativas entre sí, teniendo más efecto el aporque cuando este se realizó una vez a los 25 días (8.09 t. ha⁻¹), una vez a los 35 días (8.62 t. ha⁻¹) y dos veces a los 15 y 35 (8.71 t. ha⁻¹) días después de la siembra. El tratamiento sin aporque fue el de más bajo resultados (4.93 t. ha⁻¹)

Otros trabajos de investigación indican que las atenciones culturales que se le realizan a los cultivos económicos van encaminadas a la protección de las plantas contra diversos agentes y circunstancias que se oponen al normal crecimiento y desarrollo de las mismas, por lo tanto son una vía necesaria que contribuye a mejorar los rendimientos (León, 1964, Puentes *et al.*, 1987 y Egúsquiza, 2000). Dichos cuidados son variados de fines comunes pudiéndose efectuar sobre el suelo o la planta (Montero, 1990). Entre dichos cuidados está el realce o aporque, labor que consiste en arrimar tierra al pie de las plantas con variados propósitos, según el tipo de cultivo (Socorro y Martín, 1989).

Otros autores como Berger (1975); María del Carmen *et al.*, (s/a) y Nhora (1975), indican que el aporque tiene varias finalidades, acercar suelo enriquecido con nutrientes al pie de las plantas, eliminar malezas, facilitar el drenaje, mejorar la aireación alrededor de las plantas y servir de apoyo a ciertos cultivos cuyo sistema radical no es fuerte, entre otras cuestiones.

Esta atención cultural no es común a todas las plantas, ni a todos los suelos (CATIE 1990; Diehl y Mateo 1973); señalando que se realiza a aquellos cultivos de fruto agrícola subterráneo y a los de fácil formación de raíces nodales.

Soplín (1989), realizó un ensayo en la isla "Parlamento" ubicado en el Departamento de Loreto, provincia de Maynas, distrito de Iquitos, propiedad de la Facultad de Agronomía de la UNAP; en suelo aluvial

inundable. Se tuvieron siete tratamientos incluyendo el testigo. Se analizaron en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. El análisis de variancia para rendimiento de grano en vaina seco y de grano no resultó estadísticamente significativo; pero al realizar la prueba de Duncan, se encontró la existencia de tres grupos homogéneos: en el primer grupo, resaltó aquel que ocupó el segundo lugar en el orden de méritos en rendimiento, es decir cuando se realizó el aporque a los diez días después del 50% de la primera floración -T3- (39 días después de sembrado), cuyos rendimientos fueron de 3.814 y 1.985 t/ha de peso de grano seco, respectivamente. No se consideró como el más favorable al tratamiento que ocupó el primer lugar, debido a que en él se realizaron dos veces la labor de aporque, siendo ellos a los 39 y 54 días después de sembrado-T3, que conducen a obtener los mejores resultados económicos entre los tratamientos estudiados.

3.8.3 Efecto del número de aporques en el rendimiento y calidad de dos clones de melloco (*Ullucus tuberosus* Loz.).

INIAP (1994), reporta que los objetivos para realizar este trabajo de investigación fueron, estudiar el comportamiento de dos clones de melloco (futuras variedades) frente a diferentes números de aporques; y determinar la influencia de esta práctica agronómica en los costos de producción y beneficios netos del cultivo de melloco.

Este ensayo se sembró en la estación experimental santa catalina en el lote D1 a 3050 m.s.n.m. los factores en estudio fueron; los clones de melloco C1= ECU-791 y C2= ECU-831y el número de aporques, comparándose un testigo sin aporque, un aporque a los 65 días de la siembra, dos aporques a los 60 y 90 días de la siembra, tres aporques a los 60, 90 y 120 días de la siembra y 4 aporques a los 60, 90, 120, y 150 días de la siembra.

Utilizaron una parcela experimental de 30 m² trabajaron con un arreglo factorial de 5 x 2 en un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones, los resultados evidencian que conforme se aumenta el número de aporques se incrementó en ciclo vegetativo del cultivo. Además el tratamiento sin aporque tuvo mayor porcentaje de infección de enfermedades y ataque de plagas.

En cuanto a rendimiento no se encontró significación para clones pero si para aporques, se observó el menor rendimiento para el tratamiento sin aporque con 21,7 t/ha, y el mayor rendimiento para el tratamiento con tres aporques con 41,6 t/ha. Concluyéndose que los tratamientos con dos y tres aporques son las mejores opciones ya que presentan mayores valores en el análisis económico.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo del señor Tercero Córdova Lazo; ubicado en el distrito de Juan Guerra, a la altura del Km. 14.0 de la carretera Fernando Belaunde Terry, región de San Martín – Perú; geográficamente caracterizadas por presentar las coordenadas siguientes:

Ubicación geográfica:

Longitud Oeste : 76° 26'
Latitud Sur : 06° 34'
Altitud : 356 m.s.n.m

Ubicación política

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

4.1.2 Historia del campo

En el terreno donde se ejecutó el presente trabajo, se viene sembrando maíz amarillo duro durante cuatro años.

4.1.3 Clima

Holdridge (1973.), menciona que la clasificación ecológica de la zona, pertenece a un bosque seco tropical (bs-T). El régimen térmico presenta

una media anual de 26.3 °C. Durante el periodo vegetativo del cultivo, se tuvo una temperatura media de 25.6 °C, con una precipitación total de 706.4 mm, con el mes más seco de Junio con 95.2 mm y Abril como el mes más húmedo con 251.4 mm. En el cuadro 1, se muestran los datos meteorológicos de Febrero a Junio de 2012 y en el gráfico 1, se expresa la evolución de la precipitación mensual precipitada.

Cuadro 1: Condiciones climáticas registradas durante el experimento ejecutado de Febrero a Junio de 2012.

MESES	Temperatura Promedio (°C)	Precipitación total (mm)	Humedad Relativa (%)
Febrero	25.9	95.3	75
Marzo	25.5	182.4	76
Abril	25.7	251.4	78
Mayo	25.9	82.1	75
Junio	24.9	95.2	78
Total		706.4	
Promedio	25.6	141.3	76

Fuente: SENAMHI (2012).

4.1.4 Características edáficas

El suelo donde se ejecutó el trabajo de investigación tiene las siguientes características: es de textura arcilloso, de pH (7.48) medianamente alcalino. Con relación al contenido de materia orgánica, presenta un bajo valor. El porcentaje de nitrógeno es bajo este elemento tiene mucha influencia en el desarrollo de la biomasa, el fósforo disponible y potasio disponible se considera como alto y se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2: Resultado de las características físicas y químicas del suelo.

Determinaciones		Resultados	Método	Clasificación
Textura (%)	Arena %	35	Hidrómetro	Arcilloso
	Arcilla %	47	Hidrómetro	
	Limo %	18	Hidrómetro	
pH		7.48	Potenciómetro	Medianamente Alcalino
Materia Orgánica (%)		1.87	Walkley y Black	Bajo
Nitrógeno Total (%)		0.09		Bajo
Fósforo disponible (ppm)		17	Olsen Modificado	Alto
Potasio disponible (meq./100 g de suelo)		168	Absorción atómica	Medio
Calcio intercambiable (meq./100 g de suelo)		12.24		Normal
Magnesio intercambiable (meq./100 g de suelo)		2.05		Normal
Conductividad eléctrica (mmhos/cc)		158.3	Conductímetro	<i>Muy ligeramente salino</i>

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM-T, 2012.

4.2 Metodología

4.2.1 Diseño experimental.

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño estadístico de bloques completos al azar (DBCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones y con un total de 12 unidades experimentales.

4.2.2 Tratamientos en estudio.

Como cultivo indicador se utilizó de maíz amarillo duro variedad Marginal 28- Tropical, en el cuadro 3, se muestra los tratamientos en estudio.

Cuadro 3: Tratamientos en estudio.

Tratamientos	Descripción
T1	Testigo sin aporque
T2	Con un aporque a 25 días de la siembra
T3	Con dos aporques a los 25 y otro a los 35 días de la siembra.
T4	Con tres aporques a los 25 a los 35 y otro a los 45 días de la siembra.

4.2.3 Detalle del Características del campo experimental.

A. Parcela experimental

- Longitud de surco : 4.0 m
- Distancia entre surco : 0.80 m
- Número de surcos x Parcela : 4.0
- Distancia entre plantas : 0.40 m
- Ancho de la parcela : 3.2 m
- Largo de la parcela : 4.0 m
- Área de la parcela : 12.8 m²
- Número total de parcelas : 12

B. Bloque

- Número de bloques : 3
- Número de parcelas : 4
- Ancho de calle : 1.0 m
- Área de bloque : 60.8 m²
- Área neta experimental : 6.4 m²
- Área total del experimento : 220.4 m²

4.2.4 Conducción del experimento

a. Semillas

La semilla de maíz utilizada en el presente trabajo fue de la variedad Marginal 28 Tropical generada por el INIA-EEA. El Porvenir en el año 1984.

b. Análisis de suelo

Para el análisis del suelo se tomaron unas diez sub muestras de toda el área experimental en Zig – Zag, a una profundidad de 30 cm. En la cual se utilizó una palana para la extracción del suelo. Todas estas sub-muestras se mezclaron en una sola, para constituir una muestra compuesta representativa de 500 gramos de peso, la misma que fue analizada por sus propiedades físicas y químicas en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto.

c. Preparación de terreno

La preparación del terreno del área experimental se realizó de manera manual (chaleo), a los 20 días del chaleo se aplicó un herbicida (glifosato) para el control de la emergencia de malezas antes de la siembra. En la foto 1 y 2 se muestran el chaleo realizado.



Foto 1: Chaleo del área experimental



Foto 2: Chaleo del área experimental

d. Siembra

Esta labor se realizó con fecha 16 de febrero de 2012, en forma manual con tacarpo, la cantidad empleada fue de 3 semillas por golpe a una profundidad de 3-5 cm con un distanciamiento de 0.80 metros entre surco por 0.40 metros entre golpes y distribuidos los tratamientos según el croquis de campo. En la foto 3 y 4, se muestran la siembra efectuada con el apoyo de un tacarpo y la siembra respectiva.



Foto 3: Siembra del maíz con tacarpo



Foto 4: Siembra de maíz (tres semillas)

e. Desahije

Consistió en eliminar una planta de cada golpe con la finalidad de dejar dos plantas por golpe; dicha labor se realizó cuando la planta alcanzó una altura de 30 cm., a los 20 días después de la siembra, esta actividad se realizó con el fin de obtener una densidad poblacional de 62,500 plantas por hectárea. En las fotos 5 y 6, se muestran las plantas de maíz antes y después del desahije.

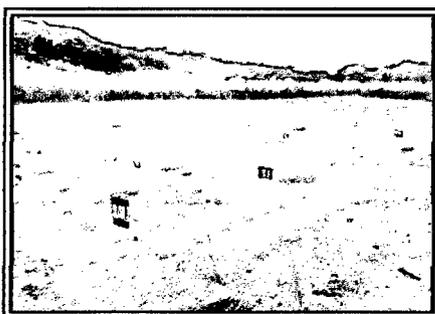


Foto 5: Antes del desahije



Foto 6: Después del desahije

f. Control de malezas

EL control de malezas fue realizada en forma manual utilizando un machete, que consistió en realizar dos deshierbos uno a los 30 días después de la siembra y otro a los 60 días al inicio de la floración. En las fotos 7 y 8 se muestran el deshierbo efectuado.



Foto 7: Deshierbo



Foto 8: Después del deshierbo

g. Aporque

Esta labor se llevó a cabo a los 25, 35 y 45 días según los tratamientos, con uno, con dos y tres aporques, consiste en reunir un montículo de tierra alrededor de la base del cuello del tallo, esto con la finalidad de observar su efecto en la productividad del cultivo de maíz. En las fotos 9 y 10 se muestran la ejecución del aporque



Foto 9: Ejecución del aporque



Foto 10: Después del aporque

h. Control fitosanitario

Durante el ciclo del cultivo se presentó la plaga del cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se controló con la aplicación de un insecticida Fastac (Alphacipermetrina) a dosis de 250 ml por hectárea (20 cc/20 litros de agua). Las aplicaciones se realizaron en dos oportunidades a los 15 y 35 días después de la siembra. En las fotos 11 y 12, se muestran las labores fitosanitarias efectuadas a la plantas del maíz, así como a la plaga del cogollero (*Spodoptera frugiperda*).



Foto 11: Control fitosanitario



Foto 12: Cogollero (*S. frugiperda*)

i. Cosecha

La cosecha se realizó a los 120 días después de la siembra, la cosecha fue manual evaluándose los dos surcos centrales del área neta experimental, cuando la planta alcanzó una madurez fisiológica, tal como recomienda el CIMMYT. Esta labor se realizó en forma manual en cada uno de los tratamientos. En las fotos 13 y 14, se muestran las evaluaciones efectuadas antes y después de la cosecha.



Foto 13: Evaluaciones antes de la cosecha



Foto 14: Evaluaciones después de la cosecha

4.2.5 Evaluaciones realizadas

Para las evaluaciones se basaron en guías y recomendaciones Internacionales dadas por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - CIMMYT.

a. Días a la floración masculina

Se registro el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual el 50% de las plantas del área neta experimental de los tratamientos mostraron la presencia de las panojas o inflorescencia masculina.

b. Días a la floración femenina

Se registro el día de números transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual el 50% de las plantas de área neta experimental de los tratamientos mostraron la emergencia de sus estigmas y median de 2-3 cm. de largo aproximadamente.

c. Altura de planta

Es la distancia (m) comprendió entre la base de la planta hasta el último nudo del tallo, donde empieza la hoja bandera con una regla milimetrada. Se seleccionó al azar 5 plantas del área neta experimental de cada tratamiento y se procedió a medir cada planta.

d. Altura de mazorca

Es la distancia (m) comprendidas entre la base de la superficie del suelo hasta la yema axilar que da lugar a la mazorca superior. En las mismas 5 plantas seleccionadas al azar se determinó la altura de las mazorcas y con ayuda de la regla métrica se determinó la altura.

e. Número de plantas cosechadas

Se contabilizó el número de plantas cosechadas comprendidas dentro del área neta experimental, sin importar si la planta tuvo una, dos o ninguna mazorca.

f. Número total de mazorcas cosechadas

Se registro el número total de mazorcas cosechadas en el área neta experimental de cada parcela, incluyendo mazorcas pequeñas.

g. Acame de raíz

Se registraron el número de plantas con acame de raíz al final del ciclo antes de la cosecha, contabilizando las plantas con una inclinación de

30° ó más a partir de la perpendicular en la base de la planta, donde comienza la zona radicular.

h. Acame de tallo

Se contabilizaron el número de plantas con tallos rotos debajo de las mazorca, pero no más arriba. Hubo algunas plantas débiles con tallo de poca calidad pero no se acamaron.

i. Peso de campo

A través de una balanza se pesó todas las mazorcas cosechadas por cada área neta experimental de cada tratamiento, mazorcas sanas y podridas.

j. Longitud de mazorca (cm.)

Este parámetro se evaluó en laboratorio para dicha evaluación se tomó al azar 10 mazorcas de cada tratamiento y con la ayuda del vernier se procedió a tomar la medida de longitud en centímetros de cada una de las mazorcas.

k. Diámetro de mazorca (cm.)

De las 10 mazorcas seleccionadas con ayuda del vernier, se procedió a tomar la medida del diámetro de cada una de las mazorcas.

l. Número de hileras por mazorca

En las mismas 10 mazorcas seleccionadas para la medida de la longitud se realizaron el conteo del número de hileras por mazorca, el cual se registró y se sacó un promedio de cada tratamiento.

m. Número de granos por hilera

En las mismas 10 mazorcas seleccionadas para el conteo de número de hileras por mazorca por parcela experimental se procedió a realizar el conteo de granos por hileras por cada mazorca.

n. Peso de 100 granos

Se procedió a desgranar las 10 mazorcas, de la cual se saco al azar 100 semillas para ser pesadas, realizando este mismo método A los 04 tratamientos en estudio.

o. Rendimiento Tn.ha⁻¹

La producción de grano para cada una de las parcelas fue pesada y ajustada al 14% de humedad, y reflejada en Kg. /ha; mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Rdto. Ton/ha} = \text{PC/A} \times 10 \times (100 - \text{H}^\circ\text{Cos}/100 - \text{H}^\circ\text{Com}) \times 0.80$$

Donde: PC = Peso de campo
A = Área neta de cosecha
H°Cos = Humedad de cosecha
H°Com = Humedad comercial (14%)
0.80 = Porcentaje de desgrane.

p. Análisis económico

Los resultados agronómicos se sometieron a un análisis económico para evaluar la rentabilidad de dichos tratamientos, con el fin de brindar información acerca de cuál de las alternativas es más adecuada desde el punto de vista económico.

La metodología empleada para la realización de este análisis fue la recomendada por el Centro de Mejoramiento de Maíz y Trigo (1998) y el Instituto Nacional de Investigación Agraria (2011).

La metodología usada para efectuar el análisis económico considera los siguientes parámetros:

- Rendimiento: Expresado en Kg. /ha.
- Costo de producción: Es la sumatoria de los costos fijos (preparación del terreno) más los costos variables (semilla, fertilizantes, cosecha y transportes).
- Precio de venta por Kg: Es el precio de nuestro producto en el mercado.
- Beneficio bruto: Obtenido a través de la multiplicación del rendimiento por
 - el precio del producto al momento de la cosecha.
- Beneficio neto: Es igual al beneficio bruto menos los costos totales de la producción.
- Rentabilidad: Es el beneficio económico deseado a obtener, se obtiene de la diferencia de los beneficios totales y costos totales multiplicado por 100.

V. RESULTADOS

5.1 Condiciones climáticas

5.1.1 Precipitación (mm)

Durante el ciclo del cultivo de maíz la precipitación total mensual registrada durante los meses de Febrero-Junio fue de 706.4 mm. La temperatura media registrada por SENAMHI (2012) fue de 25.6 °C, registrándose las mayores temperaturas medias en los meses de Febrero y Mayo y una menor temperatura media en el mes de Junio, de 24.9 °C. Se muestra en el

gráfico 1.v.2

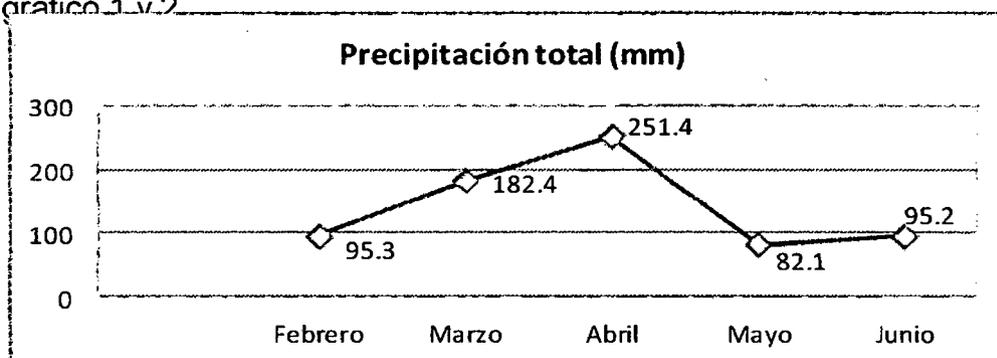


Gráfico 1: Precipitación (mm) durante los meses del experimento.

5.1.2 Temperatura (°C)

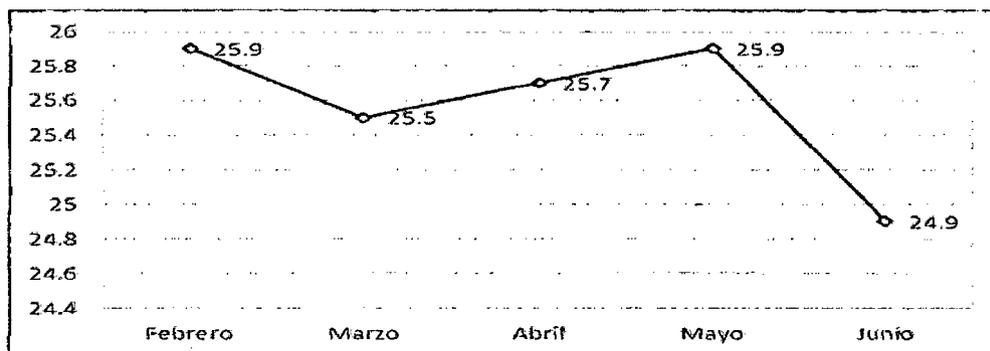


Gráfico 2: Temperatura media (°C) durante los meses del experimento.

5.2 Días al 50% de floración masculina

Cuadro 4: Análisis de varianza para el número de días al 50% de la floración masculina. Datos transformados por \sqrt{x} .

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
Bloques	0.095	2	0.048	1.660	0.267 N.S.
Tratamientos	0.076	3	0.025	0.883	0.501 N.S.
Error experimental	0.172	6	0.029		
Total	0.343	11			

$R^2 = 49.9\%$

C.V. = 2.33%

Promedio = 7.29

N.S. No significativo

*Significativo al 95%

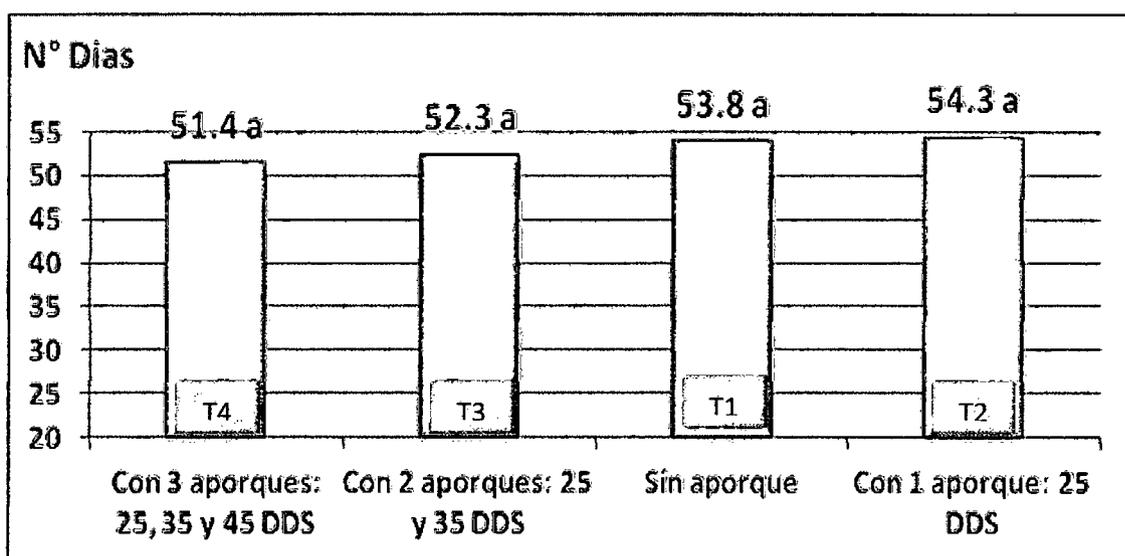


Gráfico 3: Prueba de Duncan al 5% para los promedios de tratamientos respecto al número de días a la floración masculina.

5.3 Días al 50% de floración femenina

Cuadro 5: Análisis de varianza para el número de días al 50% de la floración femenina.

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
Bloques	0.022	2	0.011	0.307	0.746 N.S.
Tratamientos	0.083	3	0.028	0.787	0.543 N.S.
Error experimental	0.212	6	0.035		
Total	0.317	11			

$R^2 = 33.2\%$

C.V. = 2.46%

Promedio = 7.61

N.S. No significativo

*Significativo al 95%

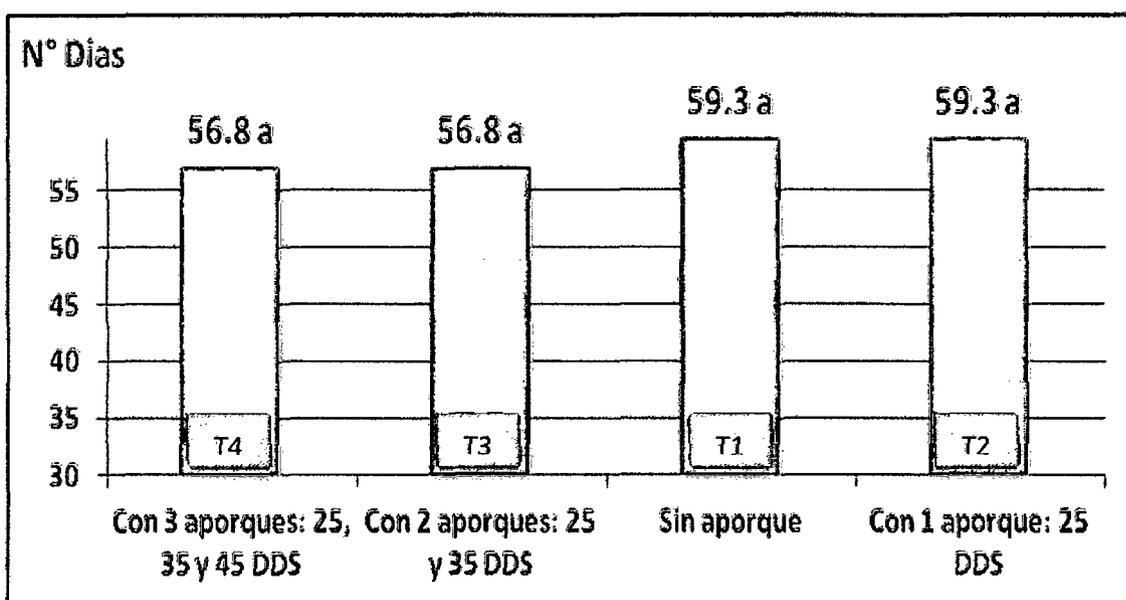


Gráfico 4: Prueba de Duncan al 5% para los promedios de tratamientos respecto al número de días a la floración femenina.

5.4 Altura de planta (m)

Cuadro 6: Análisis de varianza para la altura de planta (cm).

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
Bloques	0.048	2	0.024	6.008	0.037 *
Tratamientos	0.033	3	0.011	2.785	0.132 N.S.
Error experimental	0.024	6	0.004		
Total	0.105	11			

$R^2 = 77.2\%$

C.V. = 2.7%

Promedio = 2.35

N.S. No significativo

*Significativo al 95%

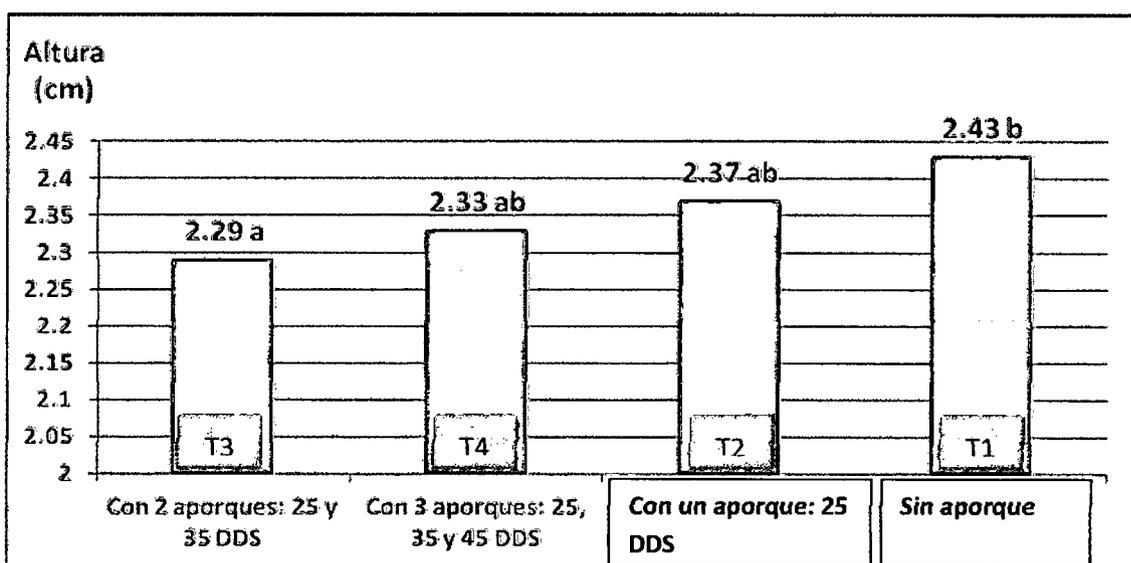


Gráfico 5: Prueba de Duncan al 5% para los promedios de tratamientos respecto a la altura de planta (cm).

5.5 Altura de la mazorca (m)

Cuadro 7: Análisis de varianza para altura de mazorca (cm)

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
Bloques	0.030	2	0.015	9.961	0.012 *
Tratamientos	0.007	3	0.002	1.676	0.270 N.S.
Error experimental	0.009	6	0.001		
Total	0.046	11			

$R^2 = 80.6\%$

C.V. = 2.47%

Promedio = 1.28

N.S. No significativo

*Significativo al 95%

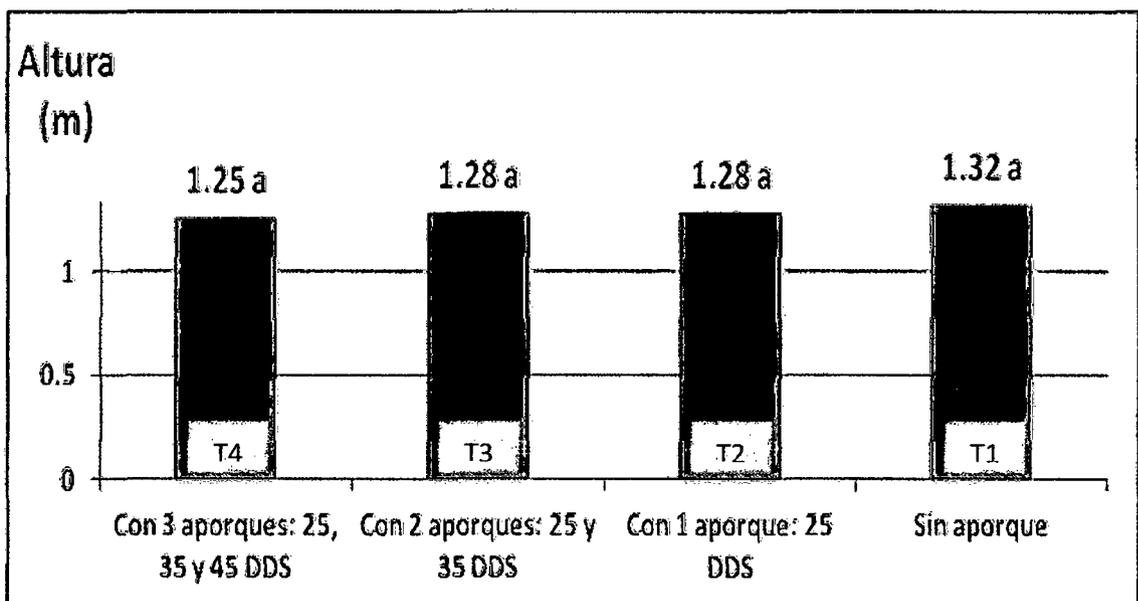


Gráfico 6: Prueba de Duncan al 5% para los promedios de tratamientos respecto a la altura de mazorca (cm).

5.6 Número de plantas cosechadas

Cuadro 8: Análisis de varianza para el número de plantas cosechadas.

Datos transformados por \sqrt{x} .

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
Bloques	0.093	2	0.047	0.588	0.585 N.S.
Tratamientos	0.364	3	0.121	1.531	0.300 N.S.
Error experimental	0.475	6	0.079		
Total	0.931	11			

$R^2 = 49.0\%$

C.V. = 4.76%

Promedio = 5.9

N.S. No significativo

*Significativo al 95%

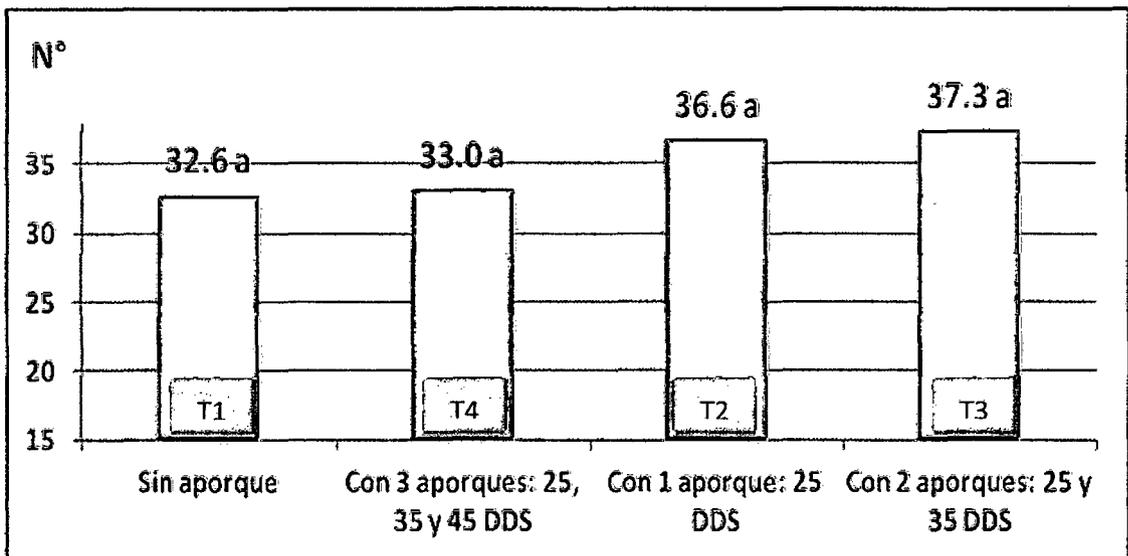


Gráfico 7: Prueba de Duncan al 5% para los promedios de tratamientos respecto al número de plantas cosechadas

5.7 Número Total de mazorcas cosechadas

Cuadro 9: Análisis de varianza para el número de mazorcas cosechadas por unidad experimental. Datos transformados por \sqrt{x} .

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
Bloques	0.035	2	0.017	0.174	0.845 N.S.
Tratamientos	0.542	3	0.181	1.793	0.248 N.S.
Error experimental	0.605	6	0.101		
Total	1.182	11			

$R^2 = 48.8\%$

C.V. = 5.91%

Promedio = 5.38

N.S. No significativo

*Significativo al 95%

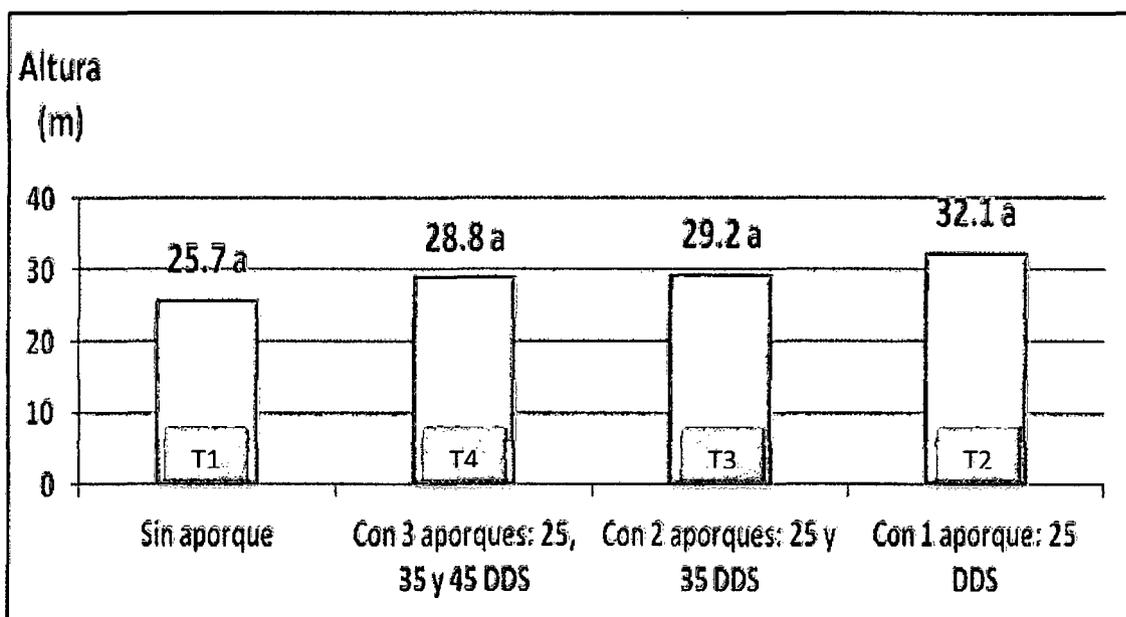


Gráfico 8: Prueba de Duncan al 5% para los promedios de tratamientos respecto al número total de mazorcas cosechadas.

5.8 Acame de raíz y tallo

Cuadro 10: Acame de raíz y tallo

Clave	ACAME RAÍZ	ACAME TALLO
T1	10	6
T2	0	0
T3	0	2
T4	0	2

5.9 Características biométricas de la mazorca

Cuadro 11: Características biométricas de la mazorca

Trats	Descripción	Peso de Mzca (g)	Long. Mzca (cm)	Diámetro Mzca (cm)	Nº Hileras/Mzca	Granos/Hileras	Peso 100 Sem.(g)
T1	Sin aporque	125	14	3.2	12	31	28
T2	Aporque 25 días DDS	128	14.5	3.4	12	34	28
T3	Aporque 25 y 35 días DDS	128	14.8	3.4	12	33	30
T4	Aporque 25, 35 y45 DDS	129	14.5	3.5	12	34	29.7

5.10 Rendimiento en grano (Tn.h⁻¹)

**Cuadro 12: Análisis de varianza para el rendimiento de grano de maíz
al 14% de humedad comercial.**

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
Bloques	0.084	2	0.042	0.374	0.703 N.S.
Tratamientos	2.258	3	0.753	6.681	0.024 *
Error experimental	0.676	6	0.113		
Total	3.018	11			

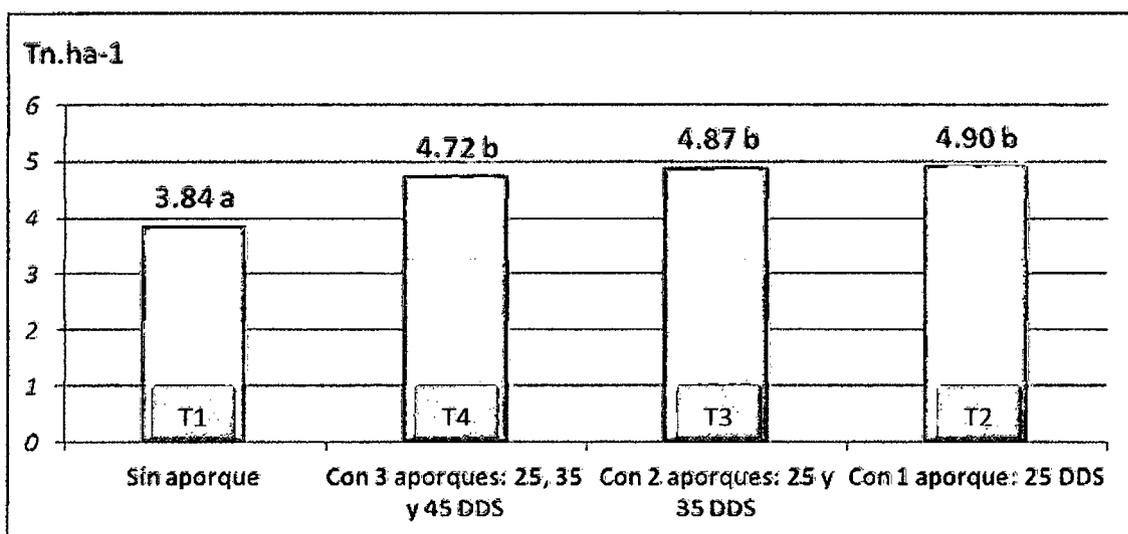
R² = 77.6%

C.V. = 7.34%

Promedio = 4.58

N.S. No significativo

*Significativo al 95%



**Gráfico 9: Prueba de Duncan al 5% para los promedios de
tratamientos respecto al rendimiento de granos en Tn.ha⁻¹**

5.11 Análisis económico

Cuadro 13: Análisis económico de los tratamientos estudiados

Trats.	Rdto (Kg.ha)	Costo de producción (s/.)	precio de venta x Kg. (s/.)	Beneficio bruto (s/.)	Beneficio neto (s/.)	B/C	Rentabilidad (%)
T1	3840	2149.95	1	3840	1690.05	0.786	78.61
T2	4900	2380.96	1	4900	2519.04	1.058	105.80
T3	4870	2594.48	1	4870	2275.52	0.877	87.71
T4	4720	2806.08	1	4720	1913.92	0.682	68.21

VI. DISCUSIÓN

6.1 Condiciones climáticas y edáficas

6.1.1 Precipitación (mm)

La precipitación total mensual registrada durante el ciclo del cultivo de maíz en la jurisdicción del distrito de Juan Guerra según SENAMHI (2012), fue de 706.4 mm, cuya precipitación permitió que las raíces absorbieran agua y las sales minerales para crecer y desarrollar su ciclo vital (Llanos, 1984). La cantidad de agua precipitada está acorde a lo que indica Trillas (1986), quién señala que la cantidad óptima mínima de lluvia es de 550 mm, y la máxima es de 1000 mm.

Lo ideal sería que la precipitación se distribuyera con un 70% de requerimiento hasta la floración y de esta a la cosecha en un 30%; bajo estas condiciones se esperaba una sincronización adecuada de la expresión genética en cuanto al rendimiento de la variedad estudiada. Sin embargo, según los datos registrados por SENAMHI (2012), se aprecia que después de la floración se obtuvo un mayor porcentaje de precipitación y es posible que en algunas variables estudiadas esta precipitación haya influenciado en la duración del ciclo del cultivo, clima, disponibilidad de agua, características hidrodinámica del suelo y prácticas de manejo de sistemas agua-suelo-planta, tal como lo manifiesta Reyes, 1980) y Wingley (1961).

6.1.2 Temperatura media (°C)

La temperatura media registrada durante el desarrollo del cultivo fue de 25.6 °C, una temperatura ideal como planta C4, para desarrollar la fotosíntesis y respiración y que respondieron a un aumento de su actividad con el aumento de las temperaturas hasta llegar a un máximo a partir del cual la actividad decrecía.

Las plantas no son capaces de mantener su temperatura constante por lo que los cambios de temperatura ambiental influyen sobre su crecimiento y desarrollo (Evans, 1983; Aldrich y Leng, 1981; Parsons, 1982 y Reyes, 1980).

6.2. Días al 50% de floración masculina

En el cuadro 7, se muestra el análisis de varianza para el número de días al 50% de la floración masculina, la cual no detectó diferencias estadísticas para la fuente de variabilidad de los tratamientos. El Coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 49.9% explica muy poco el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número de días al 50% de la floración masculina. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 2.33% se encuentra dentro del rango de aceptación establecido por Calzada (1982).

Al realizar la prueba de Duncan (Gráfico 5) con los promedios de tratamientos ordenados de menor a mayor y respecto al número de días al 50% de la floración masculina, se aprecia que los tratamientos no difieren estadísticamente entre sí, corroborando el resultado indicado en el análisis

de varianza (Cuadro 7). Siendo que los tratamientos T2 (Aporque a los 25 DDS), T1 (Testigo), T3 (Aporques a los 25 y 35 DDS) y el T4 (Aporques a los 25, 35 y 45 dds) alcanzaron promedios de 54.3, 53.8, 52.3 y 51.4 días al 50% de la floración masculina respectivamente, siendo estos estadísticamente iguales entre sí.

La no diferencia significativa de los resultados obtenidos explica que esta variable no fue influenciada por los tratamientos estudiados, debido a que es una característica propia de la variedad, tal como lo explica INIA (2003), al indicar que la variable días al 50% de la floración se efectúa en un rango de tiempo que fluctúa entre 54 a 60 días, aunándose en esta etapa fenológica la buena disponibilidad de agua para la planta (SENAMHI, 2012), así como de las condiciones nutricionales del suelo (Laboratorio de Suelos de la FCA, 2012), influenciando esta relación en la polinización y el resto de la fase de la maduración.

6.3 Días al 50% de floración femenina

En el cuadro 8, se muestra el análisis de varianza para el número de días al 50% de la floración femenina, la cual no detectó diferencias estadísticas en la fuente de variabilidad tratamientos. El Coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 33.2% explica muy poco el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número de días al 50% de la floración femenina. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 2.46% se encuentra dentro del rango de aceptación establecido por Calzada (1982).

Al realizar la prueba de Duncan (Gráfico 6) con los promedios de tratamientos ordenados de menor a mayor y respecto al número de días al 50% de la floración femenina, se aprecia que los tratamientos no difieren estadísticamente entre sí, corroborando el resultado indicado en el análisis de varianza (Cuadro 8). Siendo que los tratamientos T2 (Aporque a los 25 DDS), T1 (Testigo), T3 (Aporques a los 25 y 35 DDS) y el T4 (Aporques a los 25, 35 y 45 DDS) alcanzaron promedios de 59.3, 59.3, 56.8 y 56.8 días al 50% de la floración femenina respectivamente, siendo estos estadísticamente iguales entre sí.

Los resultados obtenidos con relación a la variable estudiada y la no relevancia entre los tratamientos estudiados, tiene una explicación directa desde el punto de vista genético propia de la variedad según INIA (2003), quien indica que el promedio de días transcurridos se encuentran dentro del rango de aceptación para una adecuada fecundación del polen.

La planta, que hasta el momento utilizaba todos sus nutrientes para el desarrollo de hojas, desvía sus recursos para el desarrollo de los órganos reproductivos (Laboratorio de suelos de la FCA, 2012), donde como producto de la floración y fecundación se producirán los granos. La cantidad de espigas por planta, hileras de granos por espiga, y granos por hilera, queda definidos en esta etapa. Todos estos elementos tendrán una influencia fundamental en el rendimiento del cultivo.

6.4 Altura de planta

En el cuadro 5, se muestra el análisis de varianza para la altura de planta, la cual no detectó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. El Coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 77.2% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre la altura de planta. A su vez el coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 2.7% se encuentra dentro del rango de aceptación establecido por Calzada (1982).

Al realizar la prueba de Duncan (Gráfico 4) con los promedios de tratamientos ordenados de menor a mayor respecto a la altura de planta, se aprecia que los Tratamientos T1 y T3 difieren estadísticamente entre sí, lo que se diferencia del resultado obtenido en el análisis de varianza (Cuadro 6). Esto es debido a que esta prueba de significancia brinda mayores límites de significación (mayor exigencia) en las comparaciones de tratamientos, ya que tiene en cuenta los órdenes que les toca a los promedios de los tratamientos en comparación con el ordenamiento general, contrariamente a los determinados por el análisis de varianza según indica Calzada (1982).

El T1 (sin aporque) tuvo un promedio de 2.43 m. de altura y superó estadísticamente al T3 (2 aporques a los 25 y 35 dds), con un valor de 2.29 m., y que responde a la forma en que se tomaron las medidas, en la cual para el tratamiento que no fue aporcado se midió la distancia que había

desde la base de la superficie del suelo hasta el último nudo, y los tratamientos con aporque se midieron desde la base del tallo, que se encontraba sobre la superficie del aporque hasta el último nudo, generando esto una desventaja con respecto a la altura de planta. Sin embargo, el tratamiento T1, con mayor altura de planta, fue quien presentó mayor susceptibilidad al tumbado, explicando debilidad de los tallos sin aporcar, en este caso la altura de planta no influenció de manera positiva en el rendimiento.

Los resultados obtenidos en base a los tratamientos estudiados con la aplicación de aporques, nos indican que se manifestó influencia en la altura de planta, en la cual el T2 (con un aporque a los 25 dds) muestra una ligera diferencia, quien obtuvo una altura de 2.37 m., mientras que los tratamientos T3 (dos aporque a los 25 y 35 dds) y T4 (tres aporque a los 25,35 y 45 dds), obtuvieron una altura de planta de 2.29 y 2.33 m., respectivamente, traduciéndose que la diferencia significativa obtenida en los bloques nos indica que el suelo en que se realizó el presente experimento fue heterogéneo; debido a la influencia de variabilidad de la humedad, nutrición, temperatura y calidad de luz, de manera que la altura definitiva de la planta es el resultado final de la influencia que ejerce el conjunto de factores sobre el alargamiento de cada uno de los entrenudos, apreciaciones similares a lo que manifestado por Evans (1983).

Corroboran también León (1964); Puentes *et al.*, (1987); Egúsquiza (2000) y León *et al.*, (2004); quienes indican que el máximo crecimiento comienza

a partir del primer mes de germinada la semilla y que el mayor rendimiento en sus distintas variables agronómicas se logra con los tratamientos en que la atención cultural se realiza alrededor de dicho primer mes; para lo cual se espera variabilidad de resultados. La atención cultural efectuada a través del aporque dentro de su primer mes determinó mayor anclaje, mayor crecimiento de la raíces y por consiguiente de absorber más nutrientes, encontrándose la planta en mejores condiciones para iniciar su llamada de crecimiento, produciéndose mayor elongación del tallo y que fue determinante para que la planta obtenga mayor crecimiento.

También Somarriba (1998) y Reyes, (1990), coinciden al reportar que la altura de planta es una característica fisiológica de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta y está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, este efecto estuvo relacionado con la adecuada performance del aporque realizado a los 25 dds.

6.5 Altura de mazorca (m)

En el análisis de varianza del Cuadro 9, se muestra el análisis de varianza para la altura de mazorca, la cual no detectó diferencias estadísticas en la fuente de variabilidad de los tratamientos. Lo que difiere de los resultados entre bloques lo cual si presenta diferencia significativa, atribuimos este resultado a la heterogeneidad del suelo en la que se llevó a cabo el experimento. El Coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 80.6%

explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre la altura de mazorca. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 2.47% que se encuentra dentro del rango de aceptación establecido por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (Gráfico 5) con los promedios de tratamientos ordenados de menor a mayor y respecto a la altura de mazorca, se aprecia que los tratamientos no difieren estadísticamente entre sí, corroborando el resultado indicado en el análisis de varianza (Cuadro 7). Siendo que los tratamientos T1 (Testigo), T2 (Aporque a los 25 DDS), T3 (Aporques a los 25 y 35 DDS) y el T4 (Aporques a los 25, 35 y 45 DDS) alcanzaron promedios de 1.32 m, 1.28 m, 1.28 m y 1.25 m de altura de mazorca respectivamente, siendo estos estadísticamente iguales entre sí.

La variabilidad de resultados obtenidos en la presente variable nos indican que el número de aporques no influenciaron en el desarrollo fisiológico de la planta, fue más que todo una respuesta propia de la variedad, tal como indica INIA (2003), quién indica que la variedad Marginal 28 Tropical tiene una característica inherente con relación a la altura de mazorca que fluctúa entre 1.0 a 1.2 m., respectivamente, la semejanza de resultados obtenidos estuvieron acorde a la influencia de la humedad del suelo, de la absorción de las sales minerales y calidad de luz (Evans, 1983).

Al respecto Roig y Martínez (1974), corrobora que existe una relación directa entre altura de planta y altura de inserción de mazorca superior,

variando la misma en función al mejoramiento genético de cada material vegetal y la interacción con su ambiente.

6.6 Número de plantas cosechadas

En cuadro 6, se muestra el análisis de varianza para el número de plantas cosechadas, la cual no detectó diferencias estadísticas para tratamientos. El Coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 49.2% explica muy poco el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número de plantas cosechadas. Por otro lado el coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 4.76% se encuentra dentro del rango de aceptación establecido por Calzada (1982).

Al realizar la prueba de Duncan (Gráfico 4), se aprecia que los Tratamientos no difieren estadísticamente entre sí, corroborando el resultado indicado en el análisis de varianza (Cuadro 6). Los tratamientos T3 (Aporques a los 25 y 35 DDS), T2 (Aporque a los 25 DDS), T4 (Aporques a los 25, 35 y 45 DDS) y T1 (Testigo) alcanzaron promedios de 37.3, 36.6, 33.0 y 32.6 plantas cosechadas respectivamente, fueron estos estadísticamente iguales entre sí.

Los resultados obtenidos muestran que el número de aporques no influyeron significativamente en el parámetro evaluado. Los resultados obtenidos en la presente variable, fueron atribuidos sin importar que la planta tuviera una mazorca, dos mazorcas o ninguna y estuvieron en directa relación con la incidencia de la precipitación pluvial ocurridas

durante el desarrollo del cultivo (SENAMHI, 2012), de las características propias de la variedad (INIA, 2003), uso de semilla mejorada, del buen manejo agronómico del cultivo efectuado, especialmente en el control fitosanitario, repercutiendo en que todos los tratamientos estudiados obtengan similitud en el número de plantas cosechadas.

6.7 Número total de mazorcas cosechadas

En el análisis de varianza del Cuadro 9, se muestra el análisis de varianza para el número total de mazorcas cosechadas, la cual no detectó diferencias estadísticas en la fuente de variabilidad de los tratamientos. El Coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 48.8% no explica suficientemente el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número total de mazorcas cosechadas. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 5.91% se encuentra dentro del rango de aceptación establecido por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (Gráfico 7) con los promedios de tratamientos ordenados de menor a mayor y respecto al número total de mazorcas cosechadas, se aprecia que los Tratamientos no difieren estadísticamente entre sí, corroborando el resultado indicado en el análisis de varianza (Cuadro 10). Siendo que los tratamientos T2 (Aporque a los 25 DDS), T3 (Aporques a los 25 y 35 DDS) y el T4 (Aporques a los 25, 35 y 45 DDS) y el T1 (Testigo), alcanzaron promedios de 32.1, 29.2, 28.9 y 25.7 mazorcas totales cosechadas por unidad experimental respectivamente, siendo estos estadísticamente iguales entre sí.

Los resultados obtenidos estuvieron en directa relación con las características propias de la variedad, de las condiciones edafoclimáticas, así como del manejo del cultivo, de la densidad de siembra que favorecieron el desarrollo del cultivo, asegurando una producción de mazorcas por unidad de área en forma similar entre los tratamientos estudiados (Orozco, 1996; Castillo y Arana, 1997).

6.8 Acame de raíz y tallo

En el Cuadro 10, se observa el número de plantas acamadas de raíz y tallo y donde el T1 (Testigo - sin aporque) fue el tratamiento que obtuvo el mayor número de plantas con acame de raíz y tallo con promedios de 10 y 6 plantas respectivamente. Siendo además que los tratamientos T3 (Aporques a los 25 y 35 DDS) y T4 (Aporques a los 25, 35 y 45 DDS) obtuvieron solo 2 plantas con acame de tallo.

El mayor número de acame de raíz y tallo fue registrado en el tratamiento T1 (testigo), debido a la falta de aporque que impidió que proliferara menor espacio en el desarrollo de las raíces, disminuyendo la absorción de nutrientes del suelo, permitiendo que la planta crezca con menos eficacia, traduciéndose en ser susceptible al acame (Carbajal y Barcazar, 2008).

Así mismo, León *et al.*, (2004), corrobora cuando indican, que las plantas que crecen sin realizar el aporque, obtienen menos vitalidad en el crecimiento y desarrollo de la planta. Al no producirse la roturación de la

superficie del suelo, queda intacto la superficie y la capilaridad del suelo, permitiendo que fluya la evaporación del agua con el consiguiente desperdicio de agua y la no permanencia por mayor tiempo en el suelo (Jugenheimer, 1981, León *et al.*, 2004).

Los demás tratamientos en especial el tratamiento 2, resultó ser el mejor tratamiento al acame de raíz y tallo, debido a la eficacia, vitalidad y resistencia de la planta frente a las adversidades del viento, valoraciones congruentes a lo manifestado por León *et al.*, (2004) quienes atribuyen que los tratamientos con aporque obtienen más resistencia y soporte al acame que el tratamiento que no fue aporcado. Así mismo Berger (1975), reporta que el aporque ayuda a controlar las malezas, a mejorar la aireación del suelo, a conservar la humedad, ayudar a sostener las plantas y las hace más resistentes al viento y a su propio peso.

INIA (2008); Jugenheimer (1981), sostienen que la alta resistencia al volcamiento y la producción de buenos rendimientos son características especialmente importantes cuando existen cantidades adecuadas de potasio (k) se evita el acame y pueden esperarse rendimientos y rentabilidad más altos en el cultivo de maíz. Éstas consideraciones se asemejan a los resultados obtenidos en el presente trabajo, debido a la cantidad de potasio (medio) disponible según el análisis de suelos realizados en el Laboratorio de Suelos de la FCA, (2012); Fageria *et al.*, (1991).

6.9 Características biométricas de la mazorca

En el Cuadro 11, podemos observar que el aporque influye en los índices de producción como el peso de mazorca, longitud y diámetro de mazorca, granos por hilera y peso de 100 semillas. Los tratamientos T2, T3 y T4 con aporques superaron al tratamiento T1 (Testigo - sin aporque).

La longitud de la mazorca es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz. Es una variable de mucha importancia debido a que tiene una relación, directa, en la obtención de máximos rendimientos, así a mayor longitud de mazorca, mayor número de granos por hilera y por consiguiente mayores rendimientos (Centeno y Castro, 1993).

La longitud de la mazorca está influenciada por las condiciones ambientales (clima, suelo) y disponibilidad de nutrientes. La máxima longitud de la mazorca dependerá de la humedad del suelo, nitrógeno y la radiación solar (Adetiloye *et al.*, 1984).

Según Saldaña y Calero (1991), el diámetro de la mazorca es un parámetro fundamental para medir el rendimiento del cultivo, esto está directamente relacionado con la longitud de la mazorca. En dependencia del diámetro de la mazorca esta dado el número de hileras por mazorca, la variedad es otro factor determinante para esta variable, así como un buen suministro de nitrógeno (Centeno y Castro, 1993), los resultados obtenidos

a través del análisis estadísticos muestran que el número de aporques influyó en el diámetro de mazorca.

Por otro lado nuestro estudio demostró que el número de aporques no tiene influencia sobre el número de hileras por mazorca, ya que de todos los tratamientos se obtuvieron igual resultado (12 hileras por mazorca). Atribuimos este resultado a las características genéticas propias de la variedad. Corroborado por INIA (2012) quien menciona que una de las características de la variedad es que tiene 12 hileras por mazorca.

Así Somarriba (1997), menciona que el maíz igual que otras plantas no pueden producir altos rendimientos al menos que exista una alta disposición de nutrientes en cantidades suficientes en el suelo.

Mientras tanto la variable número de granos por hilera Jungenheimer (1981), afirma que cuando se mantiene el maíz libre de malezas; no solo aumenta el número de hileras sino que por facilitar la polinización se desarrolla un mayor número de granos por hilera. El número de granos por hilera está determinado por la longitud de mazorca y el número de hileras por mazorca. Para esta variable el número de aporques si tuvo efecto.

Esta variable (peso de 100 semillas) demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva, su movilización al rendimiento en una producción

que difiere con las variedades y condiciones del medio ambiente (López, 1991; que concuerda con Zapata y Orozco, 1991).

Según el análisis estadístico realizado, el tratamiento sin aporque y el tratamiento con un aporque son los que obtuvieron menor peso (28 g), esto demuestra que el número de aporques si influenció en el peso de 100 semillas.

Así mismo, León, Díaz y Cea (2004), en su ensayo observaron que el mayor efecto con respecto al peso y longitud de mazorca, se logró cuando el aporque se realizó dos veces a los 15 y 35 días de germinada la semilla, mientras que los más bajos, los presentó el tratamiento que no se aporcó. En estos resultados también se verifica la influencia del aporque en los rendimientos, así como el momento en que este se realiza en relación al momento de crecimiento máximo de la planta.

Los tratamientos 2, 3 y 4 al pesar 100 semillas obtuvieron resultados de 28, 30 y 29.7 gramos, respectivamente, y de acuerdo a los resultados de las características biométricas de la mazorca fueron influenciados por el peso, longitud y diámetro de mazorca, así como por el número de granos por hileras. Es importante indicar, que en el tratamiento 2, el aporque realizado a los 25 dds, fue determinante para que se desarrolle una mayor longitud de mazorca, por consiguiente un mayor número de granos por hilera y fue la expresión propia de la variedad para que obtenga el mayor rendimiento, apreciaciones que concuerdan con lo indicado por Centeno y Castro, (1993); Adetiloye *et al.*, (1984); Jungenheimer (1981).

6.10 Rendimiento de grano ($Tn.h^{-1}$)

En el cuadro 12, se muestra el análisis de varianza para el rendimiento en grano al 14% de humedad comercial. En este se detectó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. El Coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 77.6% explica muy bien el efecto de los tratamientos estudiados sobre el rendimiento en grano. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 7.34% se encuentra dentro del rango de aceptación establecido por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (Gráfico 8) muestra que los Tratamientos T2, T3 y T4 con 1, 2 y 3 aporques resultaron ser estadísticamente iguales entre sí, con promedios de 4.9 Ton.ha^{-1} , 4.87 Ton.ha^{-1} y 4.72 Ton.ha^{-1} respectivamente. Estos tratamientos superaron al tratamiento testigo (T1) que obtuvo un promedio de 3.84 Ton.ha^{-1} . El rendimiento de los tratamientos con aporque superaron en más de 19.9%, 11.9% y 10.7% al tratamiento sin aporque que obtuvo el más bajo rendimiento.

Las labores ejecutadas a través del aporque, reflejaron variabilidad de rendimientos en los tratamientos T2, T3 y T4, cuya labor agrícola condujo a un mayor crecimiento de las raíces (Carbajal y Barcazar, 2008) y disposición de nutrientes (Laboratorio de Suelos de la FCA) necesarios para el desarrollo de la planta y asociado a la precipitación (SENAMHY, 2012), propició efecto en la floración, desarrollo de la inflorescencia, polinización y llenado de grano que condujo a una mayor producción de

granos (INIA, 2003, Volodarski y Sinevich, 1960; Berger, 1975, Nhora, 1975).

El mayor rendimiento obtenido por el tratamiento T2, estuvo relacionado por el efecto del aporque realizado a los 25 días dds, relacionamos este resultado a que la planta dentro de sus primeros 30 días realiza su máximo crecimiento y desarrollo y por lo tanto absorbió los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo de la planta, cuyo efecto se sincronizó en una mayor producción de granos. Las apreciaciones emitidas tienen congruencia con los trabajos realizados por León *et al.*, (2004), Puentes *et al.*, 1987 y Egúsquiza (2000)

También Gordon (1992), corrobora al indicar que el rendimiento es el producto de la radiación interceptada por el follaje durante el ciclo, del manejo del cultivo, de su conversión en biomasa a través de la fotosíntesis y la distribución en materia seca hacia la fracción cosechada. Los componentes del rendimientos pueden ser definidos de varias formas, pero todos se basan en una serie de factores que multiplicados en conjunto equivalen al rendimiento (White, 1995). El potencial de rendimiento puede definirse como el rendimiento de una variedad en ambientes en los que se ha adaptado, donde no hay limitaciones en cuanto a nutrientes, agua y donde las plagas, enfermedades, malas hierbas, el acame u otros factores negativos se controlan con eficiencia (CIMMYT, 1986).

Así mismo Lemcoff y Loomis (1986), indican que el rendimiento está en dependencia de la calidad, cantidad y tamaño de los granos; sobre todo cuando está fuertemente influenciado por el suministro de nutrientes. El potencial de rendimiento del cultivo de maíz usando la variedad Marginal 28 Tropical obtenido en los tres tratamientos con aporque (Mayor de 4 ton/ha), coinciden a lo indicado por INIA 2003, quienes manifiesta que bajo temporal, la variedad Marginal 28 Tropical, produce 4.0 ton/ha. Si lo relacionamos el rendimiento con el análisis de suelo del presente experimento, podemos afirmar en una forma genérica que los nutrientes del suelo, desempeñaron una función muy importante en la nutrición de la planta, traduciéndose en un incremento del rendimiento de granos, a pesar que la materia orgánica (%) y el nitrógeno, tuvieron una clasificación baja.

6.11 Análisis económico

Es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y los beneficios de los tratamientos alternativos (CIMMYT, 1988).

En el cuadro 13, se presenta el análisis económico de los tratamientos donde se pone en valor el costo total de producción para cada uno de los tratamientos estudiados, esto fue construido sobre la base del rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, el costo de producción, el precio de venta por kg (Dirección Regional Agraria San Martín-Dirección de Estadística Agraria, 2012).

Se puede apreciar que los tratamientos que arrojaron índices de B/C superiores fueron: el T2 (un aporque a los 25 días después de la siembra), T3 (dos aporques a los 25 y 35 días después de la siembra), T4 (tres aporques a los 25, 35 y 45 días después de la siembra), con valores B/C de 1.05 , 0.87 y 0.68 respectivamente, lo que significó que los ingresos netos fueron superiores a los egresos, en otras palabras, los beneficios (ingresos) fueron mayores a la inversión realizada por unidad de área y en consecuencia los tratamientos han generado riqueza.

Por otro lado, el tratamiento que arrojó el valor más alto de la relación Beneficio/Costo de 1.06 fue el tratamiento T2 (un aporque a los 25 días después de la siembra).

VII. CONCLUSIONES

- 7.1** En cuanto a las variables, días a la floración masculina, días a la floración femenina, número total de mazorcas cosechadas, acame de raíz, acame de tallo, granos por hilera, el mejor tratamiento fue el T2 (un aporque a los 25 días dds), con la cual se obtuvieron mejores resultados. El mejor tratamiento para las variables número de plantas cosechadas, peso de 100 semillas, longitud de mazorca lo registro el T3 (dos aporque a los 25 y 35 dds). Sin embargo para la variable altura de planta el tratamiento T1 (sin aporque), fue el que presentó mayores resultados esto pudo haberse debido a la medida efectuada desde la base de la superficie del suelo hasta el último nudo y los tratamientos con aporque se midieron desde la base del tallo que se encontraba sobre la superficie del aporque hasta el último nudo, generando desventaja con respecto a la altura de planta. El T4 (tres aporques a los 25, 35 y 45 dds), registró mejores resultados para las variables diámetro de mazorca (cm) y peso de mazorca (g).
- 7.2** El rendimiento de los tratamientos con aporque superaron en más de 19.9%, 11.9% y 10.7% para los tratamientos T2 (1 aporque 25 dds), T3 (2 aporques 25 y 35 dds) y T4 (3 aporques 25, 35 y 45 dds), con valores expresados en t/ha^{-1} de 4.90, 4.87 y 4.72 respectivamente, al tratamiento sin aporque, destacándose la influencia en las características biométricas de la mazorca, determinando así su efecto en el rendimiento.

7.3 Según los resultados del análisis económico el mejor tratamiento fue el T2 (un aporte a los 25 días después de la siembra), ya que demuestra el valor más alto de la relación beneficio /costo con 1.06 definiendo una rentabilidad de 105.80%.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1** De acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se recomienda replicar el aporque a los 25 días después de la siembra, porque va permitir mejor nutrición de las plantas que se reflejara en el logro de mayor rendimiento de granos.

- 8.2** Continuar con otros trabajos de investigación de los efectos del aporque en otros cultivos de periodo corto en diferentes épocas de siembra y diferentes condiciones edafoclimáticas de la región San Martín.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. **Aldrich, S. R. y Leng, E. R. 1981.** Producción moderna de maíz, Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina, 307 p.
2. **Ben-Zioni, A.; Vaadia, Y. and Lips, S. H. 1971.** Nitrate uptake by roots as regulated by nitrate reduction products of the shoot. *Physiol. Plant.* 24: 288-290.
3. **Bartolini, 1989.** El Maíz Edición Mundial – Prensa, Apartado del 1al 5, Segunda Edición. Madrid – España. Pág. 22
4. **Berger; J. 1975.** Maíz. Su producción y abonamiento. Editorial científico-técnico. Instituto cubano del libro. Cuba pag. 78.
5. **Bassetti, P. M. E. 1993.** Westgate, Water deficit affects receptivity of maize silks. *Crop Sci* 33 (1993) 279.
6. **Cordi, M., Uhart, S. A., Echeverría, H. E. y Sainz Rosas, H. 1997.** Efecto de la disponibilidad de nitrógeno sobre la tasa y duración del llenado de granos en maíz. VI Congreso Nacional de Maíz y III Reunión Suramericana de Maiceros. Octubre de 1997.
7. **Calzada, B. 1982.** Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644 Págs.
8. **Carbajal, C. y Balcazar de R. T. 2008** El cultivo de cocona. <http://es.scribd.com/doc/59834199/22/APORQUE-y-CONTROL-DE-MALEZAS>.
9. **CATIE. 1990.** Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del tomate. Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas. Serie Técnica. Informe Técnico N° 151. Costa Rica Pág. 151.

10. **Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).** Serie ES-Nº 18. Colombia. Pág 29.
11. **Cheikh, N, R. J Jones. 1994.** Disruption of maize kernel growth and development by heat stress. Role of cytokine/abscisic acid balance. *Plant Physiol* 106 (1994) 45.
12. **Commuri P. D, R. J Jones. 2001.** High temperatures during endosperm cell division in maize. A genotypic comparison under in vitro and field conditions. *Crop Sci* 41 (2001) 1122.
13. **Crafts-Brandner S. J, M. E. Salvucci. 2002.** Sensitivity of photosynthesis in a C4 plant, maize, to heat stress. *Plant Physiol* 129 (2002) 1773.
14. **Cuadra, M. 1998.** Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz. Universidad Nacional Agraria (U:N:A). Tesis de Ing. Agr., Managua, Nicaragua. 45 p.
15. **Demont, M.; Tollens, E. 2004.** First impact of biotechnology in the. EU: Bt maize adoption in Spain. *Ann. Appl. Biol.* 145: 197-207.
16. **Dielhl, R. y Mateo, B. J. M. 1973.** *Fitotécnia General.* Ediciones Mundí-Prensa. España. Pág. 625.
17. **Dowswell, C. R.; Paliwal, R. C.; Cantrell, R. P. 1996.** *Maize in the third world.* Westview Press. Colorado. 268 pp.
18. **Evans, L. T. 1983.** *Fisiología de los cultivos.* Ed. Hemisferio Sur, Bs,Argentina. 402 p.

19. **Fageria, N. K.; Baligar, V. C. and Charles Allan Jones (eds.). 1991.**
Growth and mineral nutrition of field crops. Marcel Oekker Inc., New York, USA.
20. **Egusquiza, B. 2000.** El aporque en el cultivo de la papa. Microsoft internet explorer. <http://www, redepapa, org/ aporque,html>.
21. **Figueroa, C. J. D. y Aguilar. G. R., 1997.** El origen del maíz. Avance y perspectiva. 16(2): 91-97.
22. **Fontanetto, H. B. 1993.** Efecto del método de aplicación del fertilizante fosfórico en maíz a dos niveles de disponibilidad hídrica. Tesis M.S. Univ. Nac. De Mar del Plata, Buenos Aires. Argentina.
23. **Gething, P. A. 1990.** Fertility and fertilizers. In: Potash facts. pp. 29-43. IPI, Bern. Halevy, J. 1976. Growth rate and nutrient uptake of two cotton cultivars grown under irrigation. Agron. J. 68: 701-705.
24. **Galinat, W. C. 1995.** The origin of corn. Economic Botany, 49 (1): 3-12.
25. **Gordon, R. 1992.** Respuesta de dos cultivares de maíz a la densidad de plantas, bajo dos niveles contrastantes de Nitrógeno En Panamá. Síntesis de resultados experimentales 1993 -1995. CIMMYT-PRM. Guatemala. pp 45-46.
26. **Hanway, J. J. 1962.** Corn growth and composition in relation to soil fertility: 11. Uptake of N, P, and K and their distribution in different plant parts during the growing season. Agron. J. 54: 217-222.
27. **Infoagro. 2002.** <http://www.abagro.com>.
28. **Instituto Nacional De Investigación Y Extensión Agraria (INIA). 2006.**
Programa nacional de investigación en maíz. Producción Nacional de Maíz 2004.

29. **Instituto Nacional Autónomo De Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 1994.** Efecto del número de aporques en el rendimiento y calidad de dos clones de melloco. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. Volumen 3 N° 002. Estación experimental santa catalina. Quito, Ecuador.
30. **Jimeno, A., Ballesteros, M., Ugedo, L. 2003.** *Biología*. Santillana. pp. 220. ISBN978-84-294-8385-7.
31. **Jordan, H. V.; Laird, K. D. and Ferguson, D. D. 1950.** Growth rates and nutrient uptake by corn in a fertilizer-spacing experiment. *Agron. J.* 42: 361-268.
32. **Jull, L. G, T. G Ranney, F. A Blazich. 1999.** Heat tolerance of selected provenances of atlantic white cedar. *J Am Soc Hort Sci* 124 (1999) 492.
33. **Jugenheimer, R. W. 1981.** Hybryd maize breeding and seed produccion. Roma. FAO. Traducido Mónica Menz R. 1990. 122 p.
34. **Kafkafi, U. 1990.** Root temperature, concentration and the ratio $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ effect on plant development *Journal Of Plan Nutrition* 13 10 1291-1306.
35. **Kafkafi, U. 1997.** Impact of potassium in relieving plants from climatic and soil-induced stresses. In: *Food security in the WANA region, the essential need for balanced fertilization*, A.E. Johnston (ed.), pp. 313-327, IPI, Bern.
36. **Kafkafi, U. and Xu, G. H. 1999.** Potassium nutrition for high crop yields. In: *Frontiers in potassium nutrition: new perspectives on the effects of*

potassium on physiology of plants (D. M. Oosterhuis, and G. Berkowitz, eds.). 133-142: PPI/PPIC, Georgia, USA.

37. **Kirkby, EA and Knight, A.H. 1977.** Influence of the level of nitrate nutrition on ion uptake and assimilation, organic acid accumulation, and cation-anion balance in whole tomato plants. *Plant Physiol.* 60: 349-353.
38. **Lawton, K. and Cook, R. L. 1954.** Potassium in plant nutrition. *Adv. Agron.* 6: 253-303.
39. **León, G. A. 1964.** Manual de agricultura técnica de la producción vegetal e industrias fitogenas: herbicultura.T.III. España. Pag. 1197.
40. **León. J. 1988.** Botánica de los Cultivos Tropicales. Edit. IICA. San José-Costa Rica. Pag. 12.
41. **León, N. P.; Díaz, V. L. y Cea M. M. Ester. 2004** Efecto del aporque en rendimiento del cultivo de maíz. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias.* Volumen 3 N° 002. Universidad Agraria de la Habana – Cuba. 10 p.
42. **Llanos, C. 1984.** El maíz, Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España. 318 p.
43. **Mago N. Pedro, Rodríguez, L. Pereira, P. 1984.** Efecto del aporque sobre la eficiencia del riego en caña de azúcar. *Artículo Caña de Azúcar,* Vol. 2(2): 53-79. 1984. 11 p.
http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/canadeazucar/cana0202/texto/efecto.htm.
44. **Marschner, H. 1995.** «Mineral Nutrition of Higher Plants,» 2nd Ed., Academic Press, San Diego, New York.
45. **María del Carmen Valdés; M. Cardedo; AA. Duran y Hernández (s/a)** fitotecnia general. Editorial pueblo y educación cuba pag. 85.

46. **Ministerio De Agricultura. INIA. 1989.** Compendio de Legislación de semilla. Lima – Perú Pag.34 – 40.
47. **Ministerio De Agricultura (MINAG). 2007.** Perspectiva de la producción de maíz amarillo duro por departamentos y a nivel nacional periodo: 2007
48. **Montero, F. 1990.** Fonaiap divulga. No 33. Venezuela. s/p.
49. **Moseley, E 1983.** Estudio preliminar de diez variedades de maíz opaco cristalino de introducción, durante dos épocas del año en una localidad. Ciencia y técnica en la agricultura. Hortalizas, papa, granos y fibras. Vol 2 no 1 cuba pag 53.
50. **Nhora, R. de L. 1975.** Descripción de factores asociados con bajos rendimientos de maíz en fincas pequeñas de tres departamentos de Colombia.
51. **Nohra Ruiz de Londoño. 1975.** Descripción de factores asociados con bajos rendimientos de maíz en fincas pequeñas de tres departamentos de Colombia. CIAT (centro internacional de agricultura tropical) serie ES-no 18 colombio. Págs 29.
52. **Novoa, R., y R. S. Loomis. 1981.** Nitrogen and plant production. Plant and soil 58:177-204.
53. **OIA-MINAG (2004). Mejoramiento Genético de las Cosechas.** Edit. LIMUSA. WENLEY S.A. MEXICO D.F. Págs. 263.
54. **Orozco, E. E.1996** Arreglos de siembra de frijol común (*Phaseolos vulgaris* L) y maíz (*zea mays* L); en asocio y monocultivo. Efecto sobre la cenosis, crecimiento y rendimiento de los cultivos y uso de tierras, tesis ing. Agr. EPV/UNA. Managua- Nicaragua. 191 pp.

55. **Otegui, M. E. 1992.** Influencia de la sequía alrededor de antesis en el cultivo de maíz. Consumo de agua, producción de materia seca y determinación del rendimiento. Tesis M.S. Univ. Nac. de Mar del Plata, Buenos Aires. 93 pp.
56. **Parsons, B.D. 1982.** Manual para la educación agropecuaria maíz. Editorial Trillas. México D.F. 56 p
57. **Perrin, R. 1983.** Formulación de datos a partir de datos agronómicos. Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo, México. Pág. 54.
58. **Pitman, M. G. 1972.** Uptake and transport of ions in barley seedlings 111. Correlation between transport to the shoot and relative growth rate. Aust. J. Biol. Sci. 25: 905-919.
59. **Puigdomènech, P. 1986.** *Enciclopedia de las Ciencias; Las plantas, el mundo de la botánica.* Ediciones Orbis S.A. pp. 19. ISBN 978-84-294-8385-7.
60. **Puentes, C; P. León ; Díaz, E. y R. Ravelo. 1987.** Manual de fitotecnia general. Facultad de agronomía. Departamento de producción vegetal. ISCAH Cuba pag. 246.
61. **Peoples, T. R., and D. W. Koch. 1979.** Role of potassium in carbon dioxide assimilation in *Medicago sativa* L. Plant Physiol. 63:878-881.
62. **Reyes, O. S. 1980.** El cultivo del maíz en México. México D. F. pp 26-32.
63. **Reyes, C. P. 1990.** El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor México. Mimeografiado sin notas editoriales.
64. **Roig, T. y Martínez, P. 1974.** Agricultura práctica. Editorial Sopena Barcelona-España. 680 p.

65. **Socorro, M y D. Martín 1989.** Granos editorial el pueblo y educación, cuba pag. 298.
66. **Salisbury F. B., Cleon W. Ross.** 1994 Fisiología Vegetal. México: Grupo Editorial Iberoamericana, 1994. (traducción de la 4ª edición original en inglés: Plant Physiology. Wadsworth, 1992; existe también una reedición de la versión española en tres volúmenes: Madrid: Paraninfo, 2000).
67. **Soplín, R. J. A.** 1989. "Estudio del efecto del momento de aporque sobre el rendimiento y algunas características agronómicas en el cultivo de *Arachis hypogaea*. variedad Blanco Parlamento". http://www.unapiquitos.edu.pe/links/facultades/agronomia/archivos/LI_BRORESUMEN_IC2009.pdf.
68. **Somarriba R., C.** 1998. Texto granos básicos. UNA-Managua, Nicaragua 57p.
69. **Suzuki K, T. Tsukaguchi, H Takeda, Y Egawa.** 2001. Decrease of pollen stainability of green bean at high temperaturas and relationship to heat tolerance. J Am Soc Hort Sci 126 (2001) 571.
70. **Trillas. (Edit.)** 1986. Manuales para educación agropecuaria, México. 72 p.
71. **Uhart, A. S., Echeverría, E. H.** 1998. El rol del nitrógeno y del fósforo en la producción de maíz. Diagnóstico de la fertilización nitrogenada y fosforada. Semillas híbridas Morgan. INTA-FCA Balcarce. 48 Págs. http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_0032/0901b8038003272b.pdf?filepath=ar/pdfs/noreg/013-53003.pdf&fromPage=GetDoc.

72. **Uhart, S. A. 1995.** Efecto de la disponibilidad de nitrógeno y carbono sobre la determinación del número de granos y del rendimiento en maíz. Tesis Dr. Univ. Nac. De Mar de Plata. Buenos Aires.
73. **Van-Slyke, L. L. 1932.** Fertilizers and crop production. Orange Judd Publishing Company, New York.
74. **Virgen, V. J. 1991.** Características genéticas de maíz y sus utilidades en el mantenimiento varietal. Tesis de Maestría. Colegio de posgraduados. Centro de Genética. Montecillos, México, 100 p.
75. **Volodarski, N.I. Y Sinevich, L.V. 1960.** Fisiología. Rast. 7:76
76. **Welch, L. F. and Flannery, R. L. 1985.** Potassium nutrition of corn pp. 647-664. In: RD. Munson (ed.) Potassium in agriculture. ASA, Madison, WI.
77. **Wilhelm, E. P, R. E Mullen, P. L Keeling, G. W. 1999.** Singletary. Heat stress during grain filling in maize. Effects on kernel growth and metabolism. Crop Sci 39 (1999) 1733.
78. **Write, J. W. 1985.** Conceptos básicos de fisiología del frijol. Investigación y producción. CJAT, editorial XYZ. Cali, Colombia. Pp 16-20.

LINCOGRAFÍA

1. http://creas.bligoo.com/content/view/612667/Magnesio-un-macronutriente-vital.html#UOGU-m_aWul. El magnesio, un macronutriente vital.
2. <http://www.smart-fertilizer.com/articulos/calcio-en-plantas>. El calcio en las plantas.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación intitulado "Efecto del número de aporques en maíz variedad Marginal 28-Tropical en la provincia de San Martín", se llevó a cabo con la finalidad de estudiar y evaluar el efecto del número de aporques en el rendimiento y producción del cultivo de maíz y determinar los costos de producción. Se utilizó el Diseño Estadístico de Bloques Completos al Azar (DBCA). Los resultados obtenidos, indican que el rendimiento de los tratamientos con aporque superaron en más de 19.9%, 11.9% y 10.7% para los tratamientos T2 (1 aporque 25 DDS), T3 (2 aporques 25 y 35 DDS) y T4 (3 aporques 25, 35 y 45 DDS), al tratamiento sin aporque, destacándose la influencia en las características biométricas de la mazorca, determinando así su efecto en el rendimiento. El aporque y el número de aporques determinaron influencias directas sobre las características biométricas de la mazorca como el peso de mazorca, longitud y diámetro de mazorca, granos por hilera y peso de 100 semillas, variables que manifestaron su efecto sobre el rendimiento. El número de plantas cosechadas, días al 50% de la floración masculina y femenina, altura de mazorca y el número total de mazorcas cosechadas, no fueron afectados por efecto del aporque. El tratamiento T1 (testigo-sin aporque) fue el más susceptible con un acame de raíz de 10 plantas y 6 plantas con acame de tallo, mostrando que el aporque evita el tumbado y aumenta el espacio para el desarrollo de las raíces, permitiendo asegurar una mayor productividad de grano en el cultivo de maíz.

Palabras Claves: Marginal 28 Tropical, rendimiento, tratamientos, repeticiones, variables, acame, testigo, floración masculina y femenina.

SUMMARY

This research paper entitled "Effect of number of hilling corn variety Marginal 28-Tropical in the province of San Martin", was conducted in order to study and evaluate the effect of number of hilling on performance and production and determine maize production costs. We used the statistical design of randomized complete block (RCBD). The results indicate that the yield of treatments with ridging exceeded more than 19.9%, 11.9% and 10.7% for treatments T2 (1 hilling 25 DDS), T3 (2 hilling DDS 25 and 35), and T4 (3 hilling 25, 35 and 45 DDS), without hilling treatment, highlighting the influence on the biometric characteristics of the ear, thus determining its effect on performance. The hilling hilling and determined the number of direct influences on the biometric characteristics of the ear as ear weight, length and ear diameter, kernels per row and 100 seed weight, expressed variables that affect performance. The number of harvested plants, days to 50% of male and female flowering, ear height and the total number of ears harvested, were not affected by the effect of hilling. Treatment T1 (control-without hilling) was the most susceptible to a root lodging of 10 plants and six plants with stalk lodging, showing that avoids lying hilling and increases space for root development, allowing ensure higher productivity of grain maize cultivation.

Key words: Marginal 28 Tropical, performance, treatments, replications, variables, lodging, witness, male and female flowering.

ANEXO

ANEXO 1: Datos de evaluaciones realizadas.

Bloques	Tratamientos	% de emergencia	A los 20 días		Días floración masculina	Días floración femenina
			N° plantas establecidas	%		
I	T1	58.79	106	96.36	55.0	58
II	T1	58.18	87	79.09	50.0	58
III	T1	77.58	108	98.18	56.0	62
\bar{x}		64.85	100.33	91.21	53.7	59.33
I	T2	64.85	107	97.27	57.0	60
II	T2	59.39	94	85.45	57.0	62
III	T2	67.88	105	95.45	50.0	56
\bar{x}		64.04	102	92.73	54.7	59.33
I	T3	52.12	106	96.36	55.0	59
II	T3	76.97	105	95.45	52.0	55
III	T3	76.36	97	88.18	51.0	56
\bar{x}		68.48	102.67	93.33	52.7	56.67
I	T4	72.73	108	98.18	53.0	59
II	T4	63.64	92	83.64	51.0	56
III	T4	56.36	103	93.64	51.0	55
\bar{x}		64.24	101	91.82	51.7	56.67

Bloques	Tratamientos	Altura de planta (m)	Altura de mazorca	N° de hojas	diámetro de tallo	Acame de		N° plantas cosechadas
						raíz	tallo	
I	T1	2.54	1.39	14.9	19.3	5	1	35
II	T1	2.39	1.31	13.7	18.05	3	3	34
III	T1	2.36	1.26	14.3	16.35	4	2	29
\bar{x}		2.43	1.32	14.3	17.9	4	2	32.67
I	T2	2.45	1.32	14.8	19.5	0	0	38
II	T2	2.37	1.28	14.7	20.05	0	0	32
III	T2	2.29	1.24	14.5	19	0	0	40
\bar{x}		2.37	1.28	14.67	19.52	0.00	0.00	36.67
I	T3	2.3	1.29	15.5	17.45	0	1	40
II	T3	2.27	1.32	14.5	17.8	0	0	38
III	T3	2.29	1.22	14.1	18	0	1	34
\bar{x}		2.29	1.28	14.7	17.75	0	0.67	37.33
I	T4	2.44	1.31	15.4	18.95	0	2	32
II	T4	2.38	1.31	14.3	18.45	0	0	35
III	T4	2.17	1.13	13.7	17.58	0	0	32
\bar{x}		2.33	1.25	14.47	18.33	0.00	0.67	33.00

Bloques	Trats	n° de mazorcas cosechadas	peso de campo	% de H° de campo	peso de mazorc (g)	peso total granos/ mazorc	peso de 100 granos	RDTO TN.ha ⁻¹
I	T1	24	3	17.5	113	99	27	3.60
II	T1	27	3.2	16.9	145	121	30	3.88
III	T1	26	3.4	17.8	126	107	33	4.04
\bar{x}		25.67	3.20	17.40	128.00	109.00	30.00	3.84
I	T2	34	4.2	17.9	124	105	29	4.99
II	T2	29	3.8	17.2	135	114	29	4.51
III	T2	34	4.8	18.6	115	95	27	5.70
\bar{x}		32.33	4.27	17.90	124.67	104.67	28.33	5.07
I	T3	27	4.6	18.2	128	108	29	5.46
II	T3	34	3.8	18.2	126	107	32	4.51
III	T3	27	4.2	18.3	130	109	29	4.99
\bar{x}		29.33	4.20	18.23	128.00	108.00	30.00	4.99
I	T4	29	3.8	17.6	119	98	31	4.51
II	T4	25	4.4	17.8	126	109	30	5.23
III	T4	32	3.8	17.3	112	98	28	4.56
\bar{x}		28.67	4.00	17.57	119.00	101.67	29.67	4.77

ANEXO 2: Costo de producción para 1 hectarea de maíz amarillo duro producido tradicionalmente.

Costo de producción para una Ha de maíz					
Item	Actividad	Unidad	Costo unit.	Cantidad	Costo total
a.	Preparacion de terreno				450
	Limpieza de campo	Jornal	20	20	400
	Analisis de suelo	Muestra	50	1	50
b.	Mano de obra				1310
	Siembra	Jornal	20	8	160
	Deshierbo (2 etapas)	Jornal	20	20	400
	Aplicacion de herbicida (2 aplic.)	Jornal	20	8	160
	Aplicacion de insecticida (2 aplic.)	Jornal	20	8	160
	Aplicación de fertilizante	Jornal	20	4	80
	Cosecha manual	Jornal	20	8	160
	Desgrane	Tonelada	30	5	150
	Secado	Jornal	20	2	40
c.	Insumos				940
	Semilla certificada	Bolsa	75	1	75
	Herbicida post emerg.	Litro	30	3	90
	Adherente	Litro	20	1	20
	Urea	Bolsa	90	4	360
	Fosfato Di Amonio	Bolsa	110	2	220
	Cloruro de potasio	Bolsa	110	1	110
	Insecticida	Litro	65	1	65
d.	Materiales				121.7
	Machete	Unidad	10	0.67	6.7
	Cordel	Ovillo	10	1	10
	Sacos	Ciento	90	1	90
	Bomba de mochila	Unidad	150	0.1	15
e.	Transportes	Tonelada	15	5	75
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					2896.7
GASTOS ADMINISTRATIVOS (7% C.D.)					202.769
TOTAL DE COSTOS					3099.469

ANEXO 3: Análisis económico para 1 ha de maíz producido tradicionalmente

Trats.	Rdto (Kg.ha-1)	Costo de produccion	precio de venta x Kg.	Beneficico bruto (s/.)	Beneficio neto (s/.)	B/C	Rentabilidad (%)
Tradic.	4500.00	3099.46	1.00	4500.00	1400.54	0.45	45.19

ANEXO 4: Presupuesto T1 (sin aporque)

T1: Costo de producción para una Ha de maíz					
Item	Actividad	Unidad	Costo unit.	Cantidad	Costo total
a.	Preparacion de terreno				450
	Limpieza de campo	Jornal	20	20	400
	Analisis de suelo	Muestra	50	1	50
b.	Mano de obra				1150
	Siembra	Jornal	20	8	160
	Deshierbo (2 etapas)	Jornal	20	20	400
	Aplicacion de herbicida	Jornal	20	4	80
	Apliacion de insecticida (2 aplic.)	Jornal	20	8	160
	Cosecha manual	Jornal	20	8	160
	Desgrane	Tonelada	30	5	150
	Secado	Jornal	20	2	40
c.	Insumos				230
	Semilla certificada	Bolsa	75	1	75
	Herbicida	Litro	30	3	90
	Insecticida	Litro	65	1	65
d.	Materiales				121.7
	Machete	Unidad	10	0.67	6.7
	Cordel	Ovillo	10	1	10
	Sacos	Ciento	90	1	90
	Bomba de mochila	Unidad	150	0.1	15
e.	Transportes	Tonelada	15	3.84	57.6
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					2009.3
GASTOS ADMINISTRATIVOS (7% C.D.)					140.651
TOTAL DE COSTOS					2149.951

ANEXO 5: Presupuesto T2 (aporque a los 25 dds.)

T2: Costo de producción para una Ha de maíz					
Item	Actividad	Unidad	Costo unit.	Cantidad	Costo total
a.	Preparacion de terreno				450
	Limpieza de campo	Jornal	20	20	400
	Analisis de suelo	Muestra	50	1	50
b.	Mano de obra				1350
	Siembra	Jornal	20	8	160
	Deshierbo (2 etapas)	Jornal	20	20	400
	Aplicacion de herbicida	Jornal	20	4	80
	Apliacion de insecticida (2 aplic.)	Jornal	20	8	160
	Aporque	Jornal	20	10	200
	Cosecha manual	Jornal	20	8	160
	Desgrane	Tonelada	30	5	150
	Secado	Jornal	20	2	40
c.	Insumos				230
	Semilla certificada	Bolsa	75	1	75
	Herbicida	Litro	30	3	90
	Insecticida	Litro	65	1	65
d.	Materiales				121.7
	Machete	Unidad	10	0.67	6.7
	Cordel	Ovillo	10	1	10
	Sacos	Ciento	90	1	90
	Bomba de mochila	Unidad	150	0.1	15
e.	Transportes	Tonelada	15	4.9	73.5
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					2225.2
GASTOS ADMINISTRATIVOS (7% C.D.)					155.764
TOTAL DE COSTOS					2380.964

ANEXO 6: Presupuesto T3 (aporque a los 25, 35 dds.)

T3: Costo de producción para una Ha de maíz					
Item	Actividad	Unidad	Costo unit.	Cantidad	Costo total
a.	Preparacion de terreno				450
	Limpieza de campo	Jornal	20	20	400
	Analisis de suelo	Muestra	50	1	50
b.	Mano de obra				1550
	Siembra	Jornal	20	8	160
	Deshierbo (2 etapas)	Jornal	20	20	400
	Aplicacion de herbicida	Jornal	20	4	80
	Aplicacion de insecticida (2 aplic.)	Jornal	20	8	160
	Aporque (2)	Jornal	20	20	400
	Cosecha manual	Jornal	20	8	160
	Desgrane	Tonelada	30	5	150
	Secado	Jornal	20	2	40
c.	Insumos				230
	Semilla certificada	Bolsa	75	1	75
	Herbicida	Litro	30	3	90
	Insecticida	Litro	65	1	65
d.	Materiales				121.7
	Machete	Unidad	10	0.67	6.7
	Cordel	Ovillo	10	1	10
	Sacos	Ciento	90	1	90
	Bomba de mochila	Unidad	150	0.1	15
e.	Transportes	Tonelada	15	4.87	73.05
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					2424.75
GASTOS ADMINISTRATIVOS (7% C.D.)					169.7325
TOTAL DE COSTOS					2594.4825

ANEXO 7: Presupuesto T4 (aporque a los 25, 35, 45 dds.)

T4: Costo de producción para una Ha de maíz					
Item	Actividad	Unidad	Costo unit.	Cantidad	Costo total
a.	Preparacion de terreno				450
	Limpieza de campo	Jornal	20	20	400
	Analisis de suelo	Muestra	50	1	50
b.	Mano de obra				1750
	Siembra	Jornal	20	8	160
	Deshierbo (2 etapas)	Jornal	20	20	400
	Aplicacion de herbicida	Jornal	20	4	80
	Apliacion de insecticida (2 aplic.)	Jornal	20	8	160
	Aporque (3)	Jornal	20	30	600
	Cosecha manual	Jornal	20	8	160
	Desgrane	Tonelada	30	5	150
	Secado	Jornal	20	2	40
c.	Insumos				230
	Semilla certificada	Bolsa	75	1	75
	Herbicida	Litro	30	3	90
	Insecticida	Litro	65	1	65
d.	Materiales				121.7
	Machete	Unidad	10	0.67	6.7
	Cordel	Ovillo	10	1	10
	Sacos	Ciento	90	1	90
	Bomba de mochila	Unidad	150	0.1	15
e.	Transportes	Tonelada	15	4.72	70.8
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					2622.5
GASTOS ADMINISTRATIVOS (7% C.D.)					183.575
TOTAL DE COSTOS					2806.075

ANEXO 8: Cuadro análisis económico de tratamientos en estudio.

Trats.	Rdto (Kg.ha-	Costo de produccion (s/.)	precio de venta x Kg. (s/.)	Beneficio bruto (s/.)	Beneficio neto (s/.)	B/C	Rentabilidad (%)
T1	3840	2149.95	1	3840	1690.05	0.786	78.61
T2	4900	2380.96	1	4900	2519.04	1.058	105.80
T3	4870	2594.48	1	4870	2275.52	0.877	87.71
T4	4720	2806.08	1	4720	1913.92	0.682	68.21