

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE PRODUCCIÓN VEGETAL***

TRABAJO DE DIPLOMA

PRODUCTIVIDAD DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN RESPUESTA A DOS FORMAS Y ÉPOCAS DE APLICACIÓN DEL NITRÓGENO EN LA VARIEDAD L-68-40

AUTORES:

Br. SONIA SCARLETT GURDIAN BENAVIDES

Br. MARLON BENITO HERNÁNDEZ CASTILLO

ASESORES:

Ing. Agr. ALEYDA LÓPEZ SILVA

Ing. Agr. MSc. PASCUAL A. RIVERA PINEDA

**TRABAJO PRESENTADO A LA CONSIDERACIÓN DEL HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ING. AGRÓNOMO**

MANAGUA-NICARAGUA DICIEMBRE-1996

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de Diploma.

A mis padres con cariño:

Ernesto Gurdian Ruiz.

Sonia Benavidez Espinal.

Por su sabiduría y su incansable apoyo en todos mis estudios y la culminación de mi carrera.

A mis hermanos:

Ernesto, Luis, Lester, Walter, Melvin, Joel y Helmy.

A los profesores desde primaria hasta la Universidad por sus aportes a mi formación como persona y profesional.

SONIA SCARLETT GURDIAN BENAVIDES

DEDICATORIA

Es mi deseo dedicar este trabajo a las personas que en el transcurso de mi vida me han brindado todo su apoyo.

A mis padres: por ser los seres que me brindaron todas las oportunidades para mi formación social y profesional.

Raúl Hernández Pérez.

Juana Castillo Pichardo

A mis hermanos:

Idalia, Mauricio, Francisco, Sergio, Martha, Eugenia, Víctor, Saida y Raúl.

A mi tía:

Adilia Castillo Pichardo

A los profesores por sus aportes en mi formación como profesional.

MARLON BENITO HERNANDEZ CASTILLO

ÍNDICE GENERAL

		Página
	AGRADECIMIENTO	
	DEDICATORIA	
	ÍNDICE GENERAL	
	ÍNDICE DE TABLAS	i
	ÍNDICE DE FIGURAS	ii
	ÍNDICE DE ANEXOS	iii
	RESUMEN	iv
I	INTRODUCCIÓN	1
II	MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1	Descripción del lugar, diseño y variables evaluadas	6
2.2	Manejo agronómico y varieda	9
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
3.1	Germinación	11
3.2	Población	13
3.3	Altura	15
3.4	Diámetro	16
3.5	Peso promedio por tallo	19
3.6	Rendimiento agrícola	20
3.7	Rendimiento industrial	23
3.8	Rendimiento agro-industrial	23
IV	CONCLUSIONES	26
V	RECOMENDACIONES	27
VI	BIBLIOGRAFÍAS	28
VII	ANEXOS	31

AGRADECIMIENTO

Agradecemos, al Ing. Agr. Aleyda López por su colaboración prestada para la culminación de nuestro trabajo de diploma.

Al Ing. Agr. MSc. Pascual Rivera por su apoyo y aportes para la realización del trabajo de tesis.

A la Ing. Agr. Ninoska Maya por su colaboración prestada en los análisis de los datos de nuestro trabajo de tesis.

A Carolina Padilla Sria de la E.P.V., por su colaboración en la adquisición de bibliografía.

Al personal del Centro Experimental de caña del Ingenio AGROINSA. por su ayuda en el mantenimiento del ensayo.

A la Srita. Geanine Acosta J., por su valiosa colaboración prestada para realizar los diferentes cambios en la realización de nuestro trabajo de diploma.

A Nuestros amigos Martha Lozano Ch., Felipe Loza, Armando Iglesias, Federico Gross por su apoyo en la realización de nuestro trabajo de diploma.

***SONIA SCARLETT GURDIAN BENAVIDES
MARLON BENITO HERNÁNDEZ CASTILLO***

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Características climáticas para el ciclo evaluado	4
2	Análisis químico del suelo	5
3	Descripción de los tratamientos	10
4	Porcentaje de germinación alcanzado por cada tratamiento	11
5	Población de tallos molibles obtenidos en los diferentes tratamientos	13
6	Altura promedio de tallos molibles por cada tratamiento	16
7	Diámetro promedio obtenido por tratamiento	17
8	Peso promedio por tallo molibles	19
9	Rendimiento agrícola	20
10	Resultado de los análisis estadísticos para las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Porcentaje de germinación de la variedad L-68-40 en función de la aplicación total y fraccionada de 120 kg/ha de N.	14
2	Población alcanzada por la variedad L-68-40 en función de la aplicación total y fraccionada de 120 kg/ha de N.	14
3	Altura alcanzada por la variedad L-68-40 en función de la aplicación total y fraccionada de 120 kg/ha de N.	18
4	Diámetro alcanzado por la variedad L-68-40 en función de la aplicación total y fraccionada de 120 kg/ha de N.	18
5	Peso promedio alcanzado por la variedad L-68-40 en función de la aplicación total y fraccionada de 120 kg/ha de N.	22
6	Rendimiento agrícola alcanzado por la variedad L-68-40 en función de la aplicación total y fraccionada de 120 kg/ha de N.	22
7	Rendimiento industrial alcanzado por la variedad L-68-40 en función de la aplicación total y fraccionada de 120 kg/ha de N.	25
8	Rendimiento agro-industrial alcanzado por la variedad L-68-40 en función de la aplicación total y fraccionada de 120 kg/ha de N.	25

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla	Página
1 Resultado de los análisis estadísticos para las variables de crecimiento y desarrollo	32
2 Resultado de los análisis estadísticos para las variables de rendimientos	33

RESUMEN

Se estudió el comportamiento agro-industrial de la variedad L-68-40, de Marzo 1995-Marzo 1996. Se evaluaron las formas y épocas de aplicación del nitrógeno sobre el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* sp). El diseño experimental utilizado fue de Bloques Completos al Azar, las variables analizadas fueron: Germinación, diámetro, altura, población, peso por tallo, rendimiento agrícola, rendimiento industrial y rendimiento agro industrial. Los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza y separación de medias según, Duncan al 5 por ciento.

Según los resultados obtenidos de las variables evaluadas no se observaron diferencias estadísticas significativas. El mayor rendimiento agrícola fue de 153.16 toneladas de caña por hectárea, este se obtuvo aplicando el fertilizante 75 días después de la siembra. El mayor rendimiento industrial de 89.02 kg de azúcar por toneladas correspondiente a la aplicación del fertilizante de forma fraccionada al momento de la siembra + 75 días después de la siembra. El mayor rendimiento agro-industrial fue obtenido en el tratamiento 75 días después de la siembra con una aplicación de forma total con 14.59 toneladas de azúcar por hectárea.

I INTRODUCCIÓN

La importancia del desarrollo azucarero viene a darse ya que el azúcar de caña constituye uno de los rubros más importante para el consumo de los países de ingresos bajos y una fuente esencial de sus ingresos en divisas.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y sus híbridos es la planta que se cultiva en mayor escala en el mundo para producir azúcar, la cual comprende más del 70 por ciento y el 30 por ciento se extrae de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L) (INEC 1995).

Este importante producto forma parte de la alimentación y en la elaboración de diferentes productos de consumo de vital importancia para el mundo entero. De la caña no sólo se extrae azúcar, también otros subproductos tales como bagazo, cachaza, mieles, ceras, etc. que son utilizados como materia prima de la industria para la elaboración de papel, cartón, alcohol, bebidas, alimento del ganado, abonos orgánico.

A nivel de Nicaragua ,el desarrollo azucarero viene a darse dentro de un marco de necesidades económicas, ya que representa uno de los rubros de exportación de mayor importancia y uno de los productos de mayor consumo a nivel nacional, tanto para la población como para la industria de bebidas alcohólicas.

Para el ciclo 95-96 el área cosechada de caña de azúcar fue de (44270.1 ha) con un rendimiento de campo de 71.15 toneladas de caña por hectárea lo que equivale a 1423.08 quintales de azúcar por hectárea, con un rendimiento industrial de 90.72 kg de azúcar por tonelada de caña (Banco Central de Nicaragua 1996)

El aumento de los rendimientos es una tarea incansable de la agricultura, en él influyen, muchos factores como, fertilidad del suelo, variedad cultivada, prácticas culturales y riego; uno de los factores más importantes para este aumento es una adecuada

fertilización, ya que la caña de azúcar se explota como monocultivo y presenta una elevada exigencia de nutrientes lo que lleva a un rápido empobrecimiento del suelo.

Uno de los elementos importante en la fertilización es el nitrógeno que es absorbido a través de las raíces de la caña de azúcar, de donde es transportado principalmente a los órganos jóvenes de la planta, encontrándose el mayor contenido de este elemento en los tejidos meristemáticos lo cual indica una estrecha relación entre el crecimiento y el contenido de nitrógeno.

El nitrógeno constituye solamente una fracción del 1 por ciento del peso seco total de una planta de caña madura, desempeña un papel tan importante como el carbono, hidrógeno y oxígeno que en conjunto constituyen más del 90 por ciento de la materia seca. Mientras el carbono, hidrógeno, oxígeno son suministrados por la naturaleza en forma de aire y agua, el nitrógeno tiene que ser aportado, al menos parcialmente por el hombre, por lo cual constituye una parte considerable del presupuesto de fertilizantes de la plantación,(King J. N. 1968).

Otro aspecto importante es el número de aplicaciones de nitrógeno ya que la cantidad de nitrógeno influye, tanto sobre el contenido de azúcares reductores como el de sacarosa en la planta.

Las aplicaciones o el número de aplicaciones originan porcentajes mayores de azúcares reductores en el peso seco total de la caña,(Humbert 1965).

Según Van Dillewijn (1962), el ritmo de absorción de nitrógeno es aparentemente independiente de las necesidades inmediatas de la planta y el nitrógeno absorbido extra sobre los requerimientos del momento, pueden ser almacenados y utilizados para el posterior crecimiento. Por ello resulta posible para la planta de caña absorber el nitrógeno aplicado en una etapa temprana de su vida y continuar desarrollándose sin una ulterior absorción del elemento.

Por lo tanto es conveniente suministrar a la planta de caña abundante nitrógeno durante sus primeras semanas de vida.

De forma general en los ingenios de Nicaragua se aplica el nitrógeno días después de la siembra, se realiza con el cultivo o descompactado colocando el fertilizante a mas o menos 40 cm del centro de la cepa.

De acuerdo al momento y la forma de aplicación más adecuado para la aplicación de nitrógeno se ha realizado el siguiente ensayo con la variedad L-68-40 en función de la fecha de aplicación de nitrógeno ya que el exceso de aplicaciones trae desventajas económicas y las aplicaciones inconvenientes como en la época de zafra perjudica la calidad del jugo.

Por lo tanto se plantea el siguiente objetivo:

- 1- Determinar la época óptima de aplicación de forma total o fraccionada del nitrógeno sin que afecte los rendimientos.

II MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización del Experimento

El presente ensayo se llevó a cabo en áreas del Ingenio AGROINSA (Victoria de Julio), en el Cuadrante 3. Lote 120; ubicado en el municipio de Tipitapa, departamento de Managua, entre los 12°10' y 12°19' de latitud norte y 85°56' y 86°07' de longitud oeste a una elevación de 61 msnm.

Las características climáticas del sitio donde se desarrolló el experimento se presentan en la Tabla 1

Tabla 1 Características climáticas para el año evaluado

Año 1995	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Evaporación (media mensual)	Humedad relativa %	Horas luz (mensual)	Velocidad del viento (m/s)
Marzo	28.68	8.30	10.43	64.00	275.50	3.94
Abril	29.27	15.10	8.64	66.30	251.60	2.67
Mayo	28.99	37.30	7.62	68.61	245.80	2.49
Junio	27.68	380.70	6.02	78.70	220.70	1.66
Julio	27.14	104.50	5.15	80.00	191.10	2.24
Agosto	26.69	422.00	4.63	85.23	217.30	1.42
Septiembre	26.10	447.30	4.31	87.27	189.80	1.14
Octubre	26.21	180.60	4.13	86.81	178.20	1.55
Noviembre	26.22	18.00	5.00	81.80	197.00	2.28
Diciembre	26.16	16.00	5.82	77.42	243.80	2.93
Año 1996						
Enero	28.85	22.20	7.57	71.03	274.20	4.25
Febrero	27.00	0.10	9.78	61.86	283.90	4.85

Fuente: Centro Meteorológico TIMAL (1995-96)

Descripción del suelo

El suelo presenta una topografía plana con pendiente de 0-1 %, negro vertisol, correspondiente a la serie San Nicolás, se caracteriza por ser moderadamente profundo (60-100 cm), presentan limitante en cuanto a las condiciones del perfil, arcilla muy plástica, pegajosa, permeabilidad muy lenta y problemas de drenaje superficial para evacuar el exceso de agua en época de lluvia y de la implementación del sistema de riego.

Es un suelo que se resquebraja fuertemente en el periodo de sequía y tiene un carácter excesivamente secante o de limitación del agua disponible para la planta, por lo que presenta dificultad en el aspecto físico, caracterizándose como apto con limitaciones para la caña de azúcar. El riego y el establecimiento de un eficiente sistema de drenaje son importantes para el cultivo.(MIDINRA 1981).

Este suelo se encuentra en la zona de vida de bosque tropical seco, el análisis químico del suelo se presenta en la Tabla 2

Tabla 2 Análisis químico del suelo donde se estableció el ensayo

pH	6.38
Materia orgánica %	2.08
Nitrógeno total %	0.10
Fósforo ppm	6.94
Potasio meq k/100 g.	0.23
Calcio meq Ca/100 g.	36.89
Magnesio meq Mg/100 g.	33.66
Sodio meq Na/100 g	1.83
Arena %	11.19
Limo %	13.28
Arcilla %	75.54
Aluminio meq Al/100 g.	0

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua (U.N.A)

2.2 Diseño experimental y variables evaluadas

El ensayo fue plantado el 20 de marzo de 1995 y cosechado el 8 de marzo de 1996, la variedad utilizada fue la L-68-40, la que ocupa aproximadamente 20-25 por ciento del área de siembra del Ingenio AGROINSA y un 3 por ciento del área en el país, considerada como una variedad de madurez media-tardía.

El diseño experimental utilizado fue un bloques completos al azar (B.C.A) donde se incluyeron 5 repeticiones con 8 parcelas cada uno; cada unidad experimental consto:

4 surcos de 8 metros de longitud

Distancia entre surco 1.4 metros

área de la parcela experimental de 44.8 metros cuadrados

área efectiva del bloque fue de 358.40 metros cuadrados

área del experimento total fue de 1 792 metros cuadrados

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Tabla 3 Descripción de los Tratamientos

Número	Nitrógeno
1	120 kg. ms*
2	120 kg. 45 dds**
3	120 kg. 60 dds
4	120 kg. 75 dds
5	60 kg. ms + 60 kg. 45 dds
6	60 kg. ms + 60 kg. 60 dds
7	60 kg. ms + 60 kg. 75 dds
8	60 kg. 45 dds + 60 kg. 75 dds

* m.s = momento de la siembra

** d.d.s = días después de la siembra

Variables evaluadas .

Germinación: Se realizó a los 30 días después de la siembra en los 4 surcos de cada parcela. El porcentaje de germinación se determinó por medio de la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Germinacion} = \frac{\text{yemas brotadas}}{\text{yemas sembradas}} \times 100$$

Población: Se realizó quincenalmente a partir de los 45 días después de la siembra a intervalos de 15 días hasta la edad de 7 meses; contándose el total de plantas en los 2 surcos centrales en cada una de las parcelas, luego al momento de la cosecha, se contaron solo los tallos molibles de cada unidad experimental.

Altura: La longitud del tallo fue medida desde la base de la planta hasta el último (dewlap) ó cuello visible de acuerdo al sistema de kuijper descrito por Van Dillewijn (1962), esta se realizó en 10 tallos de dos surcos centrales de cada parcela a partir de los 60 dds con intervalos de 15 días hasta la edad de 7 meses, realizando la última medición al momento de la cosecha.

Diámetro de tallo: Esta variable se midió en el tercio medio de 10 tallos tomados al azar en cada parcela experimental al momento de la cosecha.

Peso Promedio de los tallos: Se realizó el pesaje de toda la parcela para determinar el rendimiento agrícola y la cosecha se hizo en caña verde expresando en kg/tallo

Rendimiento agrícola: Se determinó al momento de la cosecha mediante la conjugación de la población final y el peso promedio de los tallos. El resultado se expresa en toneladas de caña por hectárea.

Rendimiento industrial: Se determinó mediante el análisis de azucarería realizado al momento de la cosecha en cada uno de los tratamientos. Se tomaron muestras de 10 tallos al azar en los dos surcos centrales de cada parcela a los que se les determinó porcentaje de Brix; porcentaje de sacarosa, pureza de la caña, para obtener la expresión del rendimiento industrial en kg. de azúcar/toneladas de caña, mediante la siguiente fórmula.

$$\text{kg de azúcar / T. caña} = \frac{(\text{sacarosa})(\text{Fe}) - \text{Pt}}{0.96} \times 20$$

donde : Fe = Factor de extracción

Pt = Perdidas totales

Rendimiento agroindustrial: Este variable representa uno de los índices más importantes en los estudios de caña de azúcar y su expresión se calcula a partir de los resultados del rendimiento agrícola e industrial, el cual esta en tonelada de azúcar/hectárea (Humbert, 1965), mediante la formula siguiente.

$$\text{T. Azucar / ha} = \frac{\text{Rdto. Agrícola} \times \text{Rdto. Industrial}}{2000}$$

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez obtenidos los datos de cada una de las variables evaluadas fueron sometidos a los respectivos análisis de varianza y a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de significancia, (Pedroza H. 1993).

2.2 MANEJO AGRONÓMICO

La preparación de suelo se realizó de acuerdo a las operaciones que efectúa el Ingenio AGROINSA, la que consiste en un pase de grada pesada a los 30 días antes de la siembra, posteriormente se hacen pases de grada media, grada fina, nivelación y surcado.

El experimento se sembró de forma manual, empleando el método de plantación en surco, en forma de chorrío continuo, colocando 24 esquejes seleccionados de 3 yemas cada uno, para un total de 72 yemas en cada surco. La semilla que se utilizó tenía una edad de 8 meses.

Los tratamientos correspondientes al momento de la siembra se aplicaron al fondo del surco, y los tratamientos correspondientes después de la siembra se aplicaron en un surco abierto a un lado del surco de caña a una distancia promedio de 15 cm descritos en la tabla 3, utilizándose como portadores de fertilizante: Urea (46 %), como fertilización de fondo se utilizaron 60 kg/ha de P_2O_5 , triple super fosfato (46 %) y 80 kg K_2O /ha, muriato de potasio (60 %) aplicados al momento de la siembra.

El riego fue suministrado por el sistema de pivote de eje central, empezándose a aplicar un día después de la siembra con una lámina de riego de 2 pulgada de agua, posteriormente se aplicaron riegos con intervalos de 7 días con una lámina de agua de 1 pulgada, siendo suspendidos a los 30 días antes de la cosecha.

El experimento se mantuvo libre de vegetación espontánea mediante la aplicación de herbicidas y desyerbas manuales, el herbicida pre-emergente utilizado fue Arsenal 15 dds. Con una dosis de (0.75 lts/mz).

La cosecha fue realizada manualmente bajo la forma de caña verde.

Características agro-botánica de la variedad L-68-40

Color: amarillo, anaranjado con abundantes manchas y estrías rojizas

- Canuto:** casi cilíndrico, ligeramente más grueso en los extremos, generalmente grueso
- Yema:** redondas y abultadas con brácteas que sobresalen principalmente en la parte media superior a semejanza de un corazón, la yema alcanza el nivel del anillo de crecimiento, el surco de la yema es poco frecuente y de poca profundidad.
- Anillo:** anaranjado, rojizo frecuentemente en la mitad superior del tallo y verde amarillento en la mitad inferior, poco prominente al tacto.
- Hoja:** media a ancha y a unos 45 mm con respecto al tallo.
- Tallo:** de crecimiento erecto de 12-13 tallos por metro
- Comportamiento:** susceptible al carbón (*Ustilago scitaminea*) resistente a la escaldadura foliar (*Xanthomona albilineans*) y la pudrición roja (*Colletotrichum falcatum*)

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Germinación.

La germinación consiste en el desarrollo de órganos que ya están presentes en forma embrionaria y constituye un período crítico en la vida de la planta de caña; la buena germinación significa un buen comienzo y aporta las bases para una cosecha segura.(Fernández et al 1983)

En el Tabla 4, se presentan los porcentajes de germinación para los distintos tratamientos.

Tabla 4 Porcentaje de germinación alcanzado por cada tratamiento

Nº	Tratamiento	Germinación (%)
1	ms	53.19 a
2	45 dds	46.04 a
3	60 dds	48.54 a
4	75 dds	48.54 a
5	ms + 45 dds	60.21 a
6	ms + 60 dds	58.47 a
7	ms + 75 dds	58.06 a
8	45 dds + 75 dds	48.68 a
ANDEVA		NS
C.V.(%)		7.88

El análisis estadístico realizado en la germinación no presenta diferencias significativas en ninguno de los tratamientos. Hay que hacer notar que los máximos porcentajes de germinación se obtuvieron con la aplicación de forma total al momento de

la siembra (53.19 %) y con la aplicación de forma fraccionada al momento de la siembra mas 45 días después de la siembra (60.21 %).

Con los tratamientos de aplicación total (cien por ciento) de nitrógeno del tratamiento al momento hasta los 75 días después de la siembra, hubo mayor porcentaje de germinación cuando el nitrógeno se aplicó al momento de la siembra.

Cuando el nitrógeno se aplicó fraccionado en los tratamientos momento de la siembra + 45 días después de la siembra hasta el tratamiento 45 días después de la siembra + 75 días después de la siembra, hubo mayor germinación en los tratamientos momento de la siembra + 45 días después de la siembra, momento de la siembra + 60 días después de la siembra, momento de la siembra + 75 días después de la siembra, En el tratamiento 45 días después de la siembra + 75 días después de la siembra donde el cincuenta por ciento del nitrógeno se aplicó hasta los 45 días después de la siembra el porcentaje de germinación fue menor.

La germinación depende de factores ambientales cuando se planta el esqueje en el suelo. La germinación máxima y el vigor de los brotes es consecuencia de que los factores internos (variedad, estado nutricional de la semilla, gradiente de germinación, longitud de las esquejes, posición de las yemas al plantarse, presencia de vaina en la yema, etc) y externos (temperatura, humedad del suelo, aireación del suelo, grosor de la capa de tierra al plantar la caña) estén en un punto óptimo. Dillewinjh (1962), señala que las aplicaciones intensivas de fertilizantes nitrogenados a la caña que ha de utilizarse como semilla aumenta el ritmo de germinación en aproximadamente un 25 por ciento y reduce significativamente el tiempo requerido.

Las diferencias de porcentaje de germinación alcanzados no se deben al efecto de las formas y época de aplicación del nitrógeno, sino a la conjugación de los factores internos y externos.

En la Figura 1 se presentan los diferentes porcentajes de germinación alcanzados por efecto de las formas y épocas de aplicación del nitrógeno.

3.2 Población de tallos molibles

El objetivo de toda siembra es obtener una población de tallos que efectivamente use toda la luz solar tan pronto como sea posible; ya que la parte que se toma en cuenta de la caña de azúcar para esta variable son los tallos molibles, los cuales constituyen el fruto agrícola y son los encargados de almacenar las sustancias de reservas en forma de carbohidratos (González, 1983)

En el Tabla 5 se presentan las diferentes poblaciones alcanzadas en cada uno de los tratamientos.

Tabla 5 Poblaciones de tallos molibles obtenidas en los diferentes tratamientos.

Nº	Tratamiento	Población tallos/ha
1	ms	118, 100 a
2	45 dds	112, 900 a
3	60 dds	115, 400 a
4	75 dds	117, 700 a
5	ms + 45 dds	121, 100 a
6	ms + 60 dds	114, 800 a
7	ms + 75 dds	117, 600 a
8	45 dds + 75 dds	114, 800 a
ANDEVA		NS
C.V. (%)		7.05

El análisis estadístico para la población no presentó diferencias significativas. En la Tabla 5 se reflejan que la máxima población alcanzada fue cuando el nitrógeno se aplicó de forma total (cien por ciento) en el tratamiento (120 kg ms) se obtuvo la mayor cantidad

de tallos molibles. Conforme el nitrógeno se aplicó mas tarde existe una tendencia de aumentar los tallos molibles (tratamiento 45 dds al tratamiento 75 dds), pero que no supera al de la aplicación al momento de la siembra.

Cuando el nitrógeno se aplicó fraccionado, la mayor cantidad de tallos molibles se obtuvo en el tratamiento (ms + 45 dds) cuando se aplicó el cincuenta por ciento del nitrógeno al momento de la siembra y cincuenta por ciento del nitrógeno 45 días después de la siembra.

Hay que hacer notar los factores que influyen en el ahijamiento (luz, temperatura fertilización, humedad, distancia entre camellón, aporque, encamado), ya que ni los mismos se mantuvieron controlados y el único que vario fue la fertilización pues es de esperarse que la diferencia numérica encontrada entre la población de tallos molibles se debe al efecto de los factores ambientales y a las prácticas de manejo agronómico.

El efecto del nitrógeno en el crecimiento total de la planta es directamente proporcional, a la vez que favorece la producción de tallos en la cepa, (Dillewijn 1965).

En la Figura 2 se representan las diferentes poblaciones alcanzadas por efecto de las formas y épocas de aplicación del nitrógeno.

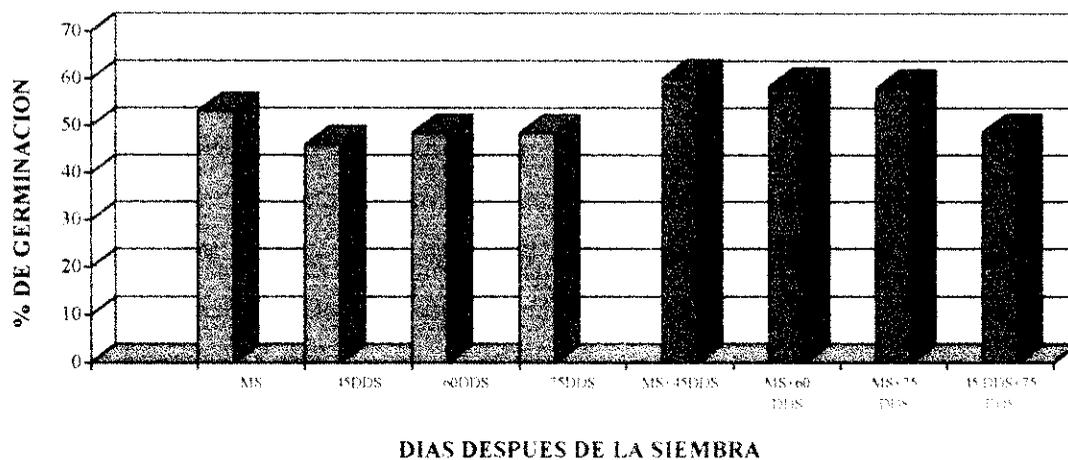


FIGURA 1 PORCENTAJE DE GERMINACION DE LA VARIEDAD L-68-40 EN FUNCION DE LA APLICACION TOTAL Y FRACCIONADA DE 120 kg/ha DE NITROGENO

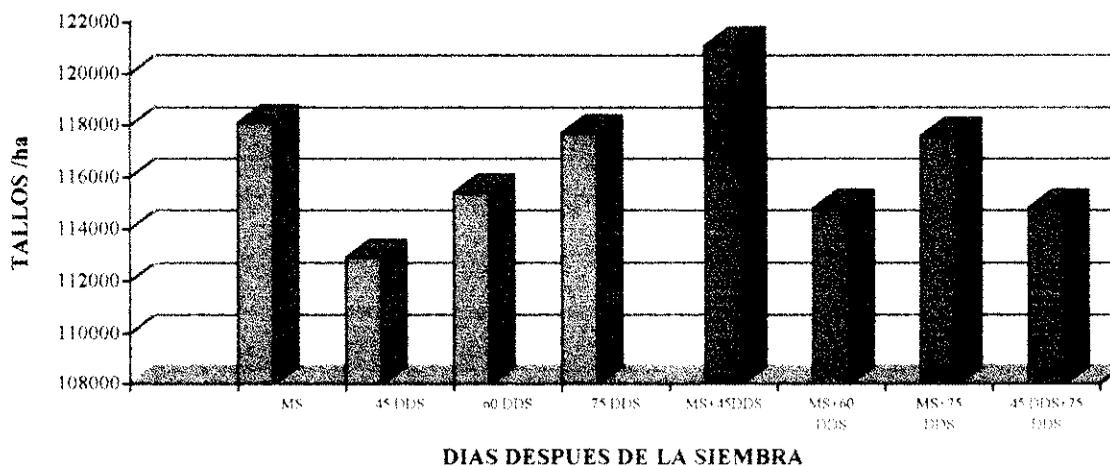


FIGURA 2 POBLACION ALCANZADA POR LA VARIEDAD L-68-40 EN FUNCION DE LA APLICACION TOTAL Y FRACCIONADA DE 120 kg/ha DE NITROGENO

3.3 Altura de tallos molibles

El crecimiento incluye el aumento de materia seca, al igual que el aumento de tamaño. El tallo de caña se encuentra formado por canutos, estos a su vez se componen de los nudos y el entrenudo, el entrenudo es la porción del tallo limitada por los nudos; los que convierten a cada canuto en una unidad. El efecto del nitrógeno en el crecimiento total de la planta es directamente proporcional, (Hernández J. C. 1986).

Esta variable es un componente del rendimiento agrícola y es una de las más importantes, ya que al obtenerse una mayor altura hay mayor espacio de almacenamiento de polisacáridos

Los análisis estadísticos no reflejaron influencia significativa de los diferentes tratamientos sobre la altura. Las diferentes alturas alcanzadas en cada tratamiento se reflejan en la Tabla 6

Tabla 6 Altura promedio de tallos molibles por cada tratamiento.

Nº	Tratamiento	Altura (cm)
1	ms	288.53 a
2	45 dds	304.05 a
3	60 dds	302.75 a
4	75 dds	298.20 a
5	ms + 45 dds	301.25 a
6	ms + 60 dds	280.20 a
7	ms + 75 dds	292.35 a
8	45 dds + 75 dds	288.03 a
ANDEVA		NS
C.V.(%)		7.07

Aplicaciones de nitrógeno de una forma total cien por ciento a los tratamientos 45 días después de la siembra y 60 días después de la siembra lograron las mayores alturas de los tallos molibles, conforme la aplicación del nitrógeno se hace mas tardía tiende a disminuir presentándose las menores alturas al momento de la siembra.

Aplicaciones de nitrógeno de forma fraccionada los mayores rango de altura se lograron al aplicar cincuenta por ciento del nitrógeno al momento de la siembra y cincuenta por ciento del nitrógeno 45 días después de la siembra correspondiente al tratamiento momento de la siembra + 45 días después de la siembra.

Humbert (1965), señala que el nitrógeno se absorbe en cantidades mayores a las que las plantas son capaces de usar en las primeras semanas del crecimiento, situación favorable para satisfacer la demanda cuando las plantas entran en la etapa máxima de crecimiento, por lo tanto, se debe aplicar una cantidad suficiente de nitrógeno, justamente en las primeras etapas del crecimiento es decir entre los dos primeros meses después de la siembra que es cuando la planta exhibe un intenso metabolismo y un crecimiento activo.

En la Figura 3, se presentan las diferentes alturas alcanzadas en cada tratamiento por efecto de la forma y época de aplicación del nitrógeno.

3.4 Diámetro de tallos molibles

Dillewijn (1962), plantea que el diámetro de los entrenudos cambia ampliamente con las distintas variedades y bajo condiciones diferentes.

Los diferentes tratamientos no presentaron diferencias significativas por lo tanto se demuestra que el diámetro es determinado por la variedad.

La Tabla 7 se presentan los diámetros correspondientes a los diferentes tratamientos.

Tabla 7 Diámetros promedios obtenidos por tratamiento.

Nº	Tratamiento	Diámetros (cm)
1	ms	2.51 a
2	45 dds	2.59 a
3	60 dds	2.50 a
4	75 dds	2.56 a
5	ms + 45 dds	2.56 a
6	ms + 60 dds	2.55 a
7	ms + 75 dds	2.58 a
8	45 dds + 75 dds	2.54 a
ANDEVA		NS
C.V.(%)		5.16

El tratamiento de aplicación de forma total a los 45 días después de la siembra obtuvo el mayor diámetro con (2.59 cm) y la aplicación de forma fraccionada que mostró el mayor diámetro fue al momento de la siembra mas 75 días después de la siembra.

En la Figura 4 se presentan los diferentes diámetros obtenidos por efecto de las formas y época de aplicación del nitrógeno.

El diámetro del tallo por lo general es una característica de la variedad.

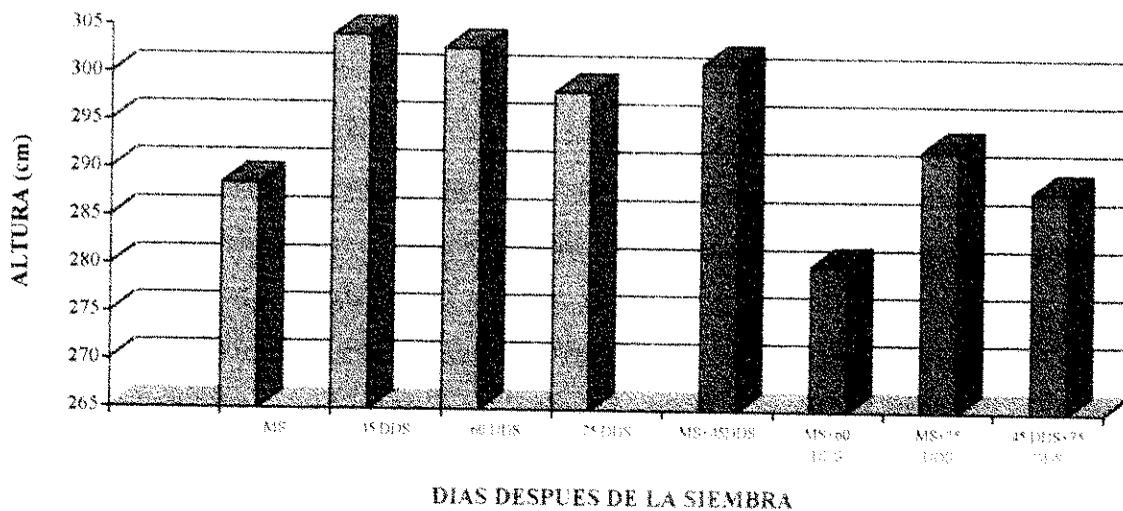


FIGURA 3 ALTURA ALCANZADA POR LA VARIEDAD L-68-40 EN FUNCION DE LA APLICACION TOTAL Y FRACCIONADA DE 120 kg/ha DE NITROGENO

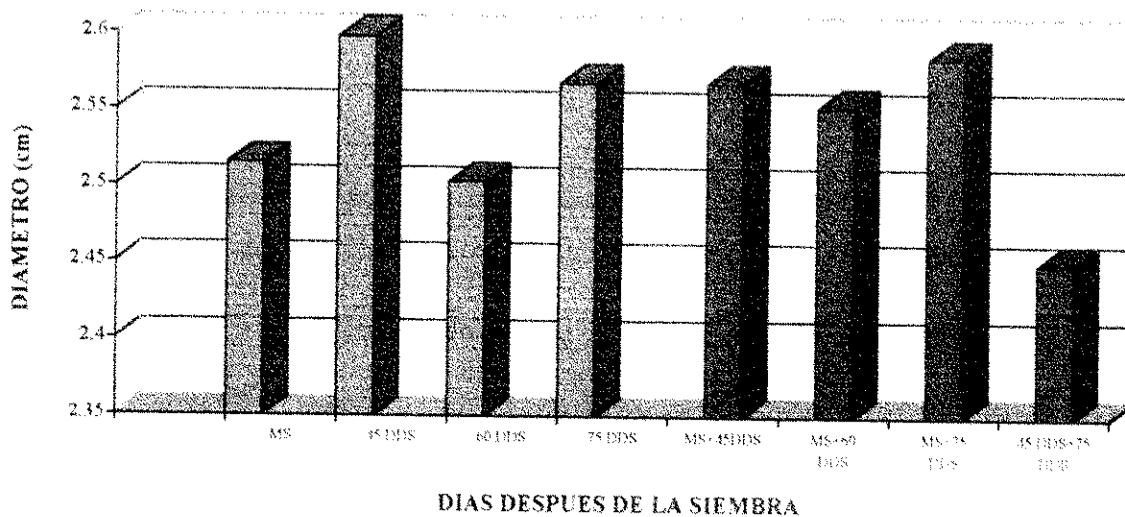


FIGURA 4 DIAMETRO ALCANZADO POR LA VARIEDAD L-68-40 EN FUNCION DE LA APLICACION TOTAL Y FRACCIONADA DE 120 kg/ha DE NITROGENO

3.5 Peso promedio de los tallos molibles

Al igual que el diámetro de los tallos ésta es una característica muy bien definida en cada uno de los cultivares de caña de azúcar, si bien es cierto que puede ser influenciada por las prácticas de manejo agronómico su expresión o valor final obtenido está altamente determinado por las características genéticas que conforman cualquier cultivo. El peso de los tallos como carácter específico o varietal puede variar de 0.3 kg hasta 6 kg. en dependencia de las características del cultivo (Fauconnier & Bessereau, 1980), citado por Borrel (1993)

En la Tabla 8 se presentan los diferentes valores alcanzado en cada tratamiento

Tabla 8 Peso promedio por tallo molible

Nº	Tratamiento	Peso por tallo (kg)
1	ms	1.53 a
2	45 dds	1.69 a
3	60 dds	1.65 a
4	75 dds	1.65 a
5	ms + 45 dds	1.55 a
6	ms + 60 dds	1.45 a
7	ms + 75 dds	1.50 a
8	45 dds + 75 dds	1.57 a
ANDEVA		NS
C.V.(%)		11.42

El análisis estadístico realizado en cada tratamiento no presento diferencias significativas en ninguno de los tratamientos. Hay que hacer notar que el máximo valor alcanzado se reflejó en la aplicación de forma total (cien por ciento) del nitrógeno a los 45 días después de la siembra (1.69 kg/tallo), con respecto a los otros tratamientos momento de la siembra, 60 días después de la siembra y 75 días después de la siembra.

En la aplicación de forma fraccionada el máximo valor alcanzado fue en el tratamiento 45 días después de la siembra cuando se aplicó el cincuenta por ciento del nitrógeno a los 45 días después de la siembra y cincuenta por ciento a los 75 días después de la siembra con respecto a los tratamiento momento de la siembra más 45 días después de la siembra hasta el tratamiento momento de la siembra más 75 días después de la siembra.

En la Figura 5 se presentan los resultados de esta variable por efecto de las formas y épocas de aplicación del nitrógeno.

3.6 Rendimiento agrícola

El rendimiento agrícola se refleja mediante la conjugación de la población final y el peso promedio de los tallos molibles expresando el resultado en tonelada de caña/ha.

En la Tabla 9, se representan los rendimientos agrícolas correspondiente a los diferentes tratamientos evaluados.

Tabla 9, Rendimiento agrícola (t. caña/ha)

Nº	Tratamientos	Rendimiento agrícola (t caña/ha)
1	ms	143.02
2	45 dds	150.89
3	60 dds	150.36
4	75 dds	153.16
5	ms + 45 dds	148.54
6	ms + 60 dds	131.58
7	ms + 75 dds	138.87
8	45 dds + 75 dds	142.29
ANDEVA		NS
C.V.(%)		14.66

Al realizar el análisis de varianza se refleja que no hay diferencias significativas con los tratamientos usados, hay que destacar que se aprecian diferencias numéricas.

Se puede observar en la tabla 9 que el mayor rendimiento agrícola se obtuvo a los 75 días después de la siembra cuando se aplicó el nitrógeno de una forma total (cien por ciento) con respecto a los tratamientos al momento de la siembra, 45 días después de la siembra, y 60 días después de la siembra. En la aplicación fraccionada el tratamiento que se observó mayor rendimiento fue cuando se aplicó, el 50 por ciento al momento de la siembra más 50 por ciento a los 45 días después de la siembra, con respecto a los tratamientos momento de la siembra más 60 días después de la siembra, hasta el tratamiento 45 días después de la siembra más 75 días después de la siembra, cuando se aplicó el cincuenta por ciento al momento de la siembra y cincuenta por ciento a los 45 días después de la siembra. Humbert. (1965), señala que la planta de caña de azúcar puede absorber y almacenar nitrógeno en exceso, para aprovecharlo en el futuro crecimiento; ello indica que es conveniente suministrar a la caña abundante nitrógeno durante sus primeras semanas de vida.

Ortiz (1984), señala el papel que juega el nitrógeno en el aumento de la producción de la caña de azúcar consiste fundamentalmente en la influencia favorable que éste ejerce sobre el crecimiento, desarrollo de la planta y por el aumento que se produce en la población de tallos, coincidiendo con estudios realizados que existe una alta relación entre el rendimiento agrícola y el número de tallos.

El rendimiento agrícola de caña, se presenta en la Figura 6

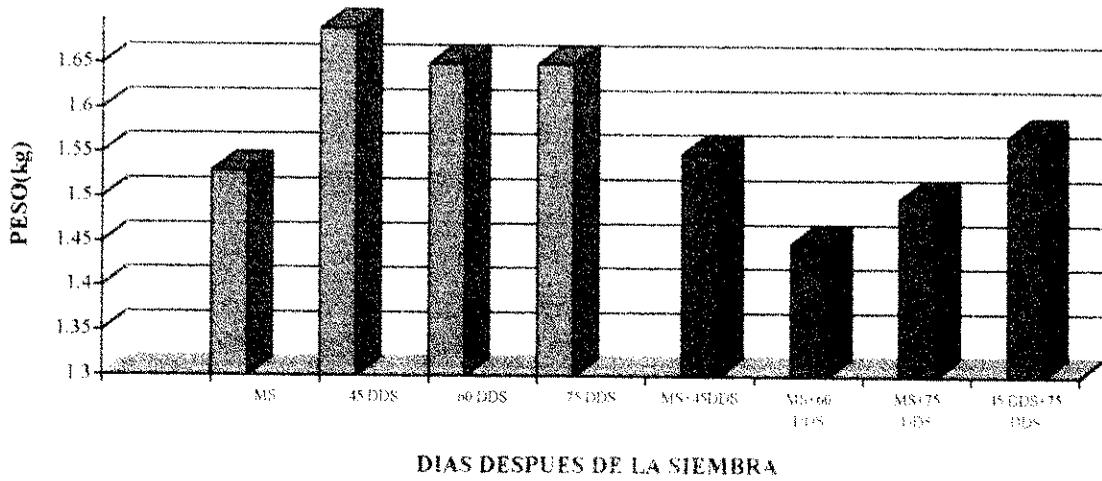


FIGURA 5 PESO PROMEDIO POR TALLO ALCANZADO POR LA VARIEDAD L-68-40 EN FUNCION DE LA APLICACION TOTAL Y FRACCIONADA DE 120 kg/ha DE NITROGENO

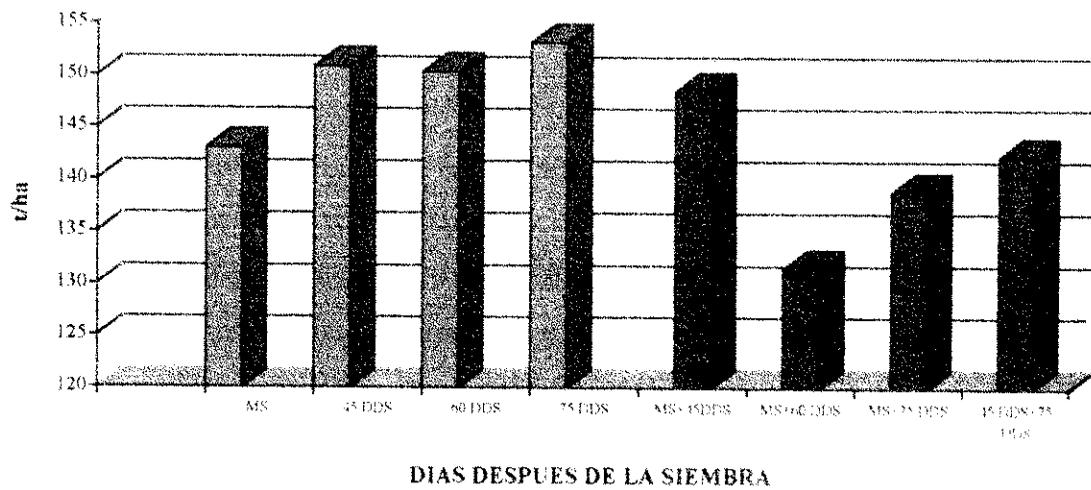


FIGURA 6 RENDIMIENTO AGRICOLA ALCANZADO POR LA VARIEDAD L-68-40 EN FUNCION DE LA APLICACION TOTAL Y FRACCIONADA DE 120 kg/ha DE NITROGENO

3.7 Rendimiento industrial

Las sustancias producidas en las hojas, son utilizadas en parte para producir energía, formación de estructuras en la planta y el resto se almacena en forma de azúcar, que es la que marca el grado de madurez y está determinado por un contenido de azúcar similar en todo el tallo, excepto el cogollo.

El rendimiento industrial esta determinado por el grado de pureza del jugo, por lo que un alto rendimiento agrícola no necesariamente esta asociado a un buen rendimiento industrial, (García et al 1987).

El nitrógeno aumenta el promedio de asimilación, el contenido de clorofila en las hojas e influye sobre el rendimiento, calidad del jugo y sobre la formación de azúcares

El nitrógeno es el más costoso de todos los fertilizantes y debe ser aplicado en forma y época adecuada, para evitar perjuicios en el desarrollo y crecimiento de la planta así como en el rendimiento industrial, pues si se hacen aplicaciones tardías pueden ocasionar bajas en la calidad de los jugo

Los análisis estadísticos realizados en ésta variable no reflejaron influencia significativa en ninguno de los tratamientos. El mayor rendimiento industrial se obtuvo cuando se aplicó el nitrógeno. en forma total (cien por ciento) correspondiente al tratamiento 75 días después de la siembra con respecto a los tratamientos, momento de la siembra, 45 días después dela siembra, y 60 días después de la siembra.

La aplicación de forma fraccionada el tratamiento que obtuvo el mayor rendimiento fue al momento de la siembra mas 75 días después de la siembra al aplicar el cincuenta por ciento al momento de la siembra y cincuenta por ciento 75 días después de la siembra con respecto a los tratamiento momento de la siembra mas 45 días después de la siembra, momento de la siembra mas 60 días después de la siembra y 45 días después de la siembra mas 75 días después de la siembra.

En la Figura 7 se reflejan los diferentes kg/t obtenidas en cada uno de los tratamientos.

3.8 Rendimiento agro-industrial

Esta variable representa uno de los índices más importantes en los estudios de caña de azúcar y su expresión se calcula a partir de los resultados del rendimiento agrícolas e industrial, el cual están en toneladas de azúcar/ha, (Humbert, 1965).

Los diferentes tratamientos evaluados para ésta variable no tuvieron influencias significativas con respecto al rendimiento agro-industrial. Cuando se aplicó el nitrógeno de forma total (cien por ciento) el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento 75 días después de la siembra con respecto a los tratamientos momento de la siembra, 45 días después de la siembra y 60 días después de la siembra.

Con respecto a la aplicación fraccionada el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento fue al momento de la siembra mas 45 días después de la siembra cuando se aplicó cincuenta por ciento de nitrógeno. al momento de la siembra y cincuenta por ciento 45 días después de la siembra con respecto a los tratamiento al momento de la siembra mas 60 días después de la siembra, momento de la siembra mas 75 días después de la siembra y 45 días después de la siembra mas 75 días después de la siembra.

En la Figura 8 se reflejan los diferentes t/de azúcar/ha obtenidos en cada uno de los tratamientos.

En la cosecha de caña planta no se presentan diferencias significativas, para el rendimiento agrícola e industrial lo cual coincide con lo obtenido por Arzola (1981), que en caña planta no hay efecto de fertilización nitrogenada. Los rendimientos de la caña varían debido a factores diferente. Fertilidad del suelo, variedades cultivadas, practicas culturales, riego, combate de malas hierbas, plagas y enfermedades.

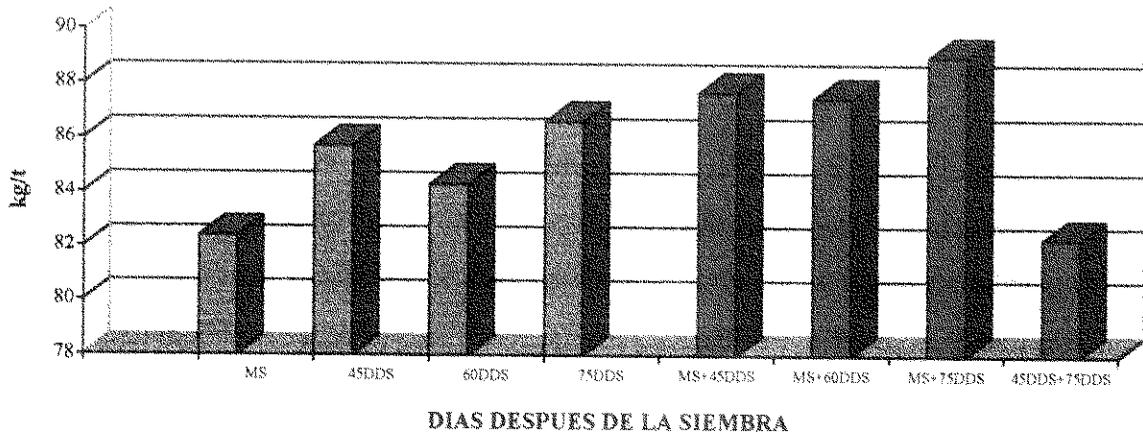


FIGURA 7 RENDIMIENTO INDUSTRIAL ALCANZADO POR LA VARIEDAD L-68-40 EN FUNCION DE LA APLICACION TOTAL Y FRACCIONADA DE 120 kg/ha DE NITROGENO

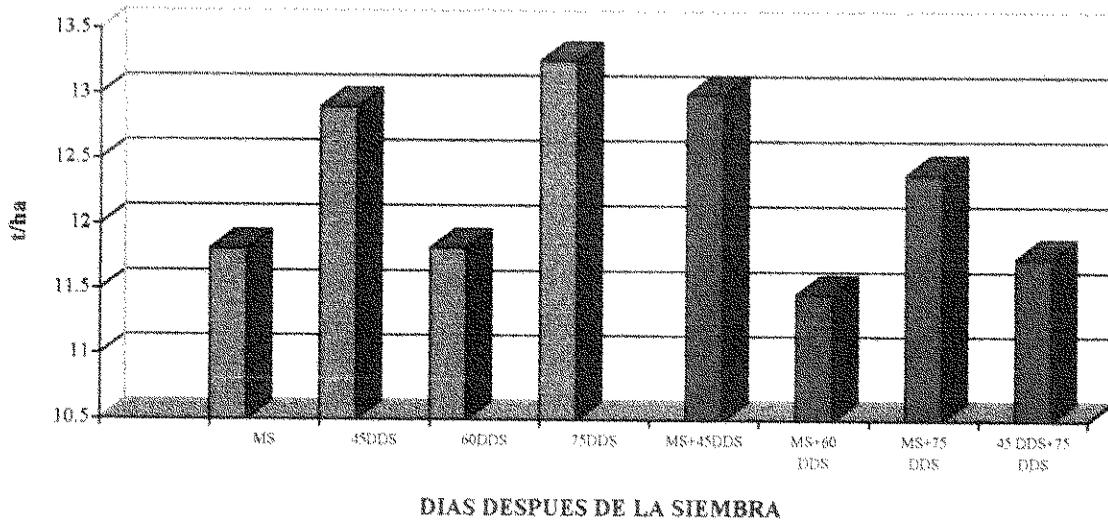


FIGURA 8 RENDIMIENTO AGRO-INDUSTRIAL ALCANZADO POR LA VARIEDAD L-68-40 EN FUNCION DE LA APLICACION TOTAL Y FRACCIONADA DE 120 kg/ha DE NITROGENO

IV CONCLUSIONES

1. Las aplicaciones de nitrógeno a la caña planta cultivada en suelo negro vertisol, indican la conveniencia de aplicar todo el nitrógeno en una sola aplicación al momento de la siembra pues no se ha encontrado ventaja alguna con el fraccionamiento de este nutriente. En caso contrario de no poder realizar la fertilización al momento de la siembra por causas imprevistas, es conveniente aplicarlo dentro de los primeros 75 días después de la siembra.
2. Las aplicaciones fraccionadas de nitrógeno no tienen un efecto superior a la aplicación total del nitrógeno ya que se ha comprobado que solo incrementan los costos de producción.

V RECOMENDACIONES

1. Realizar una sola aplicación (100 %) del fertilizante nitrogenado, al momento de la siembra o dentro de los primeros 75 días después de la siembra..
2. Realizar nuevamente el ensayo en otra época de siembra y en diferente tipo de suelo.
3. Continuar el estudio de este cultivar en R1 con el objetivo de obtener resultados mas concretos

VI BIBLIOGRAFÍA

- Arzola Pina, Nelson, Onelio Fundora Herrera, & Juquin Machados de Armas. 1981, Suelo, Plantas y Abonados. La Habana - Cuba, Editorial Pueblo y Educación. 461 p.
- Borrel Roberto José, 1993 Evaluación agro industrial de 25 variedades de caña (*Saccharu sp hibrido*) en comparación con la variedad L-68-90 en planta y retoño Tesis de Ingeniero Agrónomo. Managua-Nicaragua. UNA, 34 p.
- Dellwijn Van. C. 1978, Botánica de la caña de azúcar, La Habana, Cuba Editorial Pueblo y Educación primera reimpresión. 460 p.
- Fernández A. Rubén D. & Deltoro M. F. 1983, Botánica y fisiología de la caña de azúcar, Habana, Cuba Editorial Pueblo y Educación 249 p.
- González K. J. 1983, Fitotecnia de la caña de azúcar. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba 144 p.
- Gracia J., Sánchez A. & Zarato Marin 1987, Efecto del fraccionamiento de la dosis de nitrógeno sobre el rendimiento de caña y sacarosa en la región cañera de sinaloa. Resumen 20 congreso Nac. De la Ciencia del Suelo. Soc. Mexicana del Suelo Nov. 11-14 189 p.
- Hernández. J. C. .I 1986, Fraccionamiento de nitrógeno en caña de azúcar. Bol. INICA. 3 Julio Septiembre 78 p.
- Humbert, R. 1982, El cultivo de la caña de azúcar. México D.F, México Editorial Continental Primera reimpección. 719 p.

- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), 1995 Compendio Estadísticos MAG
Managua ,Nicaragua 415 p.
- King J. N. 1968, Manual del cultivo de la caña de azúcar, La Habana, Cuba. Edición
Revolucionaria 291 p.
- MIDINRA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria) 1981, Estudio de
Factibilidad del proyecto agro-industrial azucarero, Tipitapa-Malacatoya Vol 4 Managua,
Nicaragua. 180. p.
- Ortiz R. H. 1987, Efecto de la Época de Aplicación del Fertilizante sobre la producción de
caña; Resumen del 20 Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo Soc. Mexicana del Suelo
Nov. 11-14 189 p.
- Pedroza H. 1993, Fundamentos de Experimentación Agrícola, Managua, Nicaragua Edición detrae
264 p.
- Vara F, Alcolea R. 1983, Agrotecnia de la caña de azúcar. primera reimpresión. La Habana, Cuba.
Editorial pueblo y educación. 227 p.
- Informe de la Gerencia de Estudios Económicos del Banco Central de Nicaragua (B.C.N)
Comunicación personal.

VII ANEXOS

**TABLA N° 10 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS PARA LAS
VARIABLES DE CRECIMIENTO DESARROLLO**

Tratamiento	Germinación (%)	Población (tallos/ha)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso por tallo (kg/tallo)
ms	53.19 a	118,100 a	2.515 a	288.53 a	1.53 a
45 dds	46.04 a	112,900 a	2.598 a	304.05 a	1.69 a
60 dds	48.54 a	115,400 a	2.503 a	302.75 a	1.65 a
75 dds	48.54 a	117,700 a	2.568 a	298.20 a	1.65 a
ms + 45 dds	60.21 a	121,100 a	2.568 a	301.25 a	1.55 a
ms + 60 dds	58.47 a	114,800 a	2.553 a	280.20 a	1.45 a
ms + 75 dds	58.06 a	117,600 a	2.585 a	292.35 a	1.50 a
45dds+75dds	48.68 a	114,800 a	2.450 a	288.03 a	1.57 a
C V	7.88	7.05	5.16	7.07	11.42

**TABLA N° 11 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS PARA LAS
VARIABLES DE RENDIMIENTO**

Tratamiento	Rendimiento agrícola (t/ha)	Brix (%)	Pol (%)	Pureza (%)	IM	Rendimiento industrial (kg./t)	Rend. agro-industrial. (t/ha)
m s	143.02 a	19.68 a	16.68 a	83.94 a	0.85 a	82.40 a	11.81 a
45 dds	150.89 a	20.00 a	17.22 a	86.20 a	0.87 a	85.72 a	12.90 a
60 dds	150.36 a	19.88 a	17.09 a	86.04 a	0.88 a	84.31 a	11.82 a
75 dds	153.16 a	20.20 a	17.37 a	86.29 a	0.85 a	86.63 a	13.26 a
ms + 45 dds	148.54 a	20.65 a	17.54 a	84.97 a	0.84 a	87.71 a	13.00 a
ms + 60 dds	131.58 a	20.28 a	17.51 a	86.37 a	0.86 a	87.50 a	11.47 a
ms + 75 dds	138.87 a	20.68 a	17.76 a	85.87 a	0.86 a	89.02 a	12.39 a
45 dds + 75 dds	142.29 a	19.96 a	16.67 a	83.76 a	0.85 a	82.31 a	11.75 a
C V	14.66	5.33	4.50	4.36	6.59	5.58	15.16