

A 6 R
0082
1991

020086

IMPORTANCIA DEL NITROGENO Y ALGUNAS DENSIDADES DE SIEMBRA
EN LA PRODUCCION DE HIGUERILLA (Ricinus communis L.) EN EL
PIEDEMONTES LLANERO

MARTIN GUILLERMO AMEZQUITA MEDINA

JOSE MARTIN ORDUZ QUIJANO

Trabajo de grado presentado como
requisito parcial para optar el
título de Ingeniero Agrónomo

Director: Jorge Enrique Muñoz A.
Agrólogo. M.S.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS LLANOS ORIENTALES
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA
VILLAVICENCIO, 1991

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos y familiares que impulsaron e iluminaron mi horizonte para llegar a tan anhelada meta y especialmente a ti Clara E. que me diste la serenidad y fortaleza.

Martín G. Amézquita.

Dedico a: Mis padres, mis hermanos por su apoyo invaluable en la culminación de esta etapa.

José Martín Orduz.

NOTA DE ACEPTACION

.....
.....
.....

JURADO

A handwritten signature in dark ink, appearing to be a stylized 'P' or 'B' followed by a flourish.

JURADO

Villavicencio, Junio 21 de 1991

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros agradecimientos a:

- Jorge E. Muñoz, Agrólogo, por su orientación como Director de este trabajo
- Semillano por el suministro de todos los insumos empleados para el desarrollo de esta investigación.
- Universidad Tecnológica de los Llanos por su colaboración en el análisis de muestras de suelos y servicio general de laboratorio.
- Plantaciones Unipalma de los Llanos por su colaboración en la obtención de datos de porcentaje de aceite.
- A todas aquellas personas que de una u otra manera participaron en la realización de este trabajo.

"La Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales, el Director del Trabajo y el Jurado Calificador no serán responsables por las ideas expuestas por los Autores."

TABLA DE CONTENIDO

1.	TITULO	1
2.	INTRODUCCION	1
3.	JUSTIFICACION	2
4.	OBJETIVOS	4
4.1.	Generales	4
4.2.	Específicos	4
5.	REVISION DE LITERATURA	5
5.1.	Aspectos sobre el cultivo de la Hiquerilla	5
5.1.1.	Origen	5
5.1.2.	Taxonomia	5
5.1.3.	Morfología	6
5.1.3.1.	Raíz	6
5.1.3.2.	Hojas	6
5.1.3.3.	Tallo	6
5.1.3.4.	Flores	7
5.1.3.5	Fruto	7
5.1.4	Suelos	8
5.1.5.	Clima	8
5.1.5.1	Temperatura	8
5.1.5.2.	Altitud	9
5.1.5.3.	Luminosidad	9
5.1.5.4.	Humedad Relativa	9
5.1.5.5.	Precipitacion pluvial	9

5.1.6.	Epocas de siembra	10
5.1.7.	Preparación del terreno	10
5.1.8.	Siembra	11
5.1.9.	Tipos de Higuierilla	11
5.1.9.1.	Variedades enanas	12
5.1.9.2.	Variedades medianas	12
5.1.9.3.	Variedades altas	13
5.1.10.	Fertilización	13
5.1.11.	Control de malezas	13
5.1.12.	Riegos	14
5.1.13.	Control de plagas	14
5.1.14.	Control de enfermedades	15
5.1.15.	Cosecha y beneficio	15
5.2.	Derivados de la Semilla y su obtención	16
5.2.1.	Aceite de Higuierilla	16
5.2.1.1.	Información General sobre el Aceite	17
5.2.1.2.	Obtención del Aceite	19
5.2.1.2.1.	Extracción por Prensado	19
5.2.1.2.2.	Extracción por solventes	22
5.2.2.	Torta de Higuierilla	23
5.3.	Aspectos Sobre Dosis de Nitrógeno	25
5.4.	Aspectos Sobre Densidades de Siembra	26
6.	HIPOTESIS	28
7.	MATERIALES Y METODOS	29
7.1.	Localización	29
7.2.	Suelo	29

7.3. Variedad	30
7.4. Tratamientos	30
7.5. Diseño Experimental	31
7.6. Variables	31
7.6.1. Variables independientes	31
7.6.2. Variables dependientes	31
7.6.3. Variables intervinientes	33
7.7. Fertilización	33
7.7.1. Fertilización variable	33
7.7.2. Fertilización constante	33
7.8. Procedimiento para Extracción de Aceite	33
8. PRACTICAS CULTURALES	36
9. RESULTADOS Y DISCUSION	40
9.1. Efecto del Nitrógeno	41
9.1.1. Efecto en el número de racimos	41
9.1.2. Efecto en el peso de 100 semillas	44
9.1.3. Efecto en la producción de semilla	44
9.1.4. Efecto en el porcentaje de aceite	48
9.2. Efecto de las densidades de siembra	53
9.2.1. Efecto en el número de racimos	53
9.2.2. Efecto en el peso de 100 semillas	55
9.2.3. Efecto en la producción de semilla	55
9.2.4. Efecto en el porcentaje de aceite	59
9.3. Efecto de la interacción Nitrógeno - Densidades	59
9.3.1. Efecto en el número de racimos	59

9.3.2.	Efecto en el peso de 100 semillas	61
9.3.3.	Efecto en producción de semillas	61
9.3.4.	Efecto en porcentaje de aceite	66
10.	ANALISIS ECONOMICO	72
11.	CONCLUSIONES	74
11.1.	Agronómicas	74
11.2.	Económicas	75
12.	RECOMENDACIONES	77
13.	RESUMEN	78
	BIBLIOGRAFIA	83
	ANEXOS	85

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	Análisis de caracterización del suelo del lote experimental de la Granja Campo Alegre.	85
TABLA 2.	Dosis de Nitrógeno y densidades de siembra.	86
TABLA 3.	Suelos.	87
TABLA 4.	Datos del efecto de diferentes dosis de Nitrógeno y algunas densidades de siembra, en el número de racimos por planta, peso de cien semillas, rendimiento de semilla en Ton./Ha. y porcentaje de aceite.	88
TABLA 5.	Resultados de diferentes dosis de Nitrógeno en el número de racimos.	89
TABLA 6.	Análisis de varianza para el número de racimos por planta usando diferentes dosis de Nitrógeno y densidades de siembra.	42
TABLA 7.	Análisis de varianza para el peso de cien semillas usando diferentes dosis de Nitrógeno y algunas densidades de siembra.	45
TABLA 8.	Resultado de diferentes dosis de Nitrógeno en el peso de cien semillas.	89
TABLA 9.	Análisis de varianza para la producción de semilla (Ton./Ha.) utilizando diferentes dosis de Nitrógeno y algunas densidades de siembra.	47
TABLA 10.	Resultado del efecto de diferentes dosis de Nitrógeno en la producción de semilla (Ton./Ha.)	90
TABLA 11.	Análisis de varianza del porcentaje de extracción de aceite utilizando diferentes dosis de Nitrógeno y algunas densidades de siembra.	50
TABLA 12.	Resultado del efecto de diferentes dosis de Nitrógeno en el porcentaje de aceite.	90
TABLA 13.	Resultado del efecto de algunas densidades de siembra en el número de racimos por planta.	91

TABLA 14.	Resultado del efecto de algunas densidades de siembra en el peso de 100 semillas.	91
TABLA 15.	Resultado de algunas densidades de siembra en la producción de semilla.	92
TABLA 16.	Resultado de algunas densidades de siembra en el porcentaje de aceite.	92
TABLA 17.	Cantidad de semilla utilizada en cada una de las densidades evaluadas.	93
TABLA 18.	Cantidad de Urea utilizada en las diferentes dosis de Nitrógeno evaluadas.	93
TABLA 19.	Lista de precios de los insumos utilizados en el semestre A de 1990.	94
TABLA 20.	Costos fijos para cada uno de los tratamientos.	95
TABLA 21.	Costos variables de cada uno de los tratamientos.	96
TABLA 22.	Costos totales de producción de cada uno de los tratamientos.	97
TABLA 23.	Costo de producción de un kilo de semilla para cada uno de los tratamientos.	98
TABLA 24.	Rentabilidad por venta de kilo de semilla para cada uno de los tratamientos.	99
TABLA 25.	Producción expresada en kg. de aceite de cada uno de los tratamientos.	100
TABLA 26.	Costos totales de producción de aceite para cada uno de los tratamientos.	101
TABLA 27.	Rentabilidad de cada uno de los tratamientos por venta de aceite.	102

LISTA DE FIGURAS

FIGURA No. 1:	Diagrama de operaciones del proceso de extracción de aceite por prensado.	21
FIGURA No. 2:	Diagrama de operaciones para extracción con solventes.	24
FIGURA No. 3:	Distribución de los bloques y tratamientos en el campo.	32
FIGURA No. 4:	Esquema del equipo de extracción de aceite Soxhlet.	35
FIGURA No. 5:	Período general del cultivo de la Higuierilla, variedad RZ-24 o Castor Ecuatoriana.	38
FIGURA No. 6:	Comportamiento del número de racimos por planta con diferentes dosis de Nitrógeno.	42
FIGURA No. 7:	Comportamiento del peso de 100 semillas con diferentes dosis de Nitrógeno.	46
FIGURA No. 8:	Comportamiento de la producción de semillas con diferentes dosis de Nitrógeno.	49
FIGURA No. 9:	Comportamiento del porcentaje de aceite con diferentes dosis de Nitrógeno.	52
FIGURA No. 10:	Comportamiento del número de racimos por planta con densidades de siembra.	54
FIGURA No. 11:	Comportamiento del peso de 100 semillas con densidades de siembra.	56
FIGURA No. 12:	Comportamiento de la producción de semilla con densidades de siembra.	58
FIGURA No. 13:	Comportamiento del porcentaje de aceite con densidades de siembra.	60
FIGURA No. 14:	Tendencia del número de racimos por planta con diferentes dosis de Nitrógeno y densidades de siembra.	62

FIGURA No. 15:	Tendencia del número de racimos por planta usando densidades de siembra y dosis de Nitrógeno.	63
FIGURA No. 16:	Tendencia del peso de 100 semillas usando dosis de Nitrógeno y densidades de siembra.	64
FIGURA No. 17:	Tendencia del peso de 100 semillas usando densidades de siembra y dosis de Nitrógeno.	65
FIGURA No. 18:	Tendencia de la producción de semilla usando dosis de Nitrógeno y densidades de siembra.	67
FIGURA No. 19:	Tendencia de la producción de semilla usando densidades de siembra y dosis de Nitrógeno.	68
FIGURA No. 20:	Tendencia del porcentaje de aceite usando dosis de Nitrógeno y densidades de siembra.	70
FIGURA No. 21:	Tendencia del porcentaje de aceite usando densidades de siembra y dosis de Nitrógeno.	71

INTRODUCCION

En el departamento del Meta existe diferentes cultivos tradicionales como arroz, maíz y sorgo e incluso algunos de reciente aparición en el ámbito regional como la palma africana y la soya. Algunos más que otros han tenido mayor acogida por parte de los agricultores e impulsados con más fuerza por entidades estatales y privadas.

Esta situación ha dado lugar a que en la actualidad la mayoría de las investigaciones realizadas en esta región estén enfocadas hacia los cultivos antes mencionados. Sin embargo es correcto pensar en otras alternativas, más aún conociendo que en los Llanos Orientales existen condiciones climáticas y edáficas que favorecen el desarrollo y producción de semillas y frutos oleaginosos. Se crea pues la necesidad de dirigir la investigación hacia otros cultivos, que podrían ser los oleaginosos y dentro de ellos incluir la higuierilla (*Ricinus communis* L.)

Así, no sólo se aumentarán las posibilidades y alternativas de cultivos en esta zona, sino que se contempla el hecho de disminuir el déficit en aceite para consumo industrial y humano que vive nuestro país.



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

SISTEMA DE BIBLIOTECAS

HEMEROTECA

Villavicencio - Meta

JUSTIFICACION

El haber realizado un proyecto de investigación en higuierilla , en condiciones de nuestro departamento, se justificó por las siguientes razones :

3.1. NUEVAS POSIBILIDADES PARA EL DEPARTAMENTO

Las características químicas de los suelos de sabana del departamento muestran una fertilidad pobre, pero sus condiciones físicas dejan ver su aptitud para el buen desarrollo de diferentes cultivos, como la higuierilla (*Ricinus communis* L.). Este cultivo se desarrolla muy bien en condiciones de suelos y climas de esta región, como se ha comprobado en los trabajos de investigación ya realizados. Con lo anterior se logra algunos indicios de que puede constituirse en cultivo alternante de los ya tradicionales.

3.2. CONTINUACION DE UNA LINEA DE INVESTIGACION

Las investigaciones hechas para higuierilla en el Meta han sido muy reducidas y hasta ahora no existe un paquete tecnológico que sirva de ayuda a los agricultores para obtener explotaciones de cultivo adecuadas y convertirse así en otra alternativa de rotación para los cultivos tradicionales

existentes en esta zona.

Las pautas dadas por las anteriores investigaciones, efectos de cal dolomita y respuesta a fósforo y potasio, se ven bien complementadas con la observación del comportamiento de la higuierilla a diferentes dosis de Nitrógeno e incluso a algunas densidades de siembra; con esto nos acercamos a un posible paquete sobre fertilización para higuierilla.

3.3. PARAMETROS BASICOS

Las fuentes nitrogenadas utilizadas en nuestro medio presentan algunos problemas y cuidados con su uso, esencialmente por su solubilidad, la escasa retención por el suelo y los daños que se pueden ocasionar a las plantas y al mismo bolsillo del agricultor cuando se usan dosis inadecuadas. Con lo anterior queda señalada la necesidad de investigar sobre dosis de nitrógeno para el cultivo de higuierilla.

La densidad de siembra o población de plantas por hectárea se asocia rápidamente con parámetros como competencia y productividad, también se involucran tipos de ramificación y producción de más o menos follaje; una buena conjugación de estos factores nos lleva a la densidad óptima de rendimientos máximos. Por esto se incluyó la distancia de siembra como parámetro de investigación para la higuierilla.

OBJETIVOS

4.1. GENERALES

4.1.1. Aportar nuevas pautas a la reciente investigación sobre higuierilla (*Ricinus communis* L.) en el departamento y así acercarnos a la conformación de un paquete tecnológico.

4.1.2. Observar la respuesta en producción de semilla y porcentaje de aceite de la higuierilla cuando se manejan algunos factores como dosis de nitrógeno y densidades de siembra.

4.2. ESPECIFICOS.

4.2.1. Determinar cual de las diferentes dosis de nitrógeno ofrece el mejor rendimiento para producción semilla y producción aceite.

4.2.2. Conocer en qué densidad de siembra se dá el mayor rendimiento, para las variables establecidas.

4.2.3. Establecer la interacción, dosis de nitrógeno-densidad de siembra, que produzca el mayor rendimiento para producción de semilla y porcentaje de aceite.

4.2.4. Conocer el porcentaje de aceite para cada uno de los tratamientos.

REVISION DE LITERATURA

5.1. ASPECTOS SOBRE EL CULTIVO DE LA HIGUERILLA

5.1.1. Origen

Janson (1974), dice que no se sabe dónde ni como se originó la higuierilla. Se supone que es originaria de África de donde se extendió al Medio Oriente como planta silvestre. El hecho de que en el Egipto faraónico se utilizase aceite de ricino para lámparas de alumbrado es prueba de que la planta ya se cultivaba hace 6000 años antes de Cristo.

En la india y la china fué conocida hace 3000 años y probablemente se introdujo en América después del descubrimiento.

5.1.2. Taxonomía

Lawrance (1951), da la siguiente clasificación :

Reino	:	Vegetal
División	:	Spermatophyta
Clase	:	Angiospermae
Subclase	:	Dicotyledonae
Orden	:	Euphorbiales

Familia	:	Euphorbiaceae
Género	:	Ricinus
Especie	:	Ricinus communis L.

5.1.3. Morfología

ADEXUN 1987, indica que la hiquerilla presenta una raíz pivotante, que penetra en el suelo rápidamente, constituyéndose en anclaje principal de la planta. Las raíces secundarias son numerosas y oblicuas, situadas a poca profundidad constituyéndose en un factor importante para la nutrición de la planta, por lo tanto se deben proteger de los maltratos durante el cultivo.

5.1.3.2. Hojas

Son grandes, de color verde lustroso, y forma palmodigetadas. Por su gran área de exposición se constituyen en un medio para la captación de agua, abonos foliares y luminosidad. Su sombra combate las malezas a su alrededor una vez ha alcanzado un crecimiento intermedio.

5.1.3.3. Tallo

Según ADEXUN 1987, la hiquerilla posee un tallo hueco en su parte inferior, lo cual facilita la eliminación de la soca. El

color, es diferente de acuerdo a la variedad, el cual puede ser verde, rosado o caoba.

El tallo principal termina en una inflorescencia que es la más grande de la planta. En las ramas secundarias que crecen después del cuarto nudo, también se producen racimos. Las ramas secundarias producen ramas adicionales que a su vez producen otros racimos.

5.1.3.4. Flores

Salvat 1971, indica que los racimos florales llevan flores masculinas en la parte basal y flores femeninas en la porción superior, con una proporción hembra macho de 95 a 5. La longitud de esta inflorescencia puede llegar a medir hasta 60 cm.

5.1.3.4. Fruto

Según Janson (1974), el fruto de la higuierilla es globoso, erizado, de púas más o menos blandas y de color verde rojizo antes de madurar. Al madurar la corteza exterior del fruto se encoje convirtiéndose en cápsula seca y marrón, que por último puede abrirse y soltar las semillas, que son tres, éstas pueden ser negras o jaspeadas y provistas de una excrescencia apical. Las cápsulas presentan dehiscencia variable según la variedad.

5.1.4. Suelos

ADEXUN 1987, concluyeron que para el cultivo de la higuera se deben seleccionar suelos con las siguientes características:

- Bien drenados.
- pH inferior a 7 (5,5 a 7,0)
- Textura franca, y suelo profundo.

Se deben desechar suelos altamente arcillosos que acumulen grandes cantidades de agua; en general, suelos aptos para cultivos de algodón, sorgo, ajonjolí y maíz son aptos para el cultivo de la higuera.

5.1.5. Clima

5.1.5.1. Temperatura

Mayorga (1973), encontró que el desarrollo normal de la planta para un cultivo comercial rentable se consigue en climas calientes secos con un rango de temperatura óptima que oscila entre 20 a 32 grados centígrados.

5.1.5.2. Altitud

Según ADEXUN 1987, la altitud óptima se encuentra desde los 0 metros sobre el nivel del mar hasta los 2500 mts. Se deben evitar las grandes alturas ya que se disminuye su producción por hectárea y su contenido de aceite es menor.

Para las variedades comerciales generalmente se recomienda desde los 0 metros hasta los 1000 m.s.n.m.

5.1.5.3. Luminosidad

La hiquerilla es bastante exigente en la fase de maduración, por lo que debe haber una buena insolación en los intervalos de la lluvia. Cuando falta sol y calor suficientes, la planta pierde su valor comercial por producir rendimientos bajos, a pesar de presentar condiciones satisfactorias de vegetación.

5.1.5.4. Humedad relativa

Mayorga (1973), dice que el cultivo posee un buen desarrollo con una humedad relativa baja, principalmente al final de la maduración.

5.1.5.5. Precipitación pluvial

Ramos (1952), citado por Mayorga dice que para variedades mejoradas se consideran ideales lluvias de 50 a 100 mm. mensuales durante el periodo de crecimiento. La maduración final y la cosecha deben coincidir con la época de verano, para que los racimos sequen uniformemente y los frutos no se desprendan antes de la recolección. Cuando las lluvias sobrepasan los requerimientos mencionados, la planta tiende a desarrollarse mucho vegetativamente perjudicando la producción de frutos. Si en el estado estado de floración y de fructificación se presentan lluvias más abundantes que las necesarias, vienen pudriciones que pueden rebajar los rendimientos a más de un 50%.

5.1.6. Epocas de siembra

ADEXUN 1987, afirma que las épocas de siembra para la higuierilla son las mismas del algodón, sorgo y ajonjolí. Normalmente febrero, agosto y septiembre en Colombia.

5.1.7. Preparación del terreno

Mayorga (1973), dice que la higuierilla por tener un sistema radicular profundo debe ararse a no menos de 20 cm. La preparación final del terreno para siembra, debe hacerse como la del algodón, mani, ajonjolí, o cualquier otro cultivo anual.

5.1.8. Siembra

Según ADEXUN 1987, de acuerdo al tipo de suelos, para las variedades comerciales se recomiendan las siguientes alternativas:

5.1.8.1. 10.000 plantas por hectárea:

1,0 m. entre plantas y 1,0 m. entre surcos.

5.1.8.2. 12.500 plantas por hectárea:

0,8 m. entre plantas y 1,0 m. entre surcos.

5.1.8.3. 15.625 plantas por hectárea:

0,8 m. entre plantas y 0,8 m. entre surcos.

Normalmente se utilizan 6 a 8 Kilos por hectárea, colocando 1 a 2 semillas por sitio.

La profundidad de siembra es de 5 a 8 cm., recomendando mezclar la semilla antes de la siembra con insecticidas clorinados en polvo, tipo Aldrin.

5.1.9. Tipos de hiquerilla

Existen tres tipos de higuierilla según su altura: enanas, medianas y altas .

5.1.9.1. Variedades enanas

Varela (1974), dice que estas variedades crecen hasta una altura de 1,6 m.; el período de siembra a cosecha es de 120 a 130 días. A esta clase de variedades pertenecen la Hale, la Lynk, la Barker y el Híbrido H-86. Estas variedades e híbridos tienen una maduración uniforme y no se desgranar permitiendo recolectar su racimo totalmente seco. Además su altura facilita su recolección.

5.1.9.2. Variedades medianas

Varela en (1974), describe que la altura de éstas variedades vá de 2,0 a 2,5 m.; se cosechan de los 150 a los 180 días después de sembradas.

A esta clase pertenecen las variedades Santana, IAC-80 y Castor ecuatoriana. Estas variedades pueden desgranarse, por lo cual deben cosecharse cuando la mitad del racimo esté seco. Por esta razón no se recomiendan para extensiones mayores de 2 hectáreas.

5.1.9.3. Variedades altas

Según ADEXUN 1987, estas variedades son nativas de porte alto, en las cuales los entrenudos son largos, con ramificaciones más abiertas, altura entre 2 y 10 m., generalmente perennes y dehiscentes. La altura y espacio ocupado por cada planta, disminuye la productividad por hectárea y dificulta el manejo del cultivo y su recolección.

5.1.10. Fertilización

Según estudios realizados por Varela (1974), la fertilización debe hacerse inmediatamente después del raleo y de acuerdo a las recomendaciones del análisis de suelo; sin embargo se han obtenido buenos resultados aplicando abono 10-30-10 en dosis de 150 a 200 Kg/ha.

5.1.11. Control de malezas

Varela (1974), sostiene que en el cultivo de la hiquerilla como cualquier otro cultivo, las malezas deben ser eliminadas principalmente en los primeros estados de crecimiento del cultivo. Una cultivada y una desyerba son suficientes.

Generalmente, se utilizan herbicidas incorporados con la última rastrillada (Ej; Treflan 2 a 4 lts/ha. o aplicación de Karmex

previo a la siembra). En caso necesario se utiliza la cultivada dentro de los surcos.

5.1.12. Riegos

ADEXUN 1987, afirma que sólo cuando la precipitación es baja y no hay humedad adecuada en el suelo, se utiliza riego por aspersión o por gravedad y en todos los casos es supletorio por la falta de agua de precipitación.

Según Mayorga (1973) , la higuierilla es poco exigente en agua y por esto generalmente no necesita riego en zonas aún secas .

En regiones áridas o en caso de sequías muy prolongadas, si se desea regar debe tenerse en cuenta los efectos perjudiciales de la humedad excesiva y prolongada.

5.1.13. Control de plagas

ADEXUN 1987, dice que en el cultivo de la higuierilla se pueden presentar comedores de hojas (prodenia, falso heliotis) los primeros quince días. Se pueden controlar con Bacillus a razón de 500 cc/ha o insecticidas clorados 2 Lts/ha, o insecticidas fosforados 1 Lt/ha. Especialmente en época de floración se pueden presentar chinches y la araña roja, los cuales se controlan con Dimecron (fosforado) 800 cc/ ha.

5.1.14. Control de enfermedades

Mayorga (1973), dice que las enfermedades se presentan en la higuierilla por ubicarse el cultivo en zonas inadecuadas, de alta precipitación o alta humedad relativa y por distanciar las plantas de una manera inconveniente.

Ramos (1952), citado por Mayorga, dice que una de las enfermedades más graves es la causada por el hongo *Sclerotinia ricini* Godf (estado imperfecto de *Botritis*), ataca los racimos, vaneándolos y haciendo caer los frutos, es común su presencia en inviernos fuertes cuando las plantas se siembran muy juntas o se dejan desarrollar 2 ó 3 plantas en cada sitio; los frutos se cubren de un moho color pardo grisáceo que se desprende fácilmente. Para evitar estas enfermedades se debe usar una distancia correcta de siembra, dejar una sola planta por sitio, no permitir el enmalezamiento en época de invierno y no elegir para el cultivo zonas de alta humedad atmosférica.

5.1.15. Cosecha y beneficio

Mayorga (1973), indica que a los 100, 120 ó 150 días de sembrada la semilla, según la variedad, puede hacerse la recolección. Los racimos se cortan con cuchillo o tijeras o a mano si las plantas son pequeñas. Si la variedad es alta, se emplea la tijera podadora, amarrando una de sus patas a una

vara y la otra libre se acciona por medio de una cuerda.

Varela (1974), estableció que generalmente la cosecha se hace en época seca, cuando el racimo esté completamente seco, como en las variedades enanas o cuando la mitad de él esté seco, como en las variedades medianas y altas.

Mayorga (1973), dice que en el caso de variedades medianas, los racimos recogidos deben secarse en patios de cemento o en cajones grandes, en lo posible con fondo metálico. Artificialmente el secado se puede hacer con máquinas secadoras.

Si la variedad es muy dehiscente es necesario cubrir los cajones con anjeos para evitar la pérdida de granos. Con variedades mejoradas o híbridos la cosecha puede hacerse cuando todos los racimos estén secos. Generalmente son necesarios dos pases o en ocasiones es necesario un solo pase, en caso de que la cosecha coincida con época de verano.

5.2. DERIVADOS DE LA SEMILLA Y SU OBTENCION

5.2.1. Aceite de hiquerilla

5.2.1.1. Información general sobre el aceite: El IIT 1962, dice que el aceite de hiquerilla o de castor es un líquido

amarillo pálido o casi incoloro, transparente y viscoso. Tiene un olor débil y al gusto produce una sensación dulce, seguida de un sabor ligeramente agrio y usualmente nauseabundo. El aceite es soluble en alcohol y es miscible con alcohol deshidratado, con ácido acético glacial, con cloroformo y éter.

Janson (1974), afirma que una vez refinado el aceite de castor, es una sustancia casi incolora, ligeramente amarillenta, con las siguientes características:

Densidad (20°C)	0.955 g/cc	a	0.968 g/cc
Indice de refraccion	1.476	a	1.479
Indice de saponificacion	175.0	a	187.0
Indice de yodo	82.0	a	88.0
Materia insaponificable	0.3%	a	0.7%
Indice de hidroxilo Min.	160.0		
Viscosidad	9.5 poises	a	11 poises
Miscibilidad	Completa en alcohol y ácido glacial. Con hidrocarburos solamente a temperaturas normales en cantidades limitadas.		

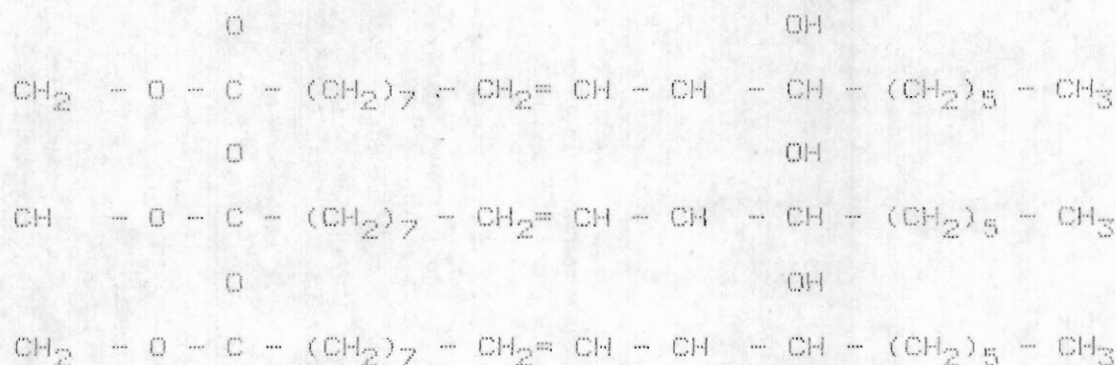
A raíz de investigaciones más recientes, con métodos cromatográficos de gas, la composición de los ácidos grasos del aceite de castor, que se expone seguidamente, se deriva del análisis del metil-éster del ácido graso del aceite de ricino:

Acido palmítico (s)	0.9 %	a	1.2 %
---------------------	-------	---	-------

Acido esteárico (s)	0.7 %	a	1.2 %
Acido oléico	3.2 %	a	3.3 %
Acido linoléico	3.4 %	a	3.7 %
Acido linonélico	0.2 %		
Acido ricinoléico	89.0 %	a	89.4 %
Acido di-hidroxi-esteárico	1.3 %	a	1.4 %

(s): Saturados.

El IIT 1960, afirma que el principal componente del aceite de castor es el ácido ricinoléico, cuya fórmula estructural es la siguiente:



La estructura química de este ácido de 19 carbonos con un doble enlace en la posición 9,10 y la aparición del grupo OH en el Carbono 13, le dan al aceite de higuerilla, el carácter único que posee entre los aceites vegetales. Prácticamente la química relacionada con la utilización de este aceite y sus derivados gira alrededor de este grupo.

Santos (1986), dice que el aceite de ricino es de uso

farmacéutico y cosmetológico.

El aceite bruto se usa como emulsificante, para desinfectantes del hogar, industrias y pesticidas.

El aceite modificado se emplea como aceite hidráulico, como disolvente de pinturas, impregnación de pinturas, fusión de ceras naturales y químicas, así como la fabricación de polímeros y como alternativa para combustible de automotores.

5.2.1.2. Obtención del aceite

El IIT 1960, indica que el aceite de higuierilla se obtiene por prensado y extracción con solventes, obteniéndose generalmente dos tipos de aceite: el grado número 1 que se obtiene por prensado y el grado número 3 que se obtiene de la extracción con solventes.

5.2.1.2.1. Extracción por prensado

Según ADEXUN 1987, la semilla debe ser precalentada previamente para neutralizar el efecto de enzimas que degradan el aceite y disminuyen la viscosidad del mismo, además que facilita su extracción. Lo anterior se realiza por contacto con vapor o aire caliente a 120°C o por calentamiento dieléctrico, pasando el material entre electrodos sometidos a alta diferencia de

potencia.

El prensado puede ser continuo en prensas de tornillo, o, discontinuo en prensa hidráulica, la semilla aún caliente (T 60°C) se comprime para extraer un aceite bruto, cuya cantidad y calidad depende tanto de la presión aplicada como de la temperatura de la semilla. Las condiciones más drásticas producen un mayor rendimiento pero van acompañadas por un descenso en la calidad del producto, evidenciado por una mayor intensidad de la coloración.

El aceite bruto debe refinarse inmediatamente para evitar el aumento del grado de acidez ocasionado por la presencia de agua, en un medio ligeramente ácido que produce el rompimiento de los triglicéridos.

La torta residual puede contener de un 10 % a un 15 % de aceite, recuperable por extracción con solventes.

La refinación consiste fundamentalmente en el retiro de la acidez libre, el secado y la clarificación. La adición de alcalis produce la saponificación de los ácidos grasos que se emulsionan en el medio (Ver figura 1).

La emulsion se rompe por adición de sal, permitiendo la decantación. El producto libre de ácidos, se seca por

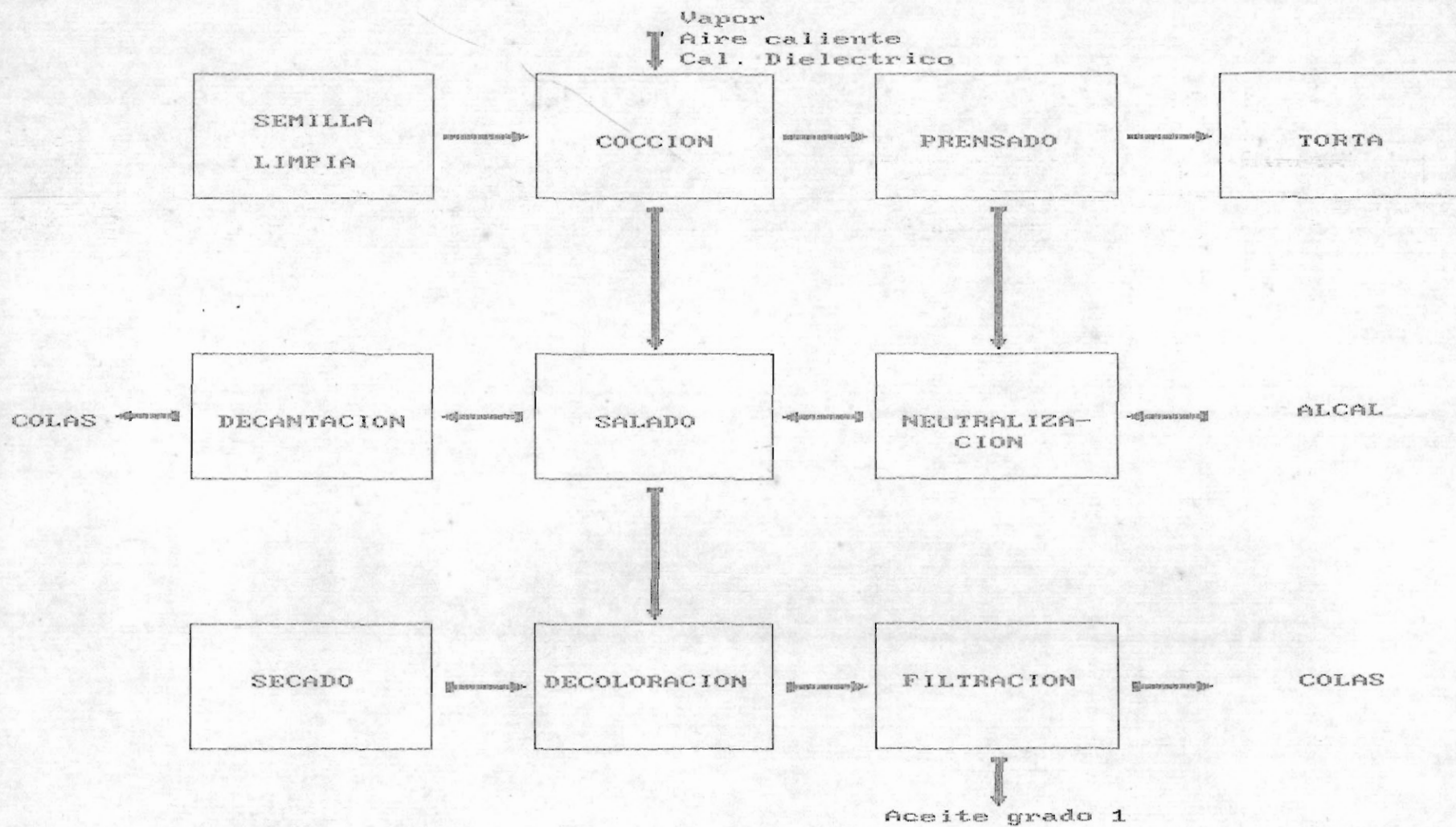


FIGURA No. 1: Diagrama de operaciones del proceso de extraccion por prensado.

FUENTE: ADEXUN 1987

calentamiento y vacío y se envasa. Puede mejorarse el color del aceite final (para uso farmacéutico) por adición de arcillas activadas que absorben impurezas, antes de la filtración.

5.2.1.2.2. Extracción por solventes

Bonner (1972), afirma que el proceso de extracción, con solventes se usa en la química orgánica para la separación y aislamiento de sustancias mezcladas en estado natural, para separación de sustancias disueltas de sus soluciones y para remoción de impurezas solubles de sus mezclas.

ADEXUN 1987, reporta que la extracción de aceite con solventes, normalmente se aplica a la torta resultante de la extracción por prensado, para recuperación secundaria del aceite, pero puede aplicarse directamente a la semilla molida, estando sujeta la definición del tipo de proceso al resultado del estudio económico.

Los hidrocarburos alifáticos líquidos son solventes efectivos para extraer aceites vegetales como el de higuierilla. Al poner en contacto la torta de higuierilla con cantidades suficientes de hexano o heptano normal en etapas sucesivas, se forman soluciones nC o nC - aceite higuierilla, fácilmente separables de la torta que, al ser sometidas a destilación por arrastre de

vapor y vacío permiten la recuperación de casi todo el aceite contenido en la semilla.

El sólido final podría retener 0.8 % de aceite, lo cual significa una recuperación total del 95 % (ver figura 2).

5.2.2. Torta de higuera

Janson (1974), argumenta que la torta o harina de higuera es el residuo de su semilla, luego de haberle extraído el aceite.

Se comercializa por lo general como una sustancia de grano grueso o comprimidas en pellas. Existe también una torta de molienda fina, que se consigue sometiendo a nueva molienda el material basto y que a veces se requiere para utilización industrial como es la fabricación de fertilizantes mixtos.

La torta de ricino seca, está compuesta así:

N	5.5 %	a	6.0 %
P ₂ O ₅	2.2 %		
K ₂ O	1.0 %	a	1.5 %
CaO	1.0 %		
MgO	0.5 %	a	0.7 %
Cu	27 ppm		

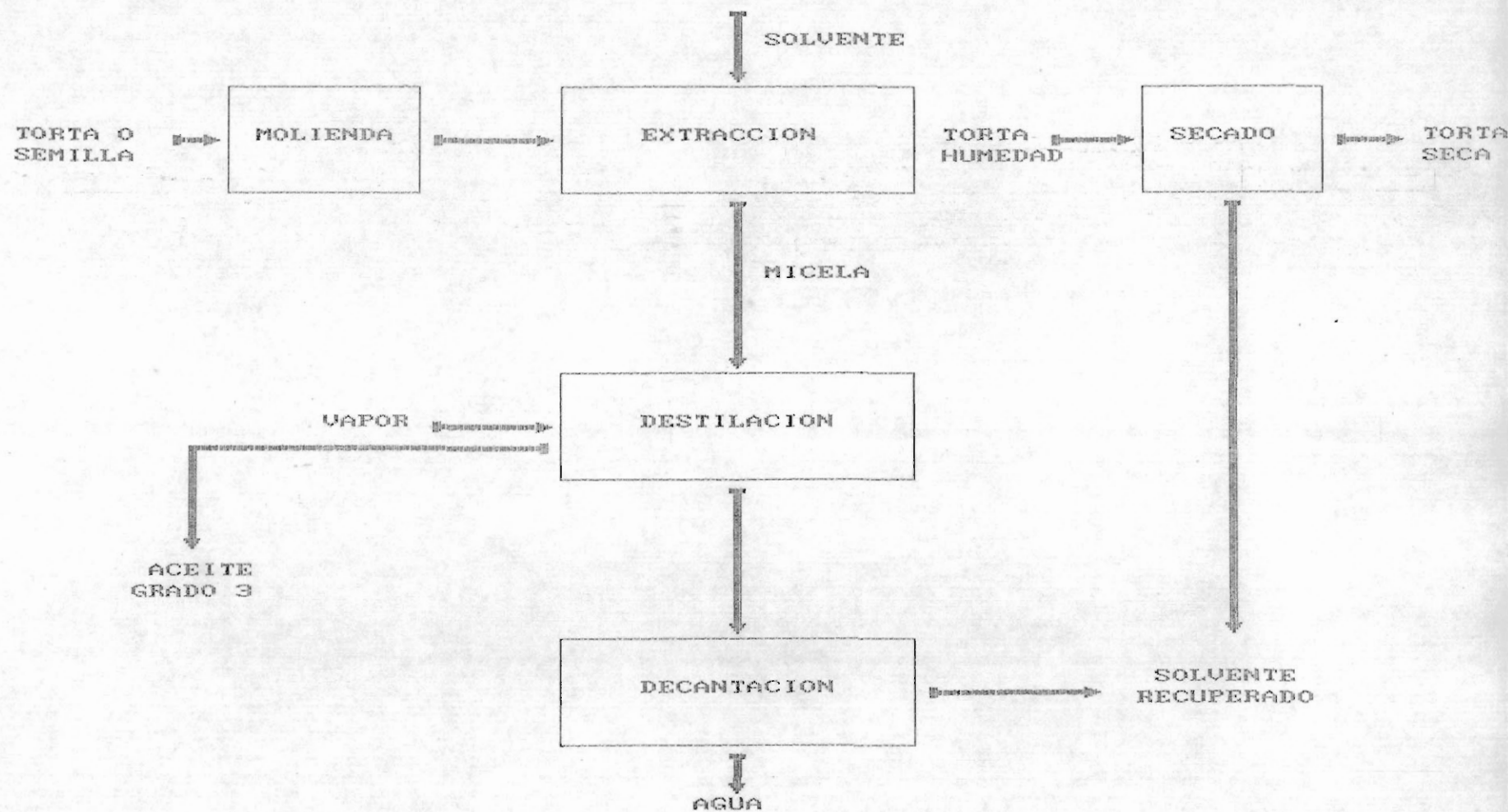


FIGURA No. 2: Diagrama de operaciones para extraccion con solvente

FUENTE: ADEXUN 1987

Mn	55 ppm		
B	23 ppm		
Mat. orgánico	86 %	a	87.0 %

Zuleta (1965), indica que en una tonelada de torta se encuentra aproximadamente las siguientes cantidades de nutrientes principales:

N	50 - 70	Kgs
P ₂ O ₅	19	Kgs
K ₂ O	14	Kgs

También se encuentran cantidades apreciables de Calcio, Hierro y Magnesio.

El contenido alto de proteína 35 % convierte a la torta en un potencial alimento para animales. Sin embargo, el contenido de sustancias tóxicas y alergénicas (ricinina, ricina y CB-1A) dificultan esa aplicación. Puede superarse el problema con amoníaco o cal pero aún así se prefiere el uso como fertilizante.

5.3. ASPECTOS SOBRE DOSIS DE NITROGENO

El cálculo de la dosis de nitrógeno, al igual que cualquier otro nutriente, debe hacerse con base en factores incidentes

como: disponibilidad del nutrimento, requerimiento nutricional del cultivo, potencial de producción del cultivo, eficiencia de la fertilización, costo y rentabilidad.

Según Litzenberger(1976), se pueden esperar respuestas al uso de nitrógeno y fósforos en la mayoría de los suelos donde la higuierilla se puede cultivar. Además, dice que si no se han efectuado pruebas de campo en la localidad, para determinar la cantidad adecuada de fertilizante que se debe usar, es aconsejable la aplicación de 100 Kg/ha de nitrógeno y 50 Kg/ha de fósforo (P_2O_5). En regiones húmedas, puede agregarse potasio (K_2O) a razón de 25 Kg/ha.

Varela (1974), obtuvo buenos resultados aplicando abono 10-30-10 en dosis de 150 a 200 Kg/ha ; que en términos de nitrógeno equivale a hablar de dosis de 15 a 20 Kg/ha.

Pabón y Rodríguez (1987), en sus experimentos utilizaron dosis de 50 Kg de nitrógeno, 50 Kg de P_2O_5 y 50 Kg de potasio (K_2O) por hectárea empleando como fuente el fertilizante compuesto 15-15-15.

5.4. ASPECTOS SOBRE DENSIDADES DE SIEMBRA

Como se citó anteriormente en la sección 5.1.8, de este proyecto ADEXUN (1987), recomienda las siguientes alternativas:

- 10.000 plantas por hectárea: 1 m. entre surcos y 1 m. entre plantas.
- 12.500 plantas por hectárea: 0,8 m. entre surcos y 1 m. entre plantas.
- 15.625 plantas por hectárea: 0,8 m. entre surcos y 0,8 m. entre plantas.

Sin embargo, al respecto son escasos los experimentos realizados en la zona del Piedemonte Llanero.

Pabón y Rodríguez (1987), en sus experimentos con el híbrido H-86 en el Piedemonte Llanero, utilizaron 12.500 plantas / ha (1 m. entre surcos y 0,8 m. entre plantas) y obtuvieron buenos resultados.

HIPOTESIS

Dentro de los planteamientos del proyecto se formularon las siguientes hipótesis:

6.1. El tratamiento de 120 Kg de nitrógeno /ha, por ser el que más nutrimento suministra, dentro de los tratamientos de dosis de nitrógeno, se espera que aporte el mejor resultado para las variables establecidas.

6.2. Debido a que la densidad de siembra de 15.625 plantas por hectárea, presenta el mayor número de plantas entre los tratamientos, se espera que sea la de más alto rendimiento para las variables involucradas.

6.3. Se espera que el punto óptimo de producción se presente con la interacción de las anteriores consideraciones (Dosis de nitrógeno de 120 Kg/ha y Densidad de siembra de 15.625 plts/ha).

MATERIALES Y METODOS

7.1. LOCALIZACION

El experimento se realizó en los predios de la Granja Campo Alegre, localizada en la vereda Caños Negros del municipio de Villavicencio, departamento Meta. A esta zona corresponden las siguientes características:

Altura sobre el nivel del mar de 340 m.; precipitación anual promedio de 2.000 mm, temperatura promedio mensual de 27 grados centígrados y humedad relativa del 95% .

7.2. SUELO

De acuerdo a la localización del terreno donde se realizó la experimentación, el suelo está clasificado taxonómicamente como Dystropept oxico. El análisis de caracterización del mismo, se ilustra en la tabla 1 del anexo.

Observando los datos del análisis de suelo se notó el desbalance existente en la relación Calcio-Magnesio, pues al dividir el contenido de calcio por el de magnesio ($\text{Ca}; 0.68 \text{ me/Mg}; 0.05 \text{ me}$) se tiene una relación de 13.6 este valor está desfasado del rango normal en que debe oscilar la relación $\text{Ca/Mg} = 2 \text{ a } 5$. Con base en la anterior consideración se hizo

necesario ajustar la relación y llevarla a un término medio de 3:1 aproximadamente. Para ello se aplicó por Ha. 740 Kg de Cal Dolomítica del 10% de Mg y 22% de Ca. Lo que equivale a hacer una aplicación de 162 Kg de Ca/Ha. y 74 Kg de Mg/Ha.; o sea que en teoría se estaría adicionando al suelo 0.4 me/100 gr suelo de Ca y 0.3 me/100 gr suelo de Mg. Lo anterior arroja las siguientes cantidades finales:

Ca: 0.68 me inicial + 0.4 me adicional = 1.08 me Ca Total.

Mg: 0.05 me inicial + 0.3 me adicional = 0.35 me Mg Total.

Esto da lugar a una nueva relación de 3.08:1.

7.3. VARIEDAD

En el presente trabajo se utilizó la variedad de Chiguerilla (*Ricinus communis* L.) Castor Ecuatoriana o RZ-24 que según Varela (1974), esta ubicada dentro de las variedades medianas, alcanzando alturas de 2 a 2.5 m. y con un período de cultivo de 150 a 180 días después de la siembra.

7.4. TRATAMIENTOS

Se probaron 16 tratamientos en total, como resultado de la combinación de 4 dosis de nitrógeno: 0; 50; 100 y 120 Kg/Ha. y 4 densidades de siembra: D1=15625 plantas/Ha a una distancia de siembra de 0.8 m. x 0.8 m.; D2=10000 plantas /Ha a una distancia de siembra de 1.0 m. x 1.0 m.; D3=6944 plantas /Ha a una distancia de siembra de 1.2 m. x 1.2 m. y D4=4666 plantas

/Ha a una distancia de siembra de 1.5 m. x 1.5 m. Esta situación se observa claramente en la tabla 2 anexo.

7.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar con un arreglo factorial de 4*4 y 3 repeticiones para un total de 48 parcelas experimentales. La distancia entre bloques fue de 2.75 m. y entre parcelas 1.75 m.. El área de la parcela experimental fue de 36 m² (6 m. x 6 m.). La parcela estadística fue de 25 m² (5 m. x 5 m.). Los tratamientos se asignaron al azar, para mas detalle ver figura 3.

7.6. VARIABLES

7.6.1. Variables Independientes

Dosis de Nitrógeno y densidades de siembra.

7.6.2. Variables Dependientes

Número de Racimos por planta

Peso de cien semillas

Producción de grano expresada en Tn/ha.

Porcentaje de aceite

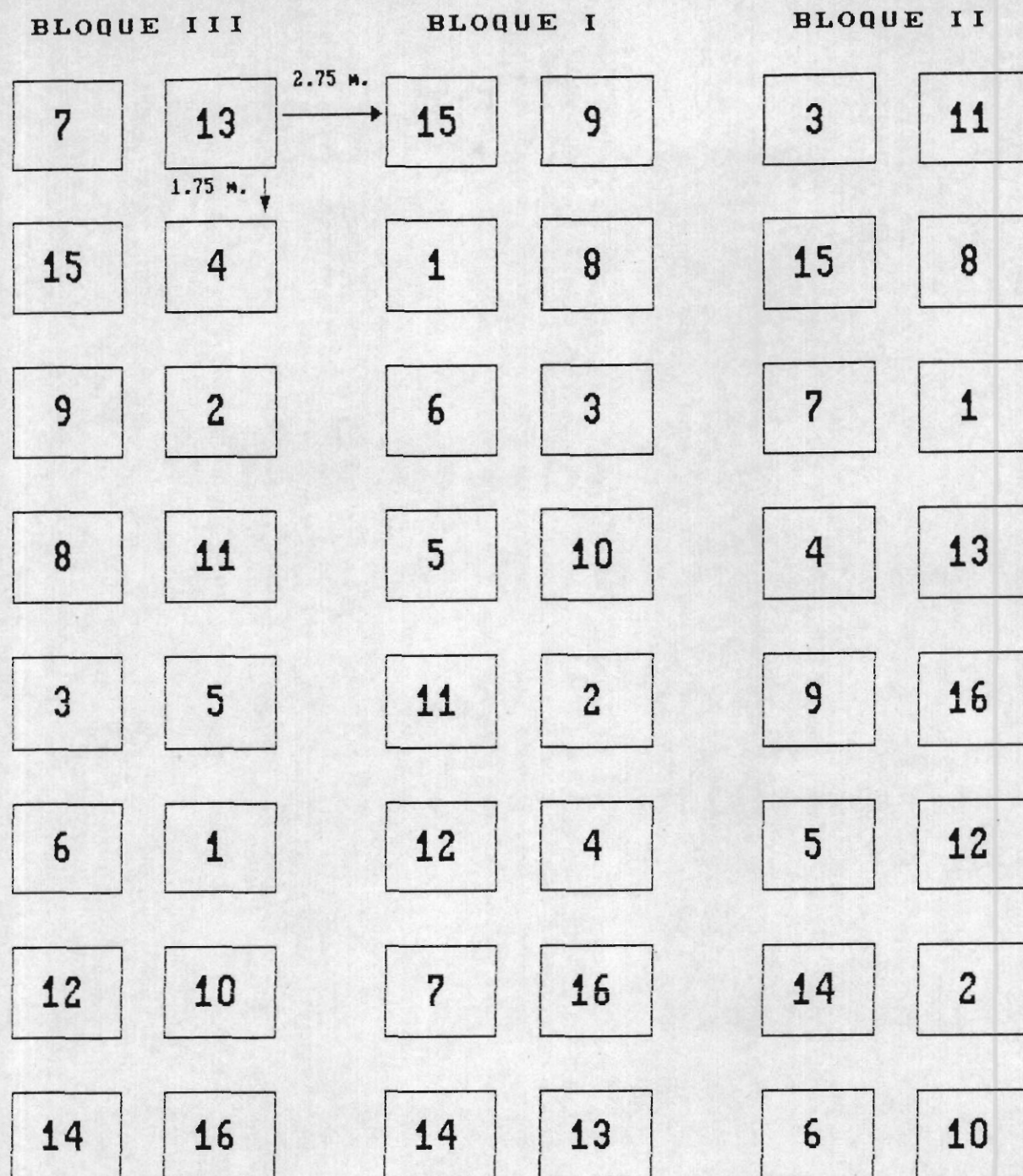


FIGURA No. 3: Distribucion de los bloques y tratamientos en el campo.



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
 SISTEMA DE BIBLIOTECAS
 PEMEROTECA
 Villavicencio - Meta

7.6.3. Variables Intervinientes

Condiciones climáticas.

Características del suelo.

Semilla de higuerilla.

Manejo del cultivo.

7.7. FERTILIZACION

7.7.1. Fertilización Variable

Las diferentes dosis de nitrógeno establecidas fueron: 0, 50, 100, y 120 Kg / ha. La fuente de Nitrógeno fué Urea del 46% .

7.7.2. Fertilización Constante

Incluyó la aplicación de 740 kg de cal dolomita por hectárea, suministro de fósforo en dosis de 70 kg de P_2O_5 por hectárea; y la aplicación de 70 kg de K_2O /ha. Como fuentes de potasio y Fósforo se utilizaron Cloruro de Potasio y Super fosfato triple. Los anteriores valores fueron iguales para todos los tratamientos.

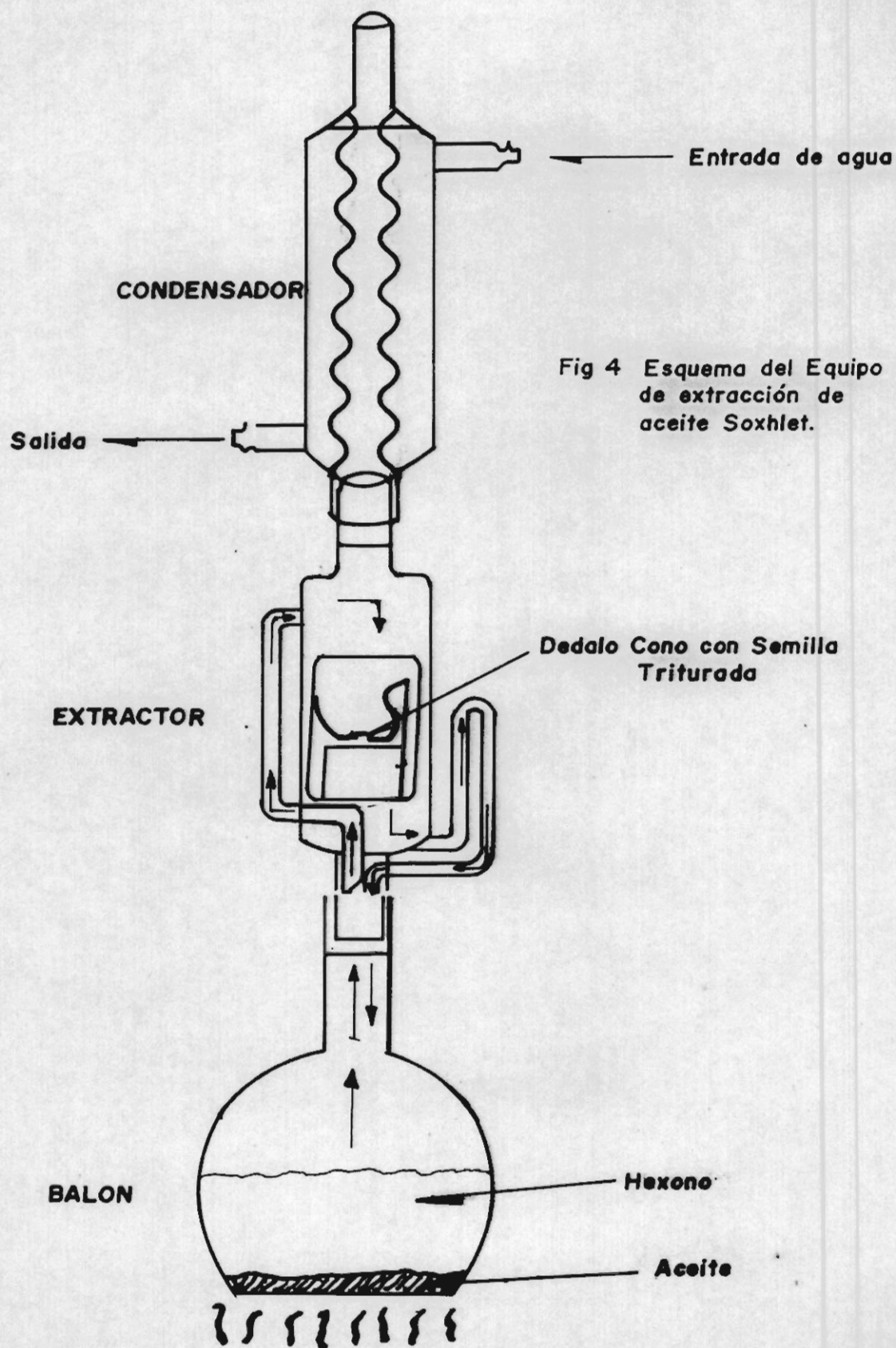
7.8. PROCEDIMIENTO PARA EXTRACCION DE ACEITE

La extracción se hizo por procedimientos químicos utilizando

como disolvente el n-hexano.

El sistema utilizado fué el Soxhlet el cualse describe a continuación: Se macera una muestra de aproximadamente 15 gramos y se llevaron a un dedal o "cono" de papel filtro y se colocaron en el extractor Soxhlet.

En el balón se depositaron 100 cc de n-hexano, se aclopan el extractor y el condensador y se le suministró el fluido de agua (ver figura 4), al mismo tiempo que se conecta la estufa para que caliente a 70°C . La muestra se sometió a extracción continua por un período de 2 1/2 horas, al cabo del cual ya se había extraído el 95% de aceite de la muestra. Posteriormente se obtuvo una mezcla de hexano-aceite; este último se separó sacando la muestra del equipo y haciendo el mismo procedimiento anterior, hasta que el aceite quedo en el balón y el solvente en el extractor.



B. PRACTICAS CULTURALES

El primer paso realizado fue la ubicación y delimitación del terreno en predios de la Hacienda Campo Alegre, en la Vereda de Catama.

Posteriormente se procedió con la labor de preparación del terreno, la cual incluyó un pase de arado y tres de rastrillo.

Después de la primera rastrillada se aplicó la dosis recomendada de cal dolomita, incorporándola con la segunda rastrillada; el último paso de rastrillo se efectuó con el objeto de dar mejores condiciones edáficas a la semilla.

Una vez listo el terreno se procedió a demarcar bloques y parcelas; seguido de la adecuación de drenajes necesarios debido a la alta susceptibilidad de la higuierilla al encharcamiento y a las fuertes precipitaciones que se podrían presentar en la época de desarrollo del cultivo.

La siembra se realizó el 8 de Abril siendo de dos semillas por sitio, en forma manual labor en la que se tuvo especial cuidado en el distanciamiento entre sitios de siembra para cada parcela, pues, de ella dependía el éxito de la futura densidad de plantas por hectárea; los espaciamientos utilizados fueron

de 0.8, 1.0, 1.2, y 1.5 metros entre planta y entre surcos.

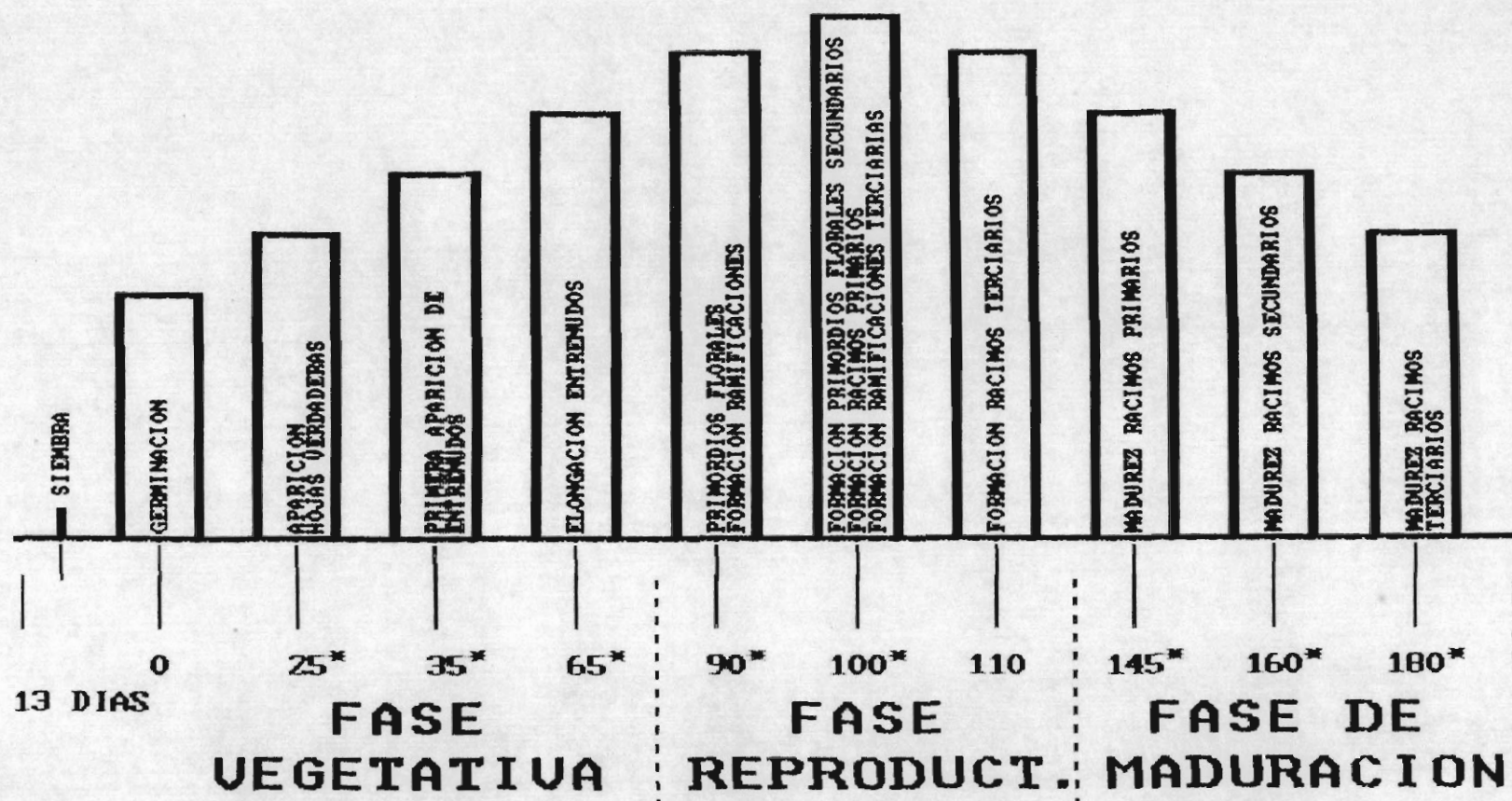
A los catorce días después de la siembra (22 de abril) hubo germinación en un 70%, haciéndose prioritaria una resiembra.

El control de malezas se realizó en forma química y manual. En la Química se usó los preemergentes Lazo mas Sencor en las dosis de 4 Lt/Ha y 0.6 Kg/Ha. respectivamente. El control manual se efectuó a los cuarenta y nueve días después de la germinación (Junio 9), llevándose simultáneamente un aporque. Cabe anotar que predominaron las malezas Brachiaria decumbens L (Brachiaria) y Mimosa pudica L (Dormidera).

La Fertilización se efectuó en forma fraccionada, en dos aplicaciones en corona, cada una del 50% de las respectivas dosis de los diferentes nutrientes; la primera a los 35 días después de la germinación (Mayo 26) y la segunda a los 65 días (Junio 25).

Se realizaron observaciones del cultivo en la fase vegetativa, reproductiva y de madurez, obteniéndose datos importantes que se presenta en la Figura No. 5.

En los racimos se detectó el hongo Fusarium sp. el cual se identificó en el laboratorio de microbiología de Unillanos, este hongo causó secamiento descendente del racimo. Para su control se aplicó: Benlate más Manzate (Curativo - Preventivo)



*
D.D.G.: DIAS DESPUES DE LA GERMINACION

FIGURA No. 5: Ciclo de vida de Higuierilla variedad
Castor Ecuatoriano. Semestre A - 90

en dosis de 200 g./Ha. de cada uno de los productos.

Se hicieron tres cosechas para la recolección de la cosecha debido a la maduración diferencial de los racimos. Las cosechas se hicieron a los 135, 175 y 195 días después de la germinación (septiembre 22, octubre 12 y noviembre 2 respectivamente). El descascar de los frutos no dehiscentes se hizo en forma manual.

A continuación se tomaron muestras representativas de cada tratamiento para realizar el análisis de porcentaje de de aceite en los laboratorios de Univalma de los Llanos S.A., peso de cien semillas y producción por hectárea.

Como última labor de campo se procedió a tomar muestras de suelos para efectuarles un análisis químico y conocer el estado físico de algunos parámetros como relación Calcio - Magnesio, Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

9. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados finales de esta investigación, correspondientes al efecto de diferentes dosis de nitrógeno y algunas densidades de siembra en la producción de racimos por planta, peso de cien semillas, rendimiento de semilla por hectárea y porcentaje de aceite, se presentan en la tabla 4 del anexo.

9.1 EFECTO DEL NITROGENO

9.1.1. EFECTO EN EL NUMERO DE RACIMOS

En términos generales, según la tabla 5 del anexo, donde se presenta el número de racimos por planta en las diferentes dosis de Nitrógeno, se observa que a medida que aumenta la cantidad de Nitrógeno el número de racimos aumenta. Esto lo confirma el análisis de varianza, de la tabla 6 el cual reporta diferencia significativa; aún así, las diferencias de número de racimos por planta son relativamente pequeños, siendo de 5.5 racimos por planta para la dosis 1 ó sea cero (0) Kg. de Nitrógeno por hectárea y 8.5 racimos por planta para la dosis 4 ó sea 120 Kg. de Nitrógeno por Ha., dando una diferencia de 3 racimos más respecto del testigo.

El comportamiento del número de racimos por planta Vs. diferentes dosis de Nitrógeno se puede ver más claramente en la figura No. 6. (pag 43) donde existe tendencia a aumentar el número de racimos cuando se aumenta las dosis de Nitrógeno.

TABLA 6

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NUMERO DE RACIMOS POR PLANTA
USANDO DIFERENTES DOSIS DE NITROGENO Y DENSIDADES DE SIEMBRA.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRA- DO MEDIO	F CALCULADO	F TABLA
REPLICACIONES	2	1.164	0.582	0.2172	2.32
DOSIS NITROG.	3	60.930	20.310	7.5773	2.92 5%
DENS. SIEMBRA	3	10.256	3.419	1.2755	2.92 N.S
N * DENS. SIEMBRA	9	48.631	5.403	2.0159	2.21 N.S
ERROR	30	80.412	2.680		
TOTAL	47	201.394			

5%: SIGNIFICATIVO ESTADISTICAMENTE AL 5%

N.S: NO SIGNIFICATIVO AL 5%

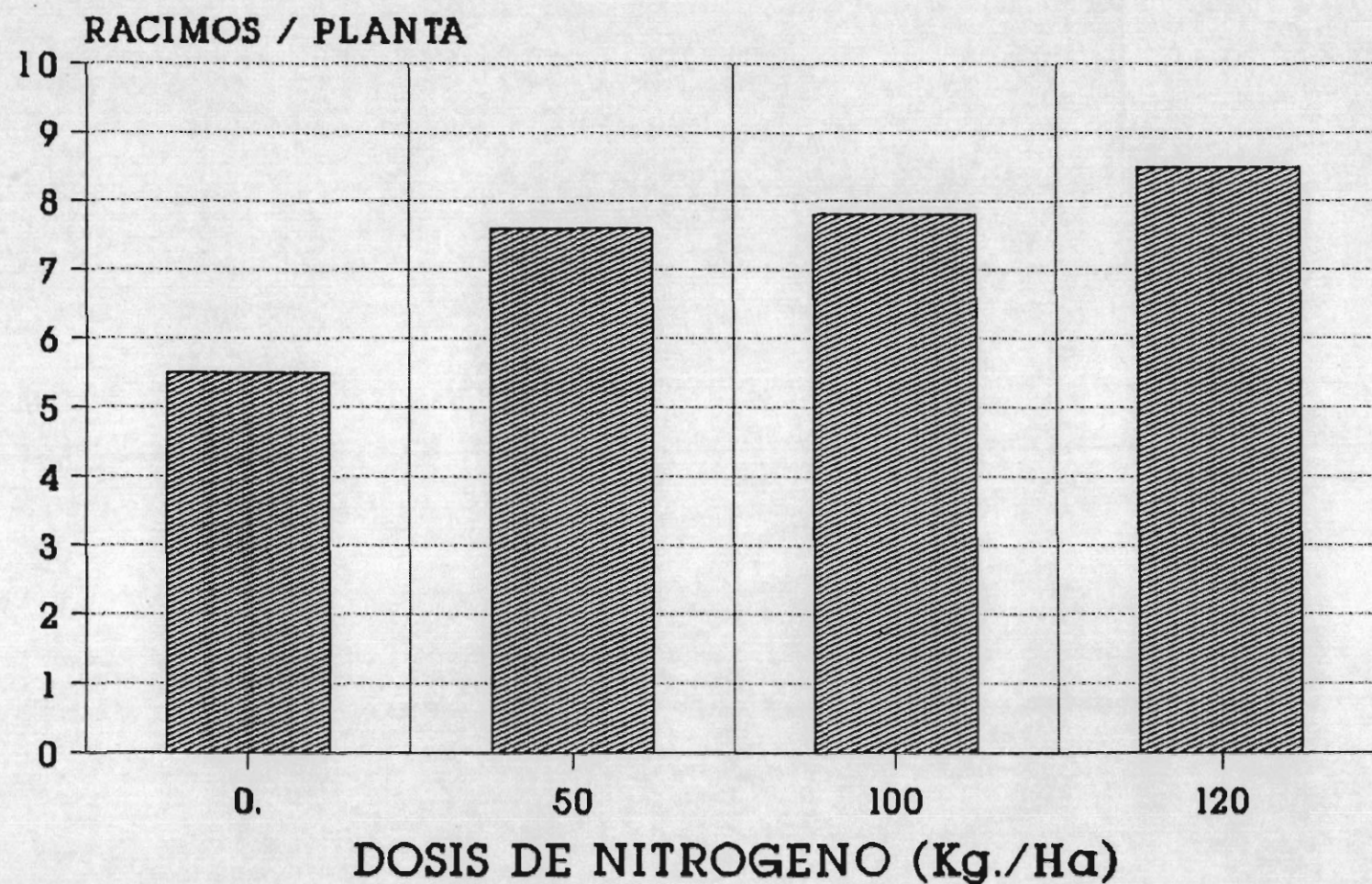


FIGURA No. 6: Comportamiento del Número de racimos por planta con diferentes dosis de Nitrógeno.

2.1.2. EFECTO EN EL PESO DE CIENTO SEMILLAS

En lo que respecta al peso de cien semillas, el Nitrógeno no influyó en él. El análisis de varianza de la tabla 7 no muestra diferencia significativa al nivel del 5% entre las diferentes dosis de Nitrógeno observadas en el ensayo.

Acorde con la tabla 2 del anexo y la figura No. 7 que se presenta a continuación, tenemos que las diferencias de los pesos de cien semillas para los diferentes niveles de Nitrógeno, es mínima y no conserva ninguna relación con el aumento de dosis de Nitrógeno, sin embargo para la dosis de 100 Kg.N por Ha. se presenta el valor mas bajo frente a los otros niveles de Nitrógeno.

2.1.3. EFECTO EN LA PRODUCCION DE SEMILLA

En el caso de la producción de semilla por hectárea, los resultados no presentan diferencia significativa estadísticamente tal como lo muestra el Análisis de Varianza en la Tabla 9.

TABLA 7

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PESO DE 100 SEMILLAS USANDO
DIFERENTES DOSIS DE NITROGENO Y ALGUNAS DENSIDADES DE SIEMBRA.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALC.	F TABLA
REPLICACIONES	2	42.221	21.110	0.9372	3.32
DOSIS NITROGENO	3	60.241	20.082	0.8916	2.92 NS
DENS. SIEMBRA	3	64.812	21.604	0.9591	2.92 NS
N * DENS. SIEMBRA	9	87.576	9.731	0.4320	2.21 NS
ERROR	30	675.724	22.524		
TOTAL	47	930.578			

NS : NO SIGNIFICATIVO AL 5%

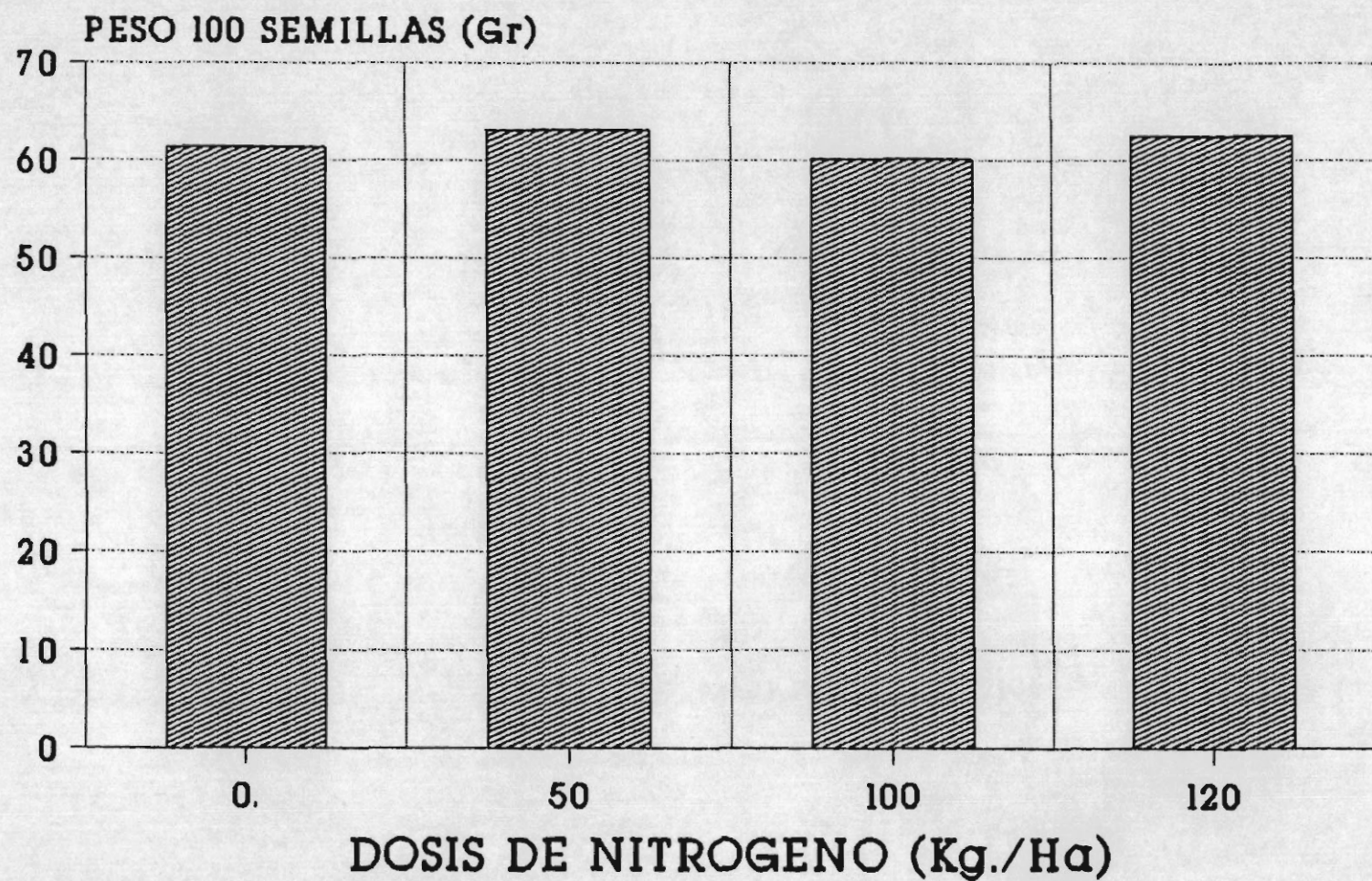


FIGURA No. 7: Comportamiento del peso de 100 semillas con diferentes dosis de Nitrógeno.

TABLA 9

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA PRODUCCION DE SEMILLA (TON/HA.)
UTILIZANDO DIFERENTES DOSIS DE NITROGENO Y DENSIDADES DE
SIEMBRA.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALC. TABLA	F
REPLICACIONES	2	2.002	1.001	2.5110	3.32
DOSIS NITROG.	3	2.964	0.988	2.4774	2.92 NS
DENS. SIEMBRA	3	15.271	5.090	12.7658	2.92 **
N * DEN.SIEMBRA	9	7.937	0.549	1.3757	2.21 NS
ERROR	30	11.962	0.399		
TOTAL	47	37.137			

** : Altamente significativo al nivel del 5%

NS : No significativo

Esta situación se observa más claramente en la tabla 10 del anexo y figura No. 8 (pag 49), donde se tiene que para la dosis baja y alta de Nitrógeno se presentan los valores más pequeños de producción 1.22 y 1.68 ton./Ha. respectivamente, mientras que para niveles intermedios de Nitrógeno se observa el valor más alto de producción de semilla 1.83 Ton/Ha.

Lo anterior pudo presentarse porque en la dosis baja existió deficiencia del elemento y para el caso de la dosis alta pudo haber un exceso de Nitrógeno que motivó a la planta a un desarrollo vegetativo. En el caso de las dosis intermedias, se puede pensar que son niveles agronómicos aceptables en cuanto a producción de semilla se refiere; sin embargo es aconsejable observar el comportamiento de la hiquerilla, con dosis diferentes a las empleadas en el experimento que pueden ser mayores de 120 kg N/Ha. o tomando rangos intermedios entre 50 y 100 Kg N/Ha.

9.1.4. EFECTO EN EL PORCENTAJE DE ACEITE

Haciendo referencia al porcentaje (%) de aceite de la semilla, se tiene que hubo diferencia significativa al nivel del 5% entre las diferentes dosis de Nitrógeno tal como se muestra en la tabla 11.

Lo anterior se corrobora en la tabla 12 del anexo y figura No.

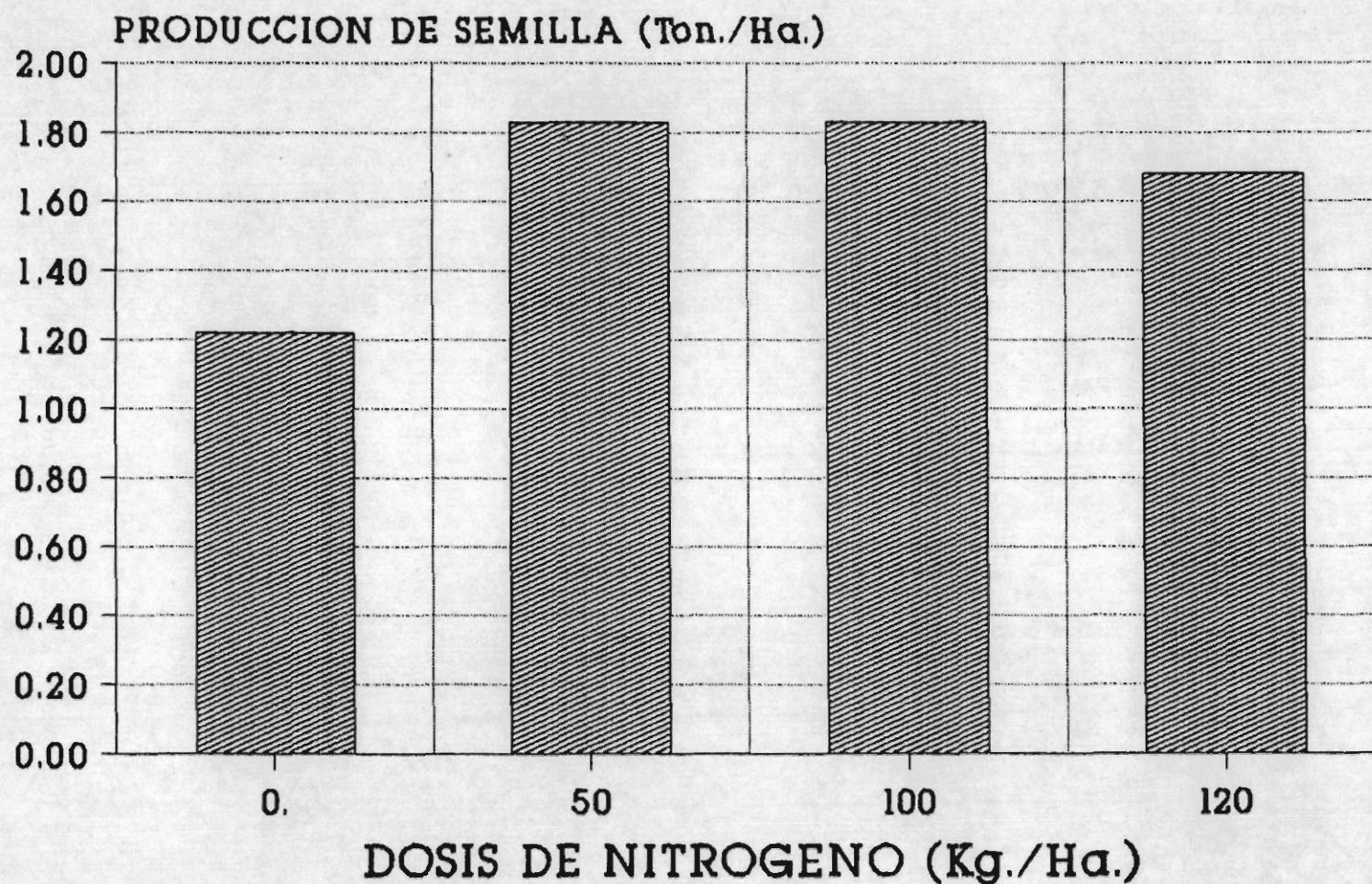


FIGURA No. 8: Comportamiento de la producción de semilla con diferentes dosis de Nitrógeno

TABLA 11

ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE ACEITE USANDO DIFERENTES
DOSIS DE NITROGENO Y DENSIDADES DE SIEMBRA.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRA- DO MEDIO	F CALCULADO	F TABLA
REPLICACIONES	2	77.495	38.748	2.4155	3.39
DOSIS NITROG.	3	162.930	54.310	3.3857	2.92 *S
DENS. SIEMBRA	3	16.033	5.344	0.3332	2.92 N.S.
N * DENS. SIEMBRA	9	39.952	4.439	0.2767	2.21 N.S.
ERROR	30	481.231	16.041		
TOTAL	47	777.641			

NS: No significativo.

*S: Significativo al 5%

2 donde con la dosis de 50 Kg. de N/Ha se presentó el valor más alto de extracción (41.29%), seguido de la dosis de 120 Kg. de N/Ha con un valor de 39.98% . Para los niveles de 0 y 100 Kg. de N/Ha se presentan los valores más bajos de extracción (37.02% y 37.12% respectivamente), ó sea que cuando se aplican cantidades por debajo de 50 Kg. de N/Ha hay tendencia a presentar valores bajos de extracción al igual que para dosis que lleguen hasta 100 Kg. de N/Ha, sin embargo al aproximarse a niveles de 120 Kg. de N/Ha hay tendencia a volver a recuperar puntos en la curva de extracción, pero no lo suficiente para igualar los valores de 50 Kg. de N/Ha. Este mismo fenómeno se presenta en el rendimiento por hectárea donde los valores conservan la misma tendencia.

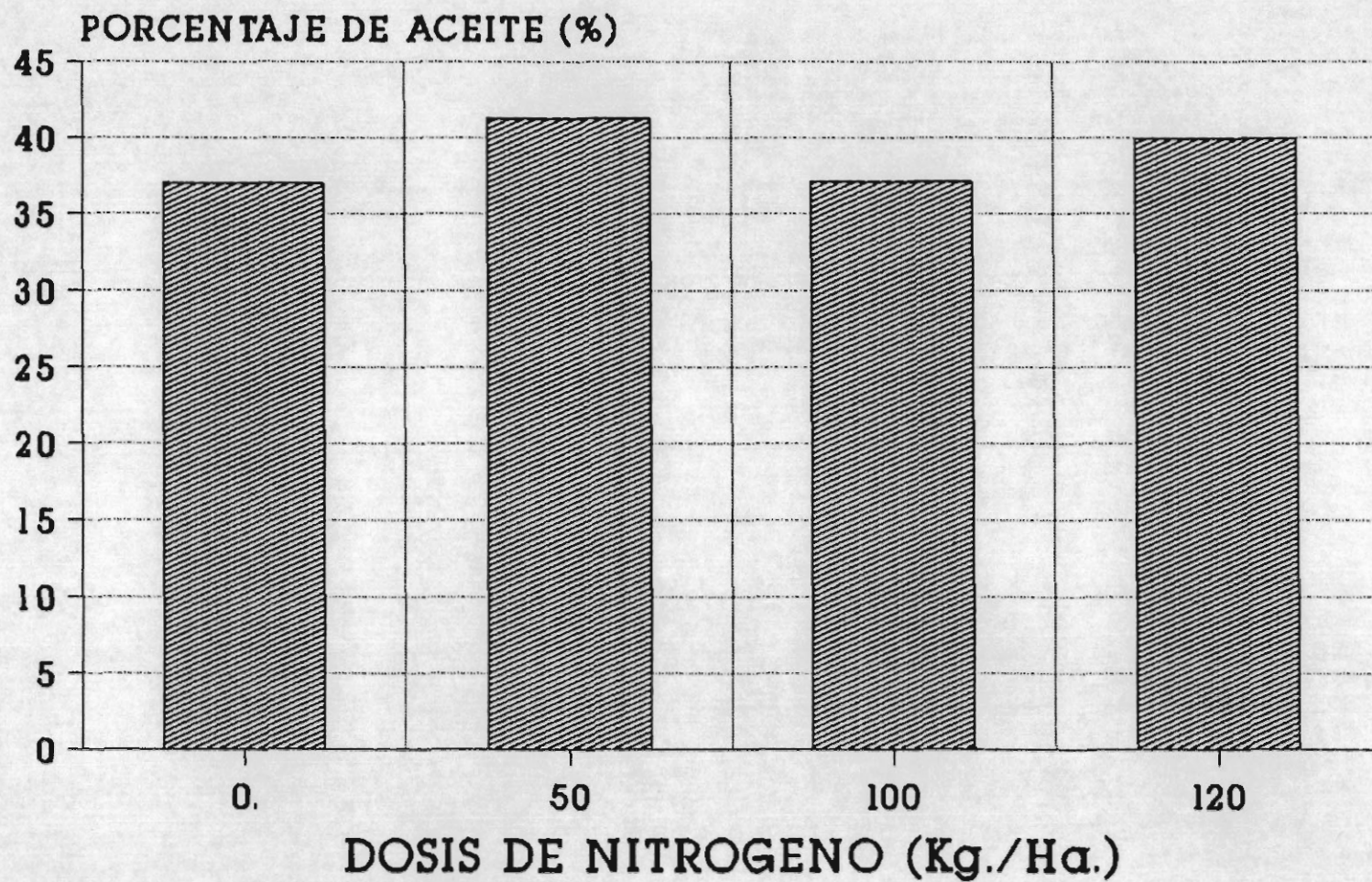


FIGURA No. 9: Comportamiento del porcentaje de aceite con diferentes dosis de Nitrógeno

9.2. EFECTO DE LAS DENSIDADES DE SIEMBRA

9.2.1 EN EL NUMERO DE RACIMOS

Para las densidades de siembra ocurre una situación diferente a la presentada para el NITROGENO; en este caso no hay diferencia significativa entre los tratamientos, como lo muestra el análisis de varianza de la Tabla 6.

Los resultados de la tabla 13 del anexo muestran que los valores más bajos de número de racimos 7.0 y 6.9 se presentan con las densidades más altas por hectárea. (D1: 15625 pl/Ha y D2: 10000 pl/Ha respectivamente); el mayor número de racimos (8) por planta se presenta para la densidad D3: 6944 pl/Ha y baja nuevamente (7.4 racimos) al presentarse una menor densidad (D4: 4666 pl/Ha.).

Existe aumento del número de racimos por planta cuando el número de plantas por hectárea es menor ó sea una correlación de carácter negativo partiendo de siete racimos para una densidad de D1: 15625 pl/Ha. hasta 7.4 racimos a una densidad de D4: 4666. Aún así como se mencionó anteriormente esta diferencia no es significativa. Esta situación se ve claramente en la Figura No. 10.

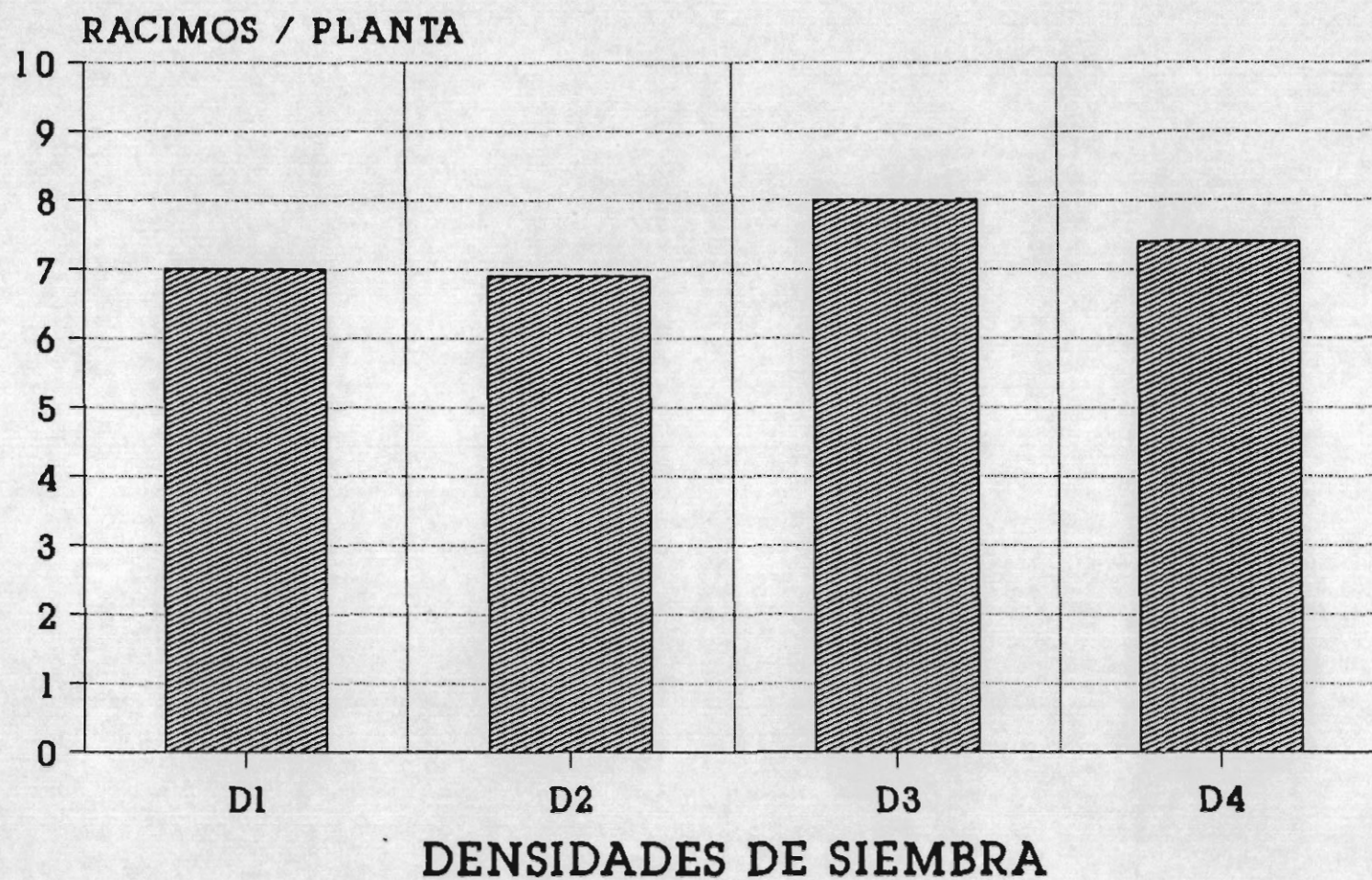


FIGURA No. 10: Comportamiento del Número de racimos por planta con densidades de siembra.

9.2.2. EFECTO EN EL PESO DE CIEN SEMILLAS

En el caso del peso de 100 semillas se presenta una situación similar al efecto producido por el Nitrógeno, pues los resultados para las densidades evaluadas, no presentan diferencia significativa al nivel del 5% como lo muestra el análisis de varianza de la tabla 7.

Sin embargo, a pesar que los resultados no presentan una diferencia notoria, sí se manifiesta una tendencia a disminuir el peso de 100 semillas a medida que disminuye la densidad de plantas por hectárea, es decir que para D1: 15625 pl/Ha. hasta D3: 6944 pl/Ha. se obtuvieron pesos de 63, 62 y 60 Grs. respectivamente; pero al bajar mas de esta densidad vuelve a aumentar el peso (61 gr.) sin que llegue a ser igual al valor de la primera densidad; dicha situación se complementa más al observar la tabla 14 del anexo y la Figura No. 11 de la pagina 56

9.2.3. EFECTO EN LA PRODUCCION DE SEMILLA

Los resultados de la producción de semilla para las densidades evaluadas presentan una diferencia significativa al nivel del 5% como se observa en la tabla 9, caso contrario al ocurrido con el Nitrógeno.

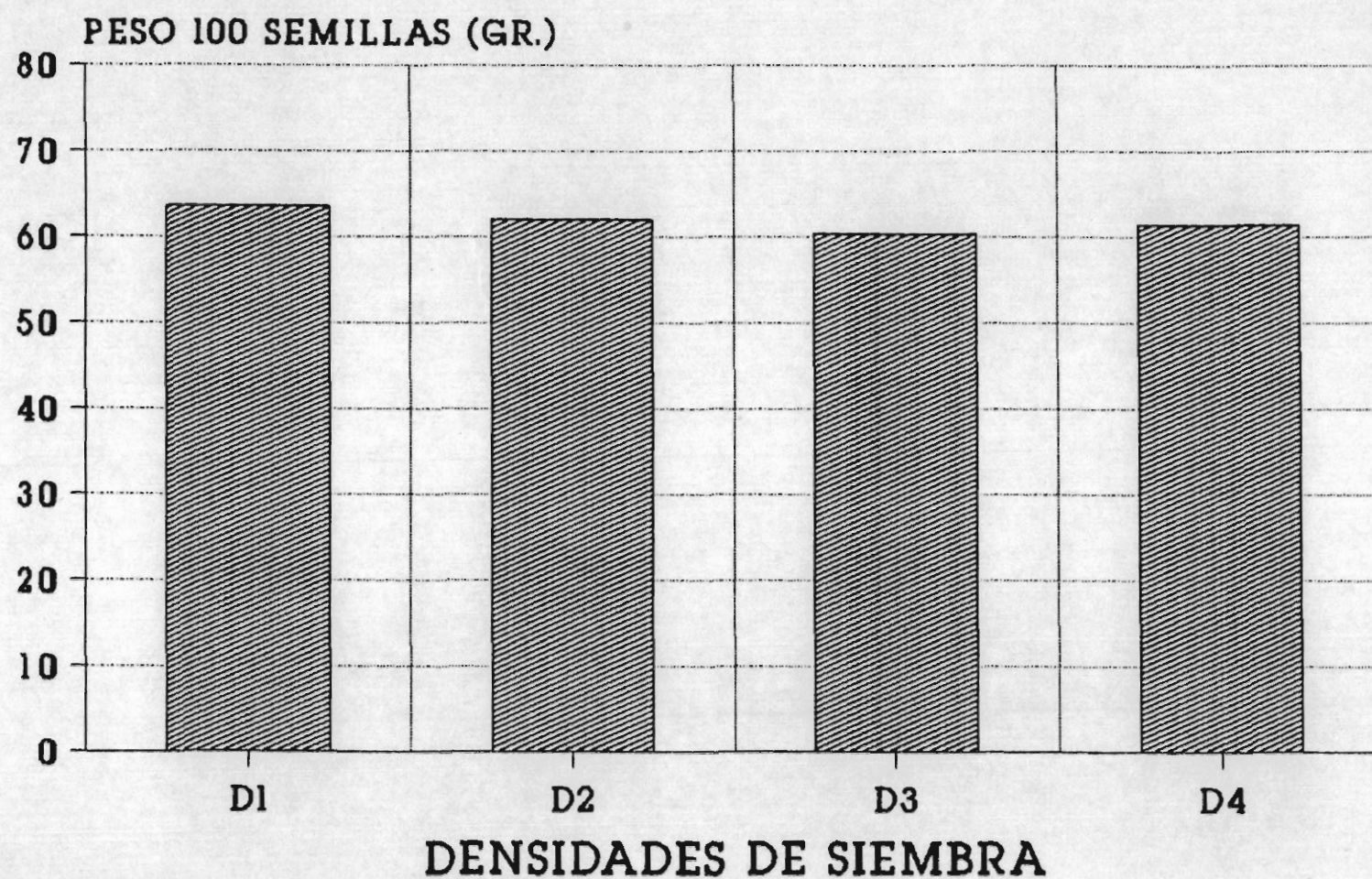


Figura No. 11: Comportamiento del peso de 100 semillas con densidades de siembra

La tendencia que se observa en la producción de grano es de disminuir a medida que el número de plantas por hectárea es menor tal como se observa en la tabla 15 del anexo, donde el mayor valor 2,46 ton/Ha corresponde a D1: 15625 pl/Ha; y el menor valor 0,88 ton/Ha se presenta cuando solo hay D4: 4666 pl/Ha. Sin embargo, a pesar de que la tendencia general sea la de disminuir la producción de semilla, al disminuir el número de plantas por hectárea se presenta la situación que en D3: 6944 pl/Ha, se produce 1.69 ton/Ha y la D2: 10000 pl/Ha, solo produjo 1.52 ton/Ha, pero al compararla con la D1: 15625 pl/Ha, que produce 2.46 ton/Ha, sigue siendo bastante menor la producción por hectarea de la densidad más baja. Esta situación se observa más claramente en la figura No. 12 y tabla 15 del anexo. Las producciones altas por hectárea cuando las distancias de siembra son cortas son pueden ser debidas al mayor número de plantas por hectárea o sea mayor número de racimos por unidad de área.

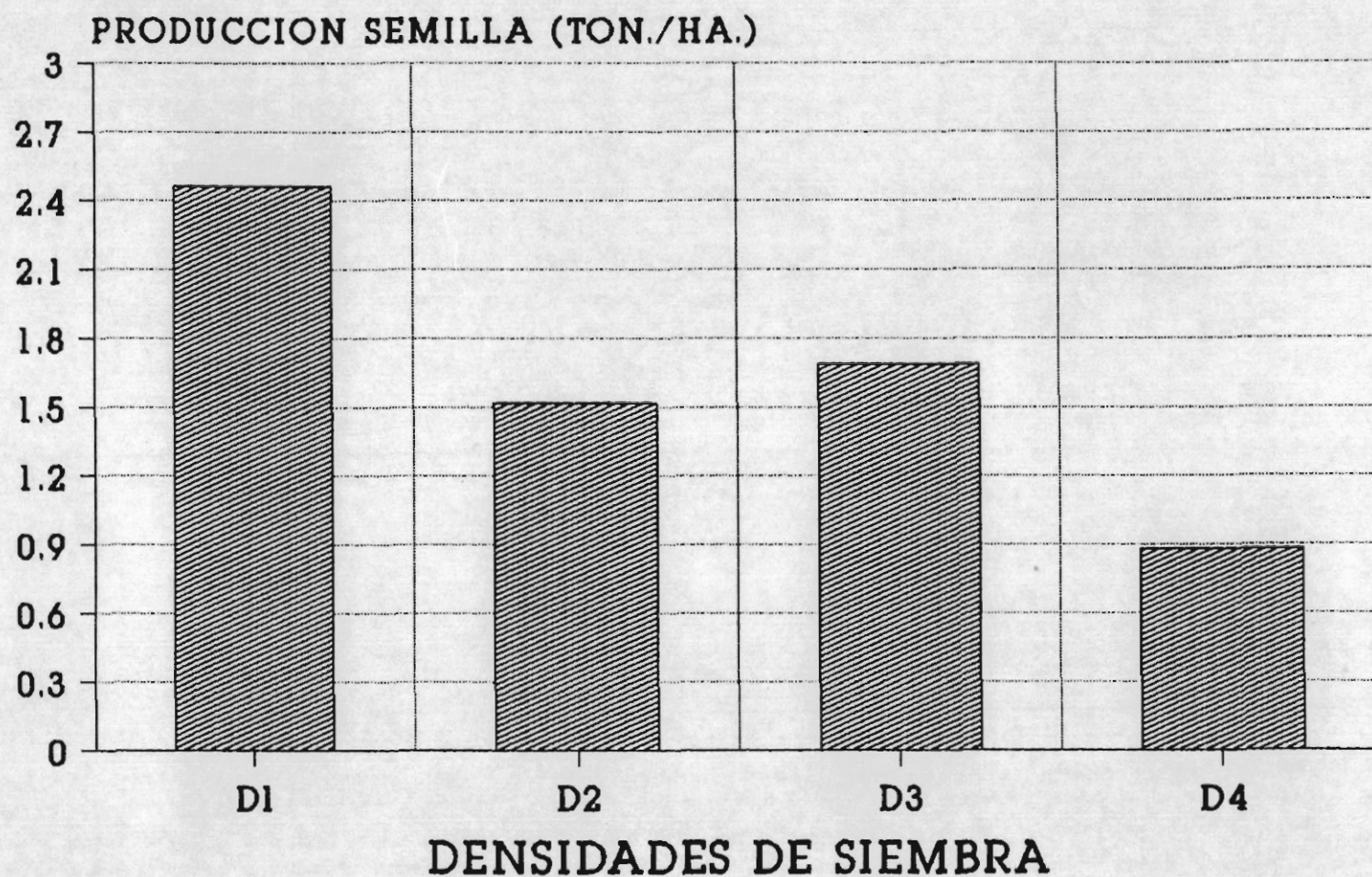


Figura No. 12: Comportamiento de la producción de semilla con densidades de siembra.

9.2.2. EFECTO EN EL PORCENTAJE DE ACEITE

En general el porcentaje de aceite tiende a disminuir a medida que disminuye el número de plantas por hectárea; pero la diferencia que se presenta entre los resultados de porcentaje de extracción no alcanza a ser significativa al nivel del 5% como se presenta en la tabla 14.

Los mejores porcentajes de aceite 39.63% y 39.11%, se presentan para las densidades D1: 15625 pl/Ha y D2: 10000 pl/Ha, respectivamente; y los valores más bajos 38.26% y 38.73%, se obtienen cuando las densidades de siembra corresponden a D3: 6944 pl/Ha. y D4: 4666 pl/Ha., situación que se observa en la tabla 16 del anexo y figura No. 13, pag. 60. Sin embargo, las diferencias presentadas en cada uno de los valores es muy pequeña para asegurar una tendencia marcada.

9.3. EFECTO DE LA INTERACCION NITROGENO - DENSIDADES

9.3.1. EFECTO EN EL NUMERO DE RACIMOS

Tal como se muestra en la tabla 5 la interacción dosis de Nitrógeno por densidad de siembra, estadísticamente no muestran diferencia significativa al 5% en cuanto al número de racimos.

El número de racimos no presenta tendencia definida, sin embargo

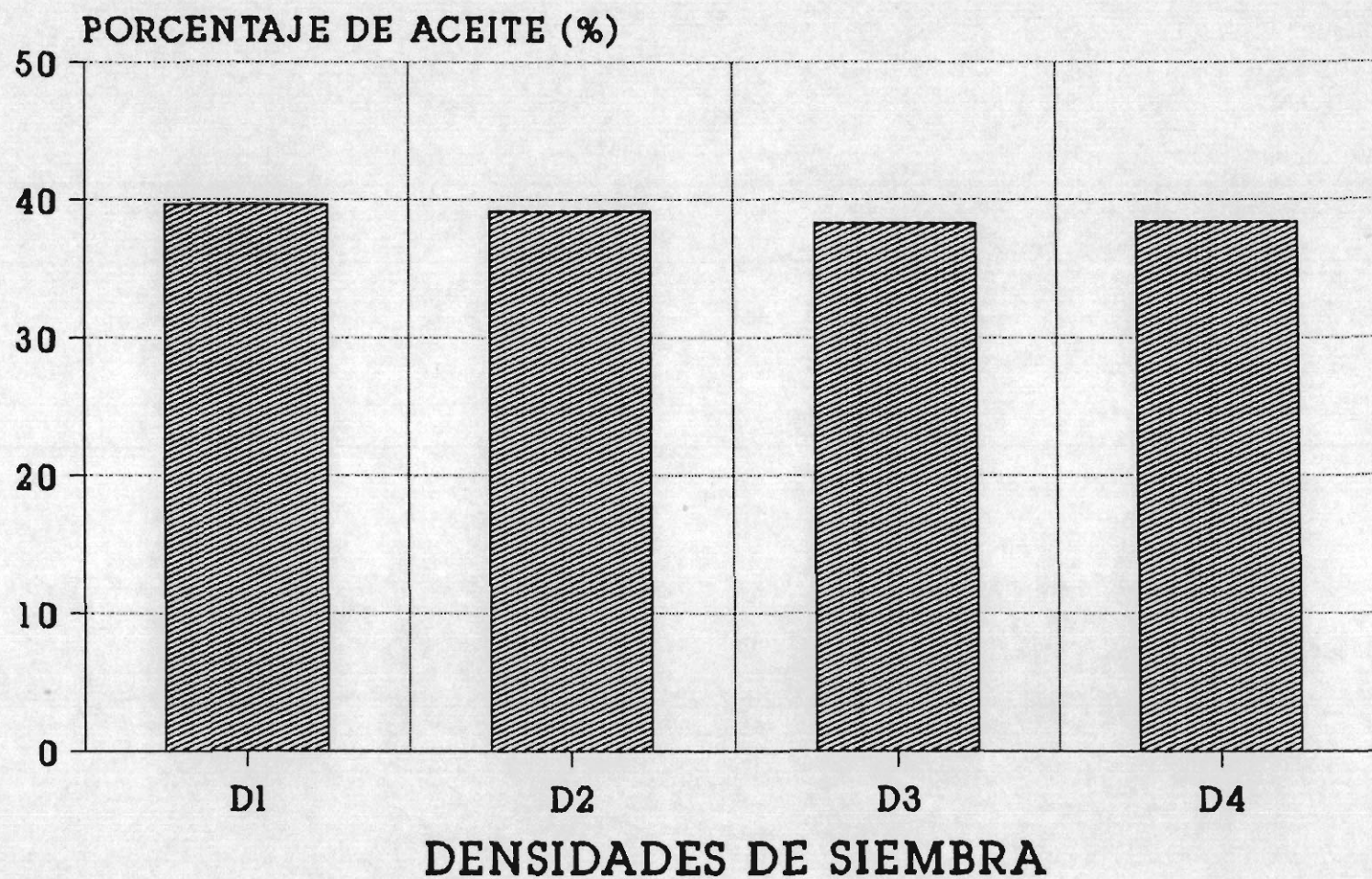


Figura No. 13: Comportamiento del porcentaje de aceite con densidades de siembra

tiende a aumentar a medida que disminuye la densidad de plantas por hectárea y aumenta la dosis de Nitrógeno por hectárea.

En las Figuras 14 y 15 se observa que para N4 (120 kg/Ha) combinado con D3 (6944 pl/Ha) y D4 (4666 pl/Ha) se presentan los valores más satisfactorios agrónomicamente con relación a las demás combinaciones. Los datos correspondientes a estas figuras aparecen en la tabla 4 del anexo.

9.3.2. EFECTO EN EL PESO DE 100 SEMILLAS

Los resultados del análisis de varianza de la tabla 7 para el peso de 100 semillas no muestra diferencia significativa al nivel 5% entre las combinaciones de las diferentes dosis de Nitrógeno y las densidades de siembra.

Los valores presentados para el peso de 100 semillas tienden a ser similares a 61.82 gr. (ver tabla 4 del anexo), sinembargo el mayor valor se presenta para la combinación N3 D1 (65.06 gr.) y el más bajo de la combinación N3 D3 (57.76 gr.).

Esta situación se observa claramente en las figuras No. 16 y 17 que a continuación se presentan.

9.3.3. EFECTO EN LA PRODUCCION DE SEMILLA

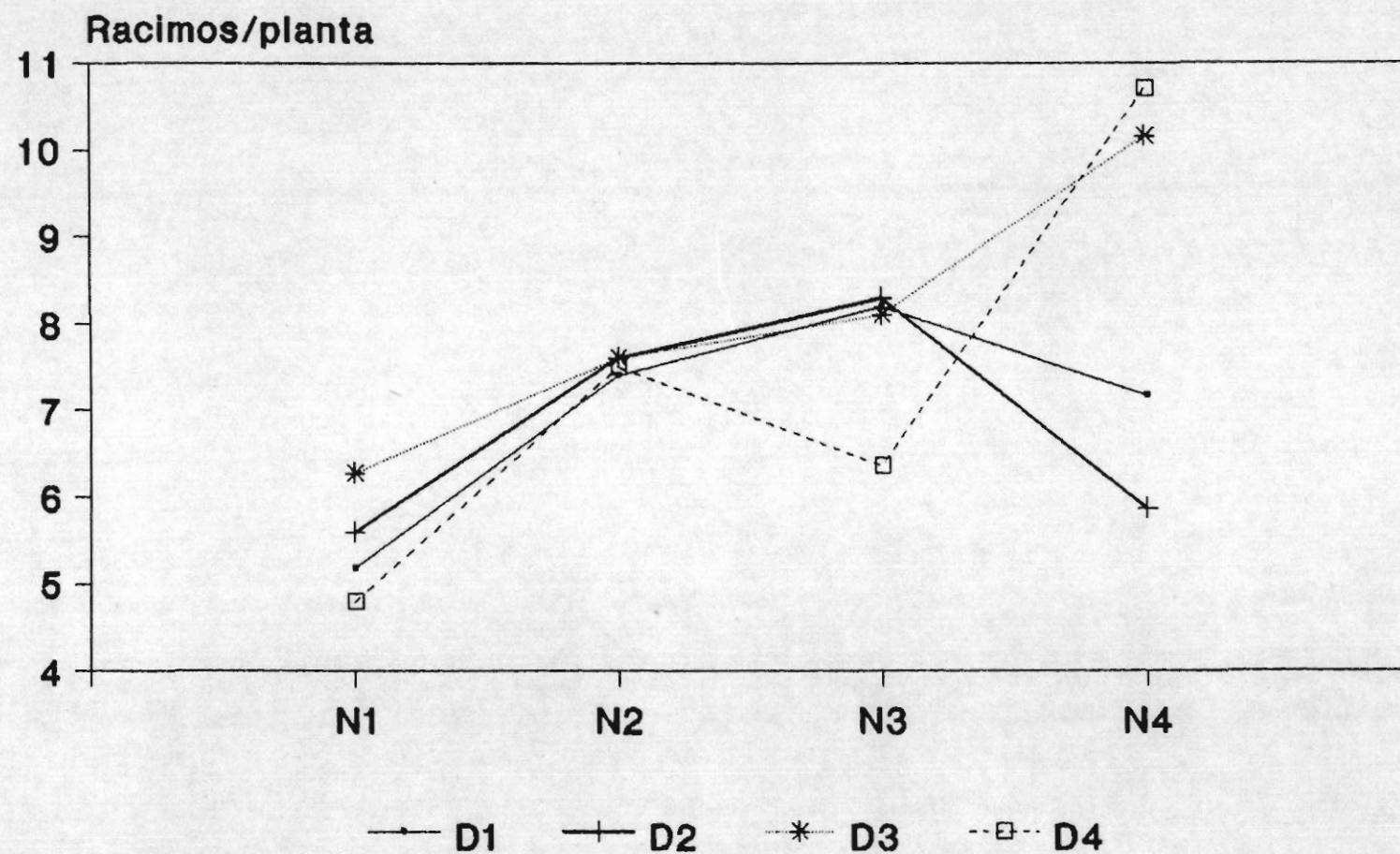


FIGURA No. 14: Tendencia del numero de racimos por planta, usando dosis de Nitrógeno y densidades de siembra

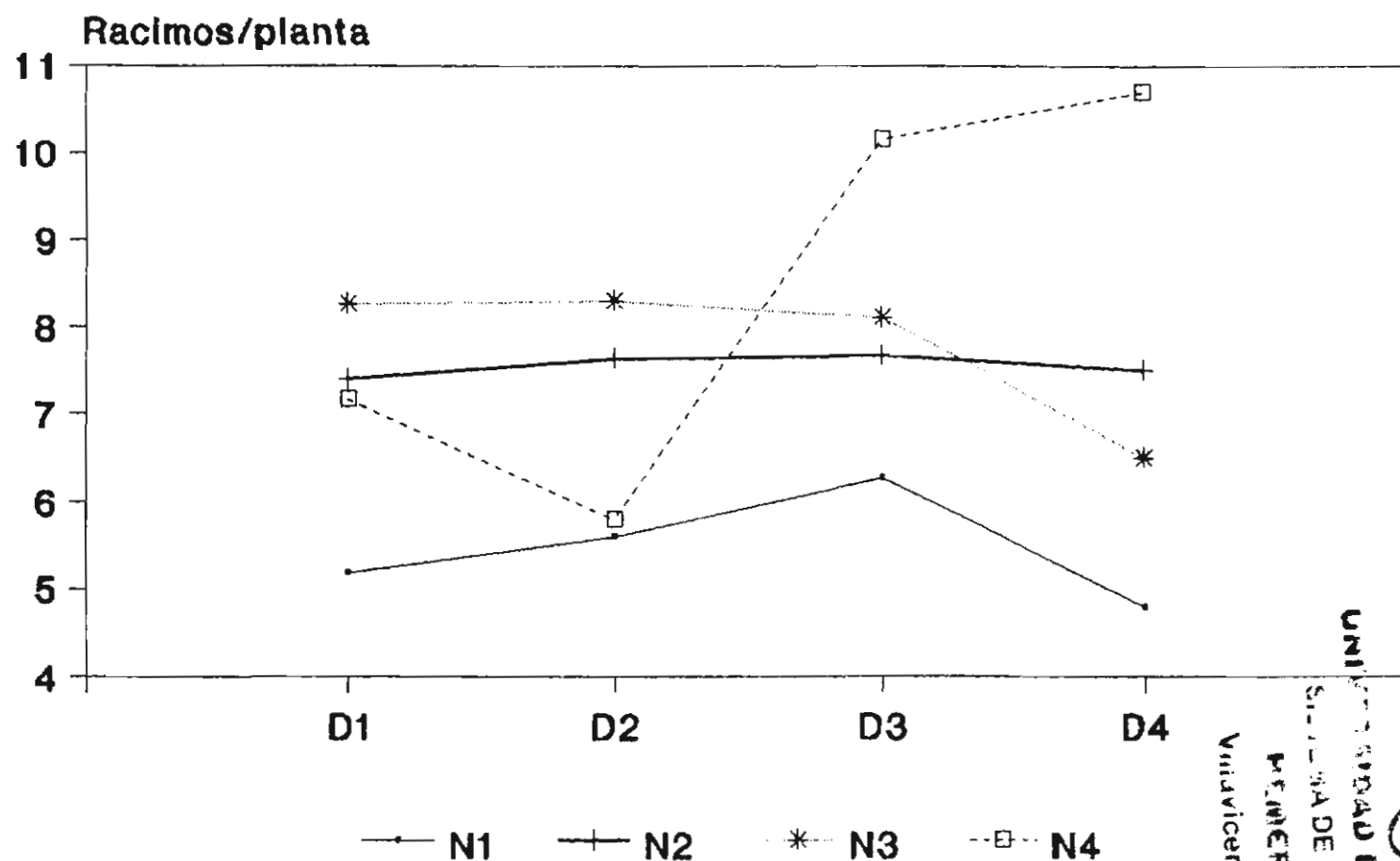


FIGURA No. 15: Tendencia del numero de racimos por planta, usando densidades de siembra y dosis de Nitrógeno.

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS
PEMEROTECA
Viduvicencio - Meta



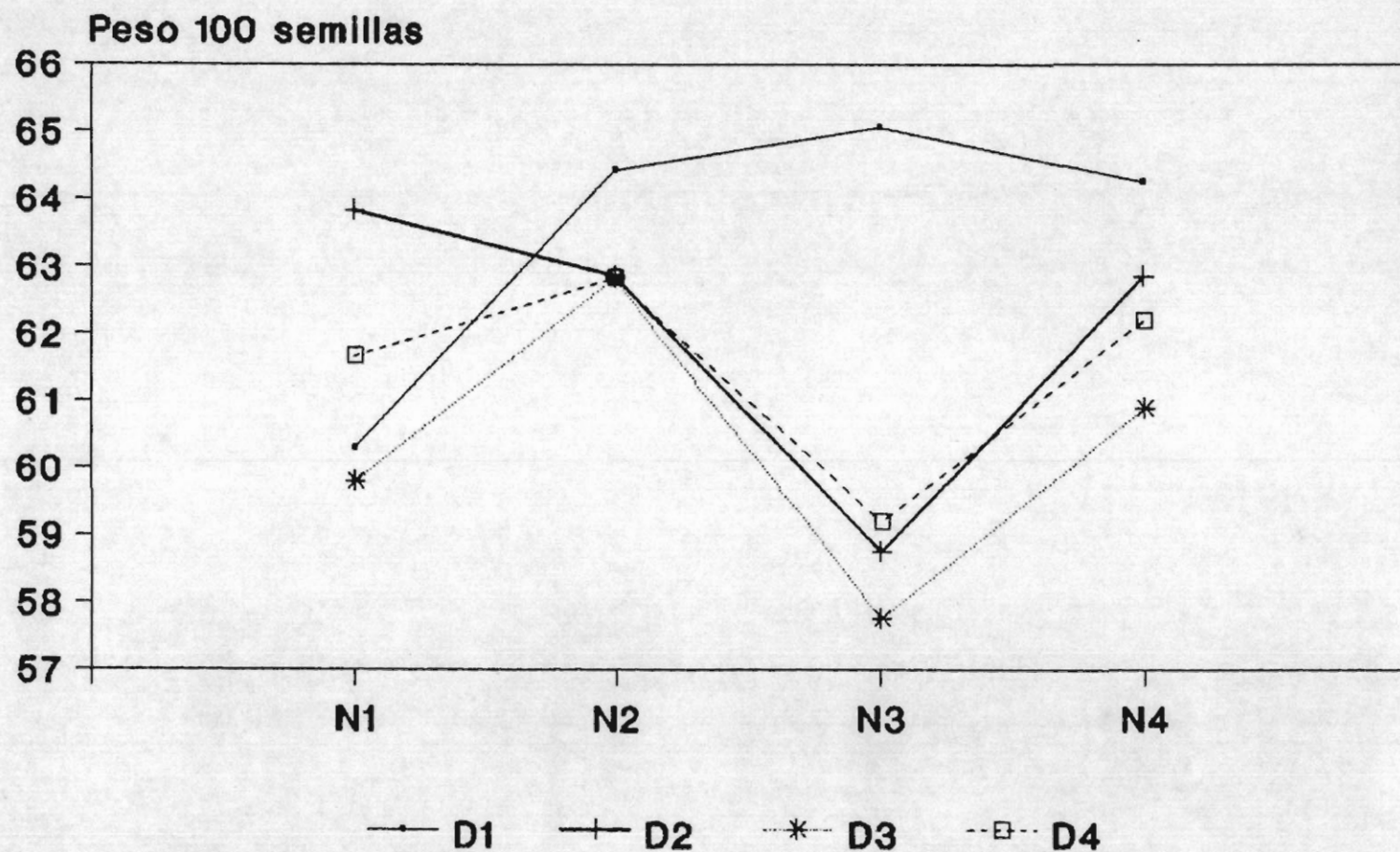


FIGURA No. 16: Tendencia del peso de cien semillas usando dosis de Nitrógeno y densidades de siembra

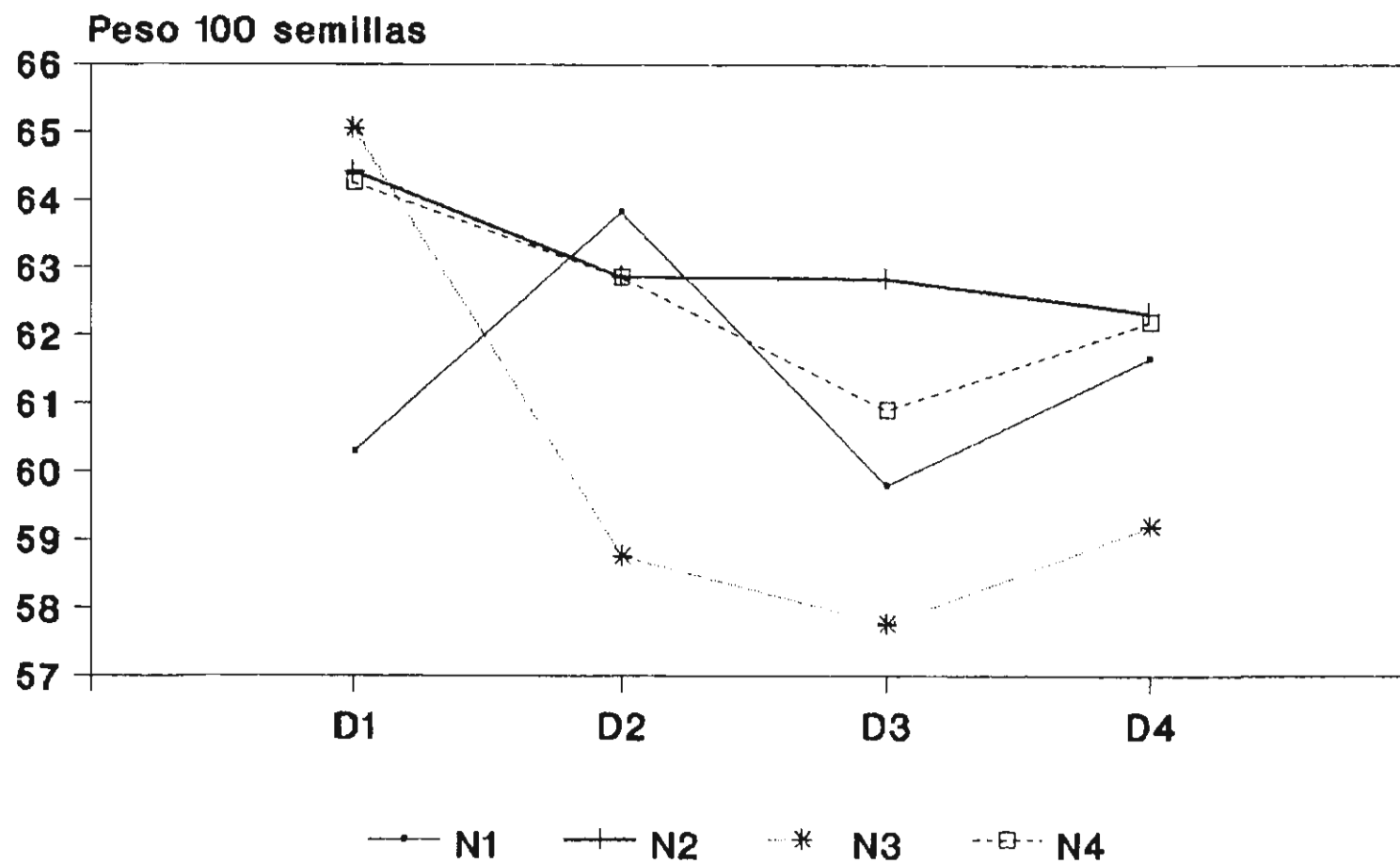


FIGURA No. 17: Tendencia del peso de cien semillas usando densidades de siembra y dosis de Nitrógeno.

La interacción Nitrógeno por densidades de siembra no mostro diferencia significativa al nivel del 5% en cuanto a la producción de semilla (Ver tabla 9).

Existe tendencia a aumentar la producción de semilla (Ton/Ha) al aumentar el número de plantas por hectárea en cualquier interacción con Nitrógeno. A pesar de que no hubo diferencia significativa, este fenómeno pudo ser debido a una mayor eficiencia en la utilización del Nitrógeno por la planta cuando existe mayor número de plantas por hectárea.

Académicamente, según las figuras 18 y 19 el valor máximo de producción de semilla (Ton/Ha) se presenta para la interacción N4 01 (2.69 Ton/Ha).

Los valores correspondientes a las figuras de. 18 y 19 aparecen en la tabla 4 del anexo.

9.3.4. EFECTO EN EL PORCENTAJE DE ACEITE

El análisis de varianza para el porcentaje de extracción de aceite no muestra diferencia significativa al nivel del 5% entre las diferentes combinaciones de la interacción Nitrógeno densidad (Ver tabla 11).

Sin embargo para N2 (50 Kgs N/Ha) en combinación con cualquier

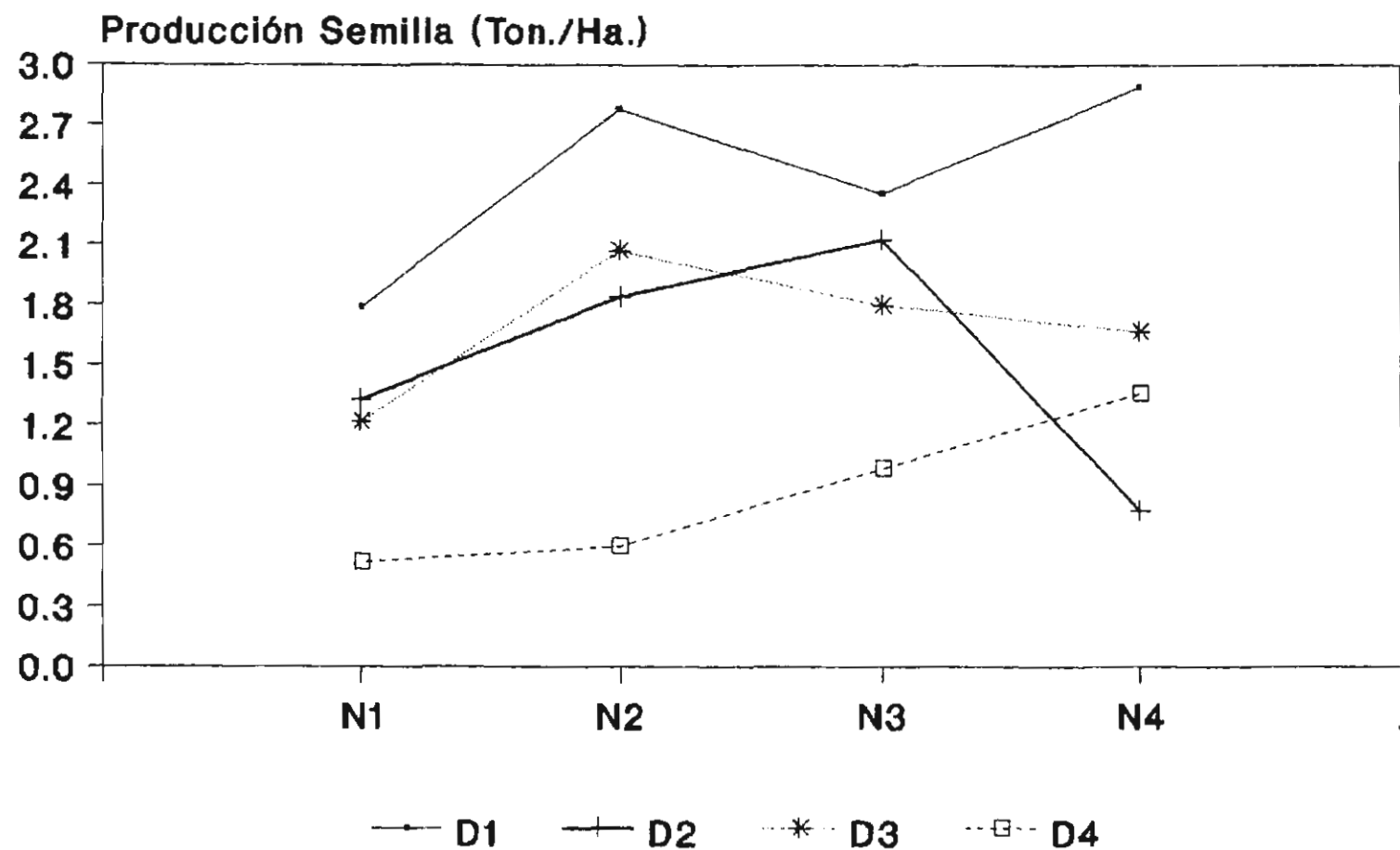


FIGURA No. 18: Tendencia de la Producción de semilla usando dosis de Nitrógeno y Densidades.

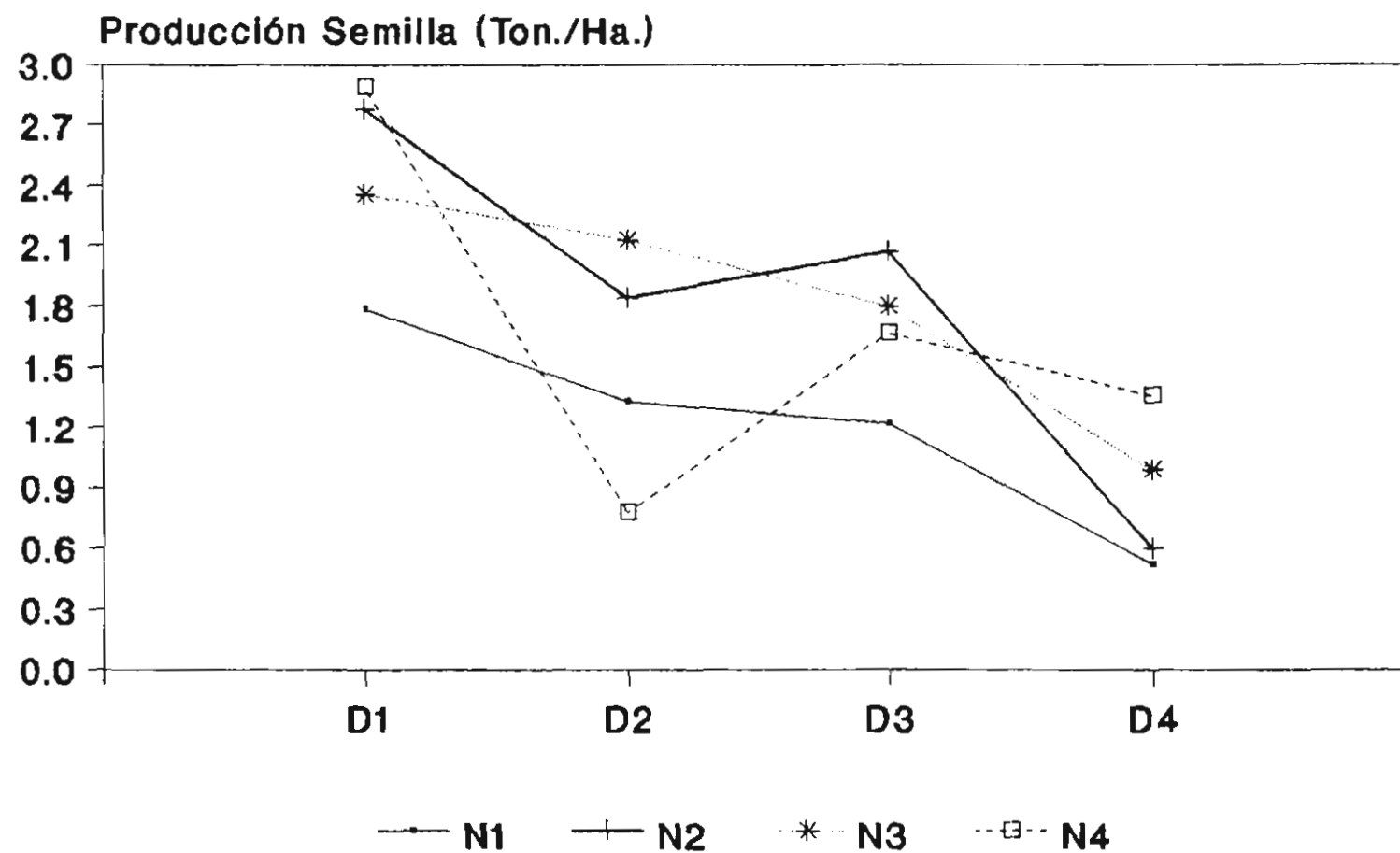


FIGURA No. 19: Tendencia de la Producción de semilla usando Densidades de siembra y Dosis de Nitrógeno.

densidad de siembra presenta los valores más altos de porcentaje de aceite, con tendencia a aumentar el valor de aceite al disminuir el número de plantas por hectárea.

A pesar de lo anterior el valor más alto de aceite (42.18%) se presenta para la interacción N2 (50 Kgs N/Ha) y la densidad 4 (4666 pl/Ha), lo que se observa claramente en las figuras 20 y 21 cuyos valores se hallan en la tabla 4. del anexo.

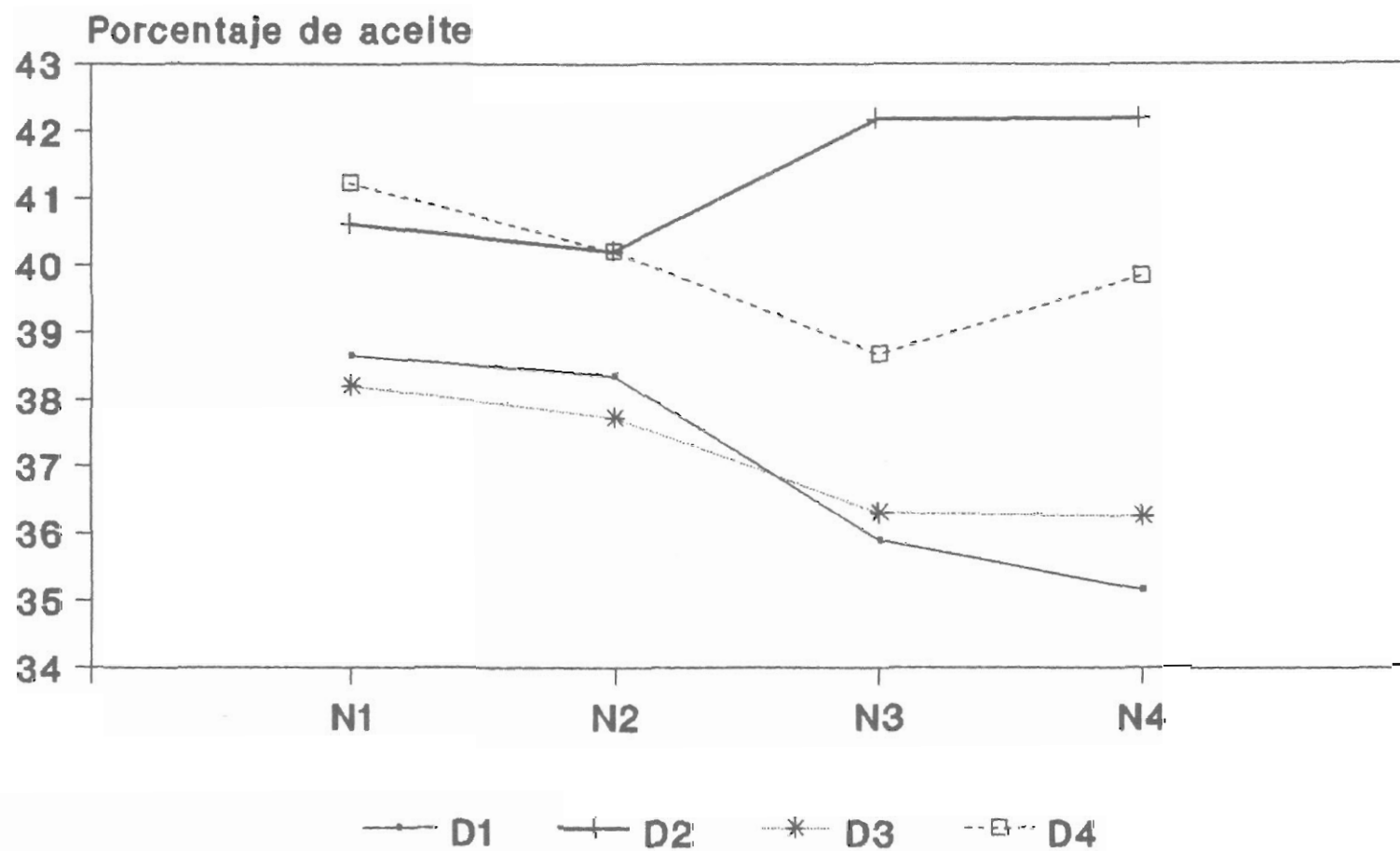


FIGURA No. 20: Tendencia del porcentaje de aceite usando dosis de Nitrógeno y densidades de siembra

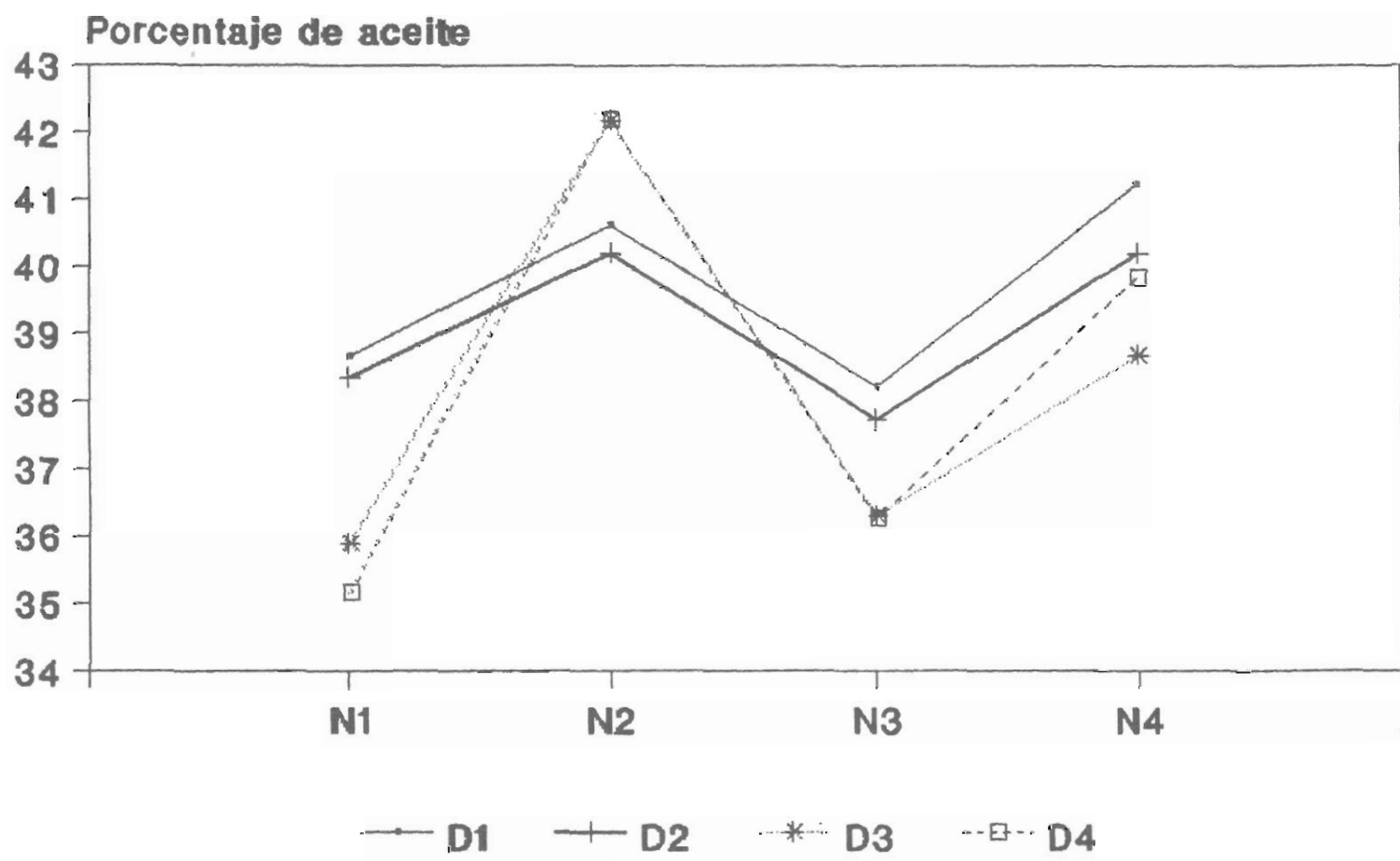


FIGURA No. 21: Tendencia del porcentaje de aceite usando densidades y dosis de Nitrógeno

10. ANALISIS ECONOMICO

Para el análisis económico de esta investigación solo se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos para los parámetros, producción de semilla y porcentaje de aceite, debido a que estas dos variables son las que representan posible ganacia al agricultor.

Con el fin de realizar el respectivo análisis económico para la presente investigación se efectuó el siguiente procedimiento:

- Cálculo de costos fijos de producción (C.F.)
- Cálculo de costos variables de producción (C.V.)
- Cálculo de costos totales de producción (C.F. + C.V.)
- Producción por Hectárea
- Cálculo del costo de producción de 1 Kg. de Hiquerilla
- Cálculo de la rentabilidad, usando la fórmula:

$$R = \frac{\text{PRECIO VENTA KILO} - \text{COSTO PRODUCC. / KILO}}{\text{COSTO PRODUCCION KILO}} \times 100$$

El anterior proceso se hizo para cada uno de los tratamientos. Los resultados del análisis se presentan en las tablas 17 a 27.

Según los resultados se tiene que los costos de producción incrementan al aumentar las dosis de Nitrógeno/Ha y las densidades de plantas/Ha. De estos dos factores, influye más en el incremento de costos, el uso de niveles altos de Nitrógeno mas que el uso de altas densidades de siembras situación que se observa claramente en las tablas 21 y 22 del anexo.

Para los datos de rentabilidad obtenida por venta de semilla: se tiene que a mayor densidad de siembra, la rentabilidad es mayor con cualquier dosis de Nitrógeno. Es así que para el tratamiento N2D1 la rentabilidad fué de 58.7% y para N4D1 esta fué del 56.4% . Mientras que para las densidades bajas (D4) combinada con cualquier dosis de Nitrógeno la rentabilidad tiende a ser menor. Ver tabla 24 del anexo.

Observando los resultados obtenidos para rentabilidad de los tratamientos por venta de aceite anotados en la tabla 27, se tiene que todos los tratamientos ofrecen una rentabilidad excelente y aceptable que soportaría cualquier inversión de tipo agronómico para obtener mejores producciones y mayores porcentajes de extracción.

Sin embargo el mejor valor de rentabilidad se presenta con la combinación N2D1 (181%).

11. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos y las diferentes observaciones de campo se llegó a las siguientes conclusiones:

11.1 Agronómicas

11.1.1. La dosis 50 Kg.N/Ha. fué la que mas influyó en el peso de cien semillas (63.12 g), rendimiento en toneladas por hectárea (1.83) y porcentaje de aceite (41.29). Aún así, no hubo diferencia significativa para estas tres variables. El Nitrógeno sí influyó en el número de racimos por planta.

11.1.2. La densidad de siembra no mostró diferencia significativa para las variables número de racimos por planta, peso de cien semillas y porcentaje de aceite. Mientras que para el rendimiento de semilla en tonelada por hectárea sí hubo diferencia altamente significativa. El mayor rendimiento (2.46 Ton./Ha.) se produjo con la distancia de siembra 0.8 x 0.8 m. para 15625 plantas por hectárea; mientras que el menor rendimiento (0.88 ton./Ha.) con la distancia de siembra 1.5 m. x 1.5 m. para 4666 plantas por hectárea.

11.1.3. No hubo diferencia significativa de las variables número de racimos por planta, porcentaje de aceite, peso de

cien semillas y rendimiento de semilla para el efecto de la interacción dosis de Nitrógeno - densidades de siembra. Sin embargo cabe anotar las siguientes mejores interacciones:

- Racimos por planta (10.7) para la interacción N4D4 (120 Kg.N/Ha. x 4666 pl./Ha.).
- Peso de cien semillas (65 g) para la interacción N3D1 (100 Kg.N/Ha. x 15625 pl./Ha.).
- Porcentaje de aceite (42.19%) para la interacción N2D4 (50 Kg.N/Ha. x 4666 pl./Ha.) y
- Rendimiento (2.9 ton./Ha.) para la interacción N4D1 (120 Kg.N/Ha. x 15625 pl./Ha.).

11.2 Económicas

11.2.1. El tratamiento que produjo mayor rentabilidad por venta de kilo de semilla fue el cinco ó N2D1 (58.7%) con una dosis de 50 Kg.N/Ha. y una densidad de siembra de 15625 pl./Ha.). Con menor rentabilidad le sigue el tratamiento trece ó N4D1 (120 Kg.N/Ha. y 15625 pl./Ha.).

11.2.2. El tratamiento que produjo mayor rentabilidad por venta de kilo de aceite fué el cinco ó N2D1 (181%), en su orden le sigue el tratamiento trece ó N4D1 (179%).

11.2.3. La rentabilidad en venta de aceite es directamente proporcional a la producción de semilla por hectárea.

11.2.4 Es mayor la rentabilidad por venta de aceite que por venta de semilla, ya que con el tratamiento cinco N2D1 esta rentabilidad es de 3.08 veces mayor.

12. RECOMENDACIONES

12.1. Para obtener resultados agronómicos satisfactorios en siembra de higuierilla se recomienda aplicar Nitrógeno en dosis de 50 Kg./Ha. y utilizar un distanciamiento entre plantas de 0.8 por 0.8 Metros para suelos de sabana.

12.2. Es importante repetir este ensayo en el semestre B, ya que puede haber menor incidencia de enfermedades y la recolección de la cosecha se haría en meses de verano. Esto podría aumentar la producción y posiblemente la rentabilidad.

12.3. Es conveniente realizar un ensayo con otras variedades con el fin de lograr una selección de plantas que permitan obtener mayores rendimientos.

12.4. Sería aconsejable efectuar pruebas de fertilización con N-P-K con la densidad de plantas 15625 Pl./Ha., ya que fue la que mostró mayor eficiencia en producción y rentabilidad.

13. RESUMEN

El experimento se realizó en los predios de la Granja Campo Alegre, localizada en la vereda Caños Negros del municipio de Villavicencio, departamento Meta. A esta zona corresponden las siguientes características: Altura sobre el nivel del mar de 340 m.; precipitación anual promedio de 2.000 mm, temperatura promedio mensual de 27 grados centígrados y humedad relativa del 95% .

Se utilizó la variedad de hiquerilla (*Ricinus comunis* L.) Castor Ecuatoriana o RZ-24 que está ubicada dentro de las variedades medianas, con un período de cultivo de 150 a 180 días después de la siembra .

Se probaron 16 tratamientos en total, como resultado de la combinación de 4 dosis de nitrógeno: 0;50;100 y 120 Kg/Ha, y 4 densidades de siembra: D1=15625 plantas/Ha a una distancia de siembra de 0.8 m. x 0.8 m.; D2=10000 plantas /Ha a una distancia de siembra de 1.0 m. x 1.0 m.; D3=6944 plantas /Ha a una distancia de siembra de 1.2 m. x 1.2 m. y D4=4666 plantas /Ha a una distancia de siembra de 1.5 m. x 1.5 m.

Se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar con un arreglo factorial de 4x4 y 3 repeticiones para un total de 48 parcelas experimentales. El área de la parcela experimental fue

de 36 m^2 (6 m. x 6 m.). La parcela estadística fué de 25 m^2 (5 m. x 5 m.).

Las variables empleadas fueron:

Independientes: Dosis de Nitrógeno y densidades de siembra.

Dependientes: Número de Racimos por planta, peso de cien semillas, producción de grano expresada en Tn/ha. y porcentaje de aceite.

Intervinientes: Condiciones climáticas, características del suelo, semilla de higuierilla y manejo del cultivo.

La fertilización se tomó en dos aspectos:

Fertilización Variable: Las diferentes dosis de nitrógeno establecidas fueron: 0, 50, 100, y 120 Kg / ha. La fuente de Nitrógeno fué Urea del 46% .

Fertilización Constante: Incluyó la aplicación de 740 kg de cal dolomita por hectárea, suministro de fósforo en dosis de 70 kg de P_2O_5 por hectárea; y la aplicación de 70 kg de K_2O /ha. Como fuentes de potasio y Fósforo se utilizaron Cloruro de Potasio y Super fosfato triple. Los anteriores valores fueron iguales para todos los tratamientos.

La extracción se hizo por procedimientos químicos utilizando como disolvente el n-hexano. El sistema utilizado fué el Soxhlet.

Se preparó el terreno con un pase de arado y tres de rastrillo, el ultimo incluyó la aplicación de Cal Dolomítica; posteriormente se demarcaron bloques y parcelas.

La siembra se realizó en forma manual el 8 de abril siendo de dos semillas por sitio, se aplicó una mezcla de pre-emergentes Lazo + Sencor (4 Lts/Ha + 0.6 Kg/Ha respectivamente).

La germinación se presentó el 22 de abril; a los 35 días después de germinado se efectuó la primera parte de la fertilización (el 50% de las dosis N-P-K), la segunda fracción se aplicó a los 65 días después de germinado el cultivo.

Se hicieron tres pases para la recolección de la cosecha, debido a la maduración diferencial de los racimos, los pases fueron a los 155, 175 y 195 días después de germinado.

Para la producción de semilla con Nitrógeno los resultados no presentan diferencia significativa estadísticamente, así lo mostró el Análisis de Varianza.

Se tiene que para la dosis baja y alta de Nitrógeno se

presentan los valores más pequeños de producción 1.22 y 1.68 ton./Ha. respectivamente, mientras que para niveles intermedios de Nitrógeno se observa el valor más alto de producción de semilla 1.83 Ton/Ha.

Los resultados de la producción de semilla para las densidades evaluadas presentan una diferencia significativa al nivel del 5% , caso contrario al ocurrido con el Nitrógeno.

La tendencia que se observa en la producción de grano es de disminuir a medida que el número de plantas por hectárea es menor. El mayor valor 2.46 ton/Ha corresponde a D1: 15625 pl/Ha; y el menor valor 0.88 ton/Ha se presenta cuando solo hay D4: 4666 pl/Ha.

La interacción Nitrógeno por densidades de siembra no mostró diferencia significativa al nivel del 5%. Existe tendencia a aumentar la producción de semilla (Ton/Ha) al aumentar el número de plantas por hectárea en cualquier interacción con Nitrógeno. A pesar de que no hubo diferencia significativa.

Haciendo referencia al porcentaje (%) de aceite de la semilla, se tiene que hubo diferencia significativa al nivel del 5% entre las diferentes dosis de Nitrógeno.

La dosis de 50 Kg. de N/Ha se presentó el valor más alto de

extracción (41.29%); seguido de la dosis de 120 Kg. de N/Ha con un valor de 39.98% . Para los niveles de 0 y 100 Kg. de N/Ha se presentan los valores más bajos de extracción (37.02% y 37.12% respectivamente).

En general el porcentaje de aceite tiende a disminuir a medida que disminuye el número de plantas por hectárea; pero la diferencia que se presenta entre los resultados de porcentaje de extracción no alcanza a ser significativa al nivel del 5%.

El análisis de varianza para el porcentaje de extracción de aceite no muestra diferencia significativa al nivel del 5% entre las diferentes combinaciones de la interacción Nitrógeno densidad.

Sin embargo para N2 (50 Kgs N/Ha) en combinación con cualquier densidad de siembra presenta los valores más altos de porcentaje de aceite, con tendencia a aumentar el valor de aceite al disminuir el número de plantas por hectárea.

Con base en los resultados obtenidos y las diferentes observaciones de campo se llegó a las siguientes conclusiones: La dosis 50 Kg.N/Ha. fue la que más influyó en el rendimiento en toneladas por hectárea (1.83) y porcentaje de aceite (41.29). Aún así, no hubo diferencia significativa para estas dos variables.

La densidad de siembra no mostró diferencia significativa para la variable porcentaje de aceite; para el rendimiento de semilla en tonelada por hectárea sí hubo diferencia altamente significativa. El mayor rendimiento (2.46 Ton./Ha.) se produjo con la distancia de siembra 0.8 x 0.8 m. para 15625 plantas por hectárea.

No hubo diferencia significativa de las variables porcentaje de aceite y rendimiento de semilla para el efecto de la interacción dosis de Nitrógeno - densidades de siembra. Sin embargo cabe anotar las siguientes mejores interacciones:

- Porcentaje de aceite (42.19%) para la interacción N2D4 (50 Kg.N/Ha. x 4666 pl./Ha.) y
- Rendimiento (2.9 ton./Ha.) para la interacción N4D1 (120 Kg.N/Ha. x 15625 pl./Ha.).

El tratamiento que produjo mayor rentabilidad por venta de kilo de semilla fué el cinco ó N2D1 (58.7%) y mayor rentabilidad por venta de kilo de aceite (181%), con una dosis de 50 Kg.N/Ha. y una densidad de siembra de 15625 pl./Ha.

Se recomienda para obtener resultados agronómicos satisfactorios en siembra de higuierilla, aplicar Nitrógeno en dosis de 50 Kg./Ha. y utilizar un distanciamiento entre plantas de 0.8 por 0.8 Metros para suelos de sabana.

Sería aconsejable efectuar pruebas de fertilización con N-P-K con la densidad de plantas 15625 pl/ha, ya que fue la que mostró mayor eficiencia en producción y rentabilidad.

BIBLIOGRAFIA

1. ASOCIACION DE EX-ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD DE COLOMBIA
"Higuerilla Cultivo e Industria con futuro en Colombia",
memorias, Bogotá Nov. 19 y 20 de 1987. 121 p.
2. BONNER, W y CASTRO, A. Química Orgánica Básica. 3 ed
España, Madrid, 1974. 597 p.
3. GUERRERO, R. "Fertilidad en suelos, diagnóstico y
control", Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo
Bogotá 1984.
4. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS. El cultivo de
la Higuerilla y su aprovechamiento Industrial en
Colombia, 1962. 90 p.
5. JANSSON, H. "Producción y elaboración del aceite de
ricino", Nueva York, Naciones Unidas 1974. 26 p.
6. LAWRENCE, "Taxonomy of vascular plants", The Mac Millan
Company, 1961. 823 p.
7. LITZENBERGER, S. "Guía para cultivos en los tropicos y
los subtrópicos", Centro Regional de Ayuda Técnica,
Mexico/Buenos Aires. 1976
8. MAYORGA, A. "Cultivo de la higuerilla, Situación del
cultivo y sus perspectivas". Revista ESSO Agrícola II
Semestre 1980, p. 32 a 34 y I Semestre 1981, p. 11 a 14.
9. ————, —. "Estudio para el establecimiento de un
plan de producción, del cultivo de higuerilla en
Colombia", Instituto Colombiano Agropecuario. Programa
de producción Agrícola. Bogotá 1973.
10. PABON, F. y RODRIGUEZ, E. "Efecto de diferentes dosis de
gallinaza y cal dolomita en la producción y contenido de
aceite en el cultivo de la Higuerilla en el Piedemonte
Llanero" Tesis de Grado Universidad Tecnológica de los
Llanos Orientales, 1988.
11. SALVAT, Enciclopedia. Higuerilla, Tomo 11. Bogotá 1971
2904 p.
12. SANTOS, C. "Vuelve la bonanza de la higuerilla". Bogotá
1986. El Espectador, Sección B de Marzo 31.

13. VARELA, R. "El Cultivo de la Higuera", Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de desarrollo. Bogotá 1974. 7 p.
14. ZULETA, E. "El Cultivo de la Higuera", Instituto de Fomento Algodonero. Separata de la revista Agricultura Tropical. Bogotá. 1965. Vol XXI. No. 4. 300 p.

TABLA 1

ANALISIS DE CARACTERIZACION DEL SUELO DEL LOTE EXPERIMENTAL DE LA GRANJA CAMPO-ALEGRE.

Textura	M.O	P	pH	Al	Ca	Mg	K	Na
	%	ppm	1:1	meq / 100 grs. suelo				
F.Ar.	2.4	3.3	4.4	2.1	0.68	0.05	0.16	0.03

Nota:

La profundidad de toma de la muestra fué de 20 cms.

TABLA 2

DOSIS DE NITROGENO Y DENSIDADES DE SIEMBRA

DOSIS N Kg./Ha.	DENSIDADES DE SIEMBRA PLANTAS/Ha.	TRATA- MIENTO	CODIGO
0 (N1)	D1 (15625)	1	N1D1
	D2 (10000)	2	N1D2
	D3 (6944)	3	N1D3
	D4 (4666)	4	N1D4
50 (N2)	D1	5	N2D1
	D2	6	N2D2
	D3	7	N2D3
	D4	8	N2D4
100 (N3)	D1	9	N3D1
	D2	10	N3D2
	D3	11	N3D3
	D4	12	N3D4
120 (N4)	D1	13	N4D1
	D2	14	N4D2
	D3	15	N4D3
	D4	16	N4D4

TABLA 3

CONDICIONES EDAFICAS INICIALES

	M.O. (%)	P ppm	Ca mgv	Mg mgv	K mgv
Datos Análisis Suelo	2.4	3.3	0.68	0.05	0.16
Disponibilidad en Kg/Ha.	48	6.6	272	12	124.8

CONDICIONES EDAFICAS FINALES

ELEMENTOS	M.O.	P	Ca	Mg	K
DOSIS N					
N1	2.4	3.6	0.55	0.15	0.16
N2	2.33	2.76	0.6	0.08	0.21
N3	2.43	2.9	0.52	0.08	0.18
N4	2.23	2.53	0.43	0.06	0.16

TABLA 4

DATOS DEL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE NITROGENO Y ALGUNAS DENSIDADES DE SIEMBRA, EN EL NUMERO DE RACIMOS POR PLANTA, PESO DE CIEN SEMILLAS, RENDIMIENTO DE SEMILLA EN Tn/Ha Y PORCENTAJE DE ACEITE.

TRATAM. CODIGO	RACIMOS POR PLANTA	PESO 100 SEMI. (Gr.)	RENDIMIENTO SEMILLA (Ton/Ha)	PORCENTAJE DE ACEITE	
1	N1D1	5.18	60.30	1.78	38.66
2	N1D2	5.60	63.83	1.33	38.35
3	N1D3	6.27	59.80	1.22	35.90
4	N1D4	4.80	61.67	0.53	35.17
5	N2D1	7.40	64.43	2.78	40.62
6	N2D2	7.63	62.87	1.84	40.19
7	N2D3	7.66	62.83	2.07	42.17
8	N2D4	7.50	62.83	0.61	42.19
9	N3D1	8.27	65.07	2.36	38.20
10	N3D2	8.30	58.77	2.14	37.72
11	N3D3	8.10	57.77	1.80	36.31
12	N3D4	6.35	59.20	1.00	36.26
13	N4D1	7.17	64.29	2.90	41.22
14	N4D2	5.87	62.85	0.78	40.19
15	N4D3	10.15	60.90	1.67	38.66
16	N4D4	10.70	62.20	1.36	39.83

TABLA 5

EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE NITROGENO EN EL NUMERO DE RACIMOS POR PLANTA.

DOSIS DE NITROGENO (Kg./Ha.)	RACIMOS POR PLANTA
0	5.5
50	7.6
100	7.8
120	8.5

TABLA 8

RESULTADO DEL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE NITROGENO EN EL PESO DE 100 SEMILLAS

DOSIS DE NITROGENO (Kg./Ha.)	PESO DE 100 SEMILLAS (Gr.)
0	61.40
50	63.12
100	60.20
120	62.55

TABLA 10

RESULTADO DEL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE NITROGENO EN LA PRODUCCION DE SEMILLA (TON. /HA.)

DOSIS DE NITROGENO (Kg / Ha.)	PRODUCCION SEMILLA (Ton./Ha.)
0	1.22
50	1.83
100	1.83
120	1.68

TABLA 12

RESULTADO DEL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE NITROGENO EN EL PORCENTAJE DE ACEITE (%)

DOSIS DE NITROGENO (Kg/Ha)	PORCENTAJE DE ACEITE (%)
0	37.02
50	41.29
100	37.12
120	39.98

TABLA 13

RESULTADOS DEL EFECTO DE ALGUNAS DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL
NUMERO DE RACIMOS POR PLANTA

DENSIDAD (Planta/Ha)		No. RACIMOS / PLANTA
D1	15625	7.00
D2	10000	6.90
D3	6944	8.00
D4	4666	7.40

TABLA 14

RESULTADOS DEL EFECTO DE ALGUNAS DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL
PESO DE 100 SEMILLAS

DENSIDAD (Planta/Ha)		PESO 100 SEMILLAS (Gr.)
D1	15625	63.52
D2	10000	62.01
D3	6944	60.33
D4	4666	61.35

TABLA 15

RESULTADOS DEL EFECTO DE ALGUNAS DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA PRODUCCION DE SEMILLA (TON/HA)

DENSIDAD (Planta/Ha)	PRODUCCION (Ton/Ha)
D1 15625	2.46
D2 10000	1.52
D3 6944	1.69
D4 4666	0.88

TABLA 16

RESULTADOS DEL EFECTO DE ALGUNAS DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL PORCENTAJE DE ACEITE (%)

DENSIDAD (Planta/Ha)	PORCENTAJE DE ACEITE (%)
D1 15625	39.68
D2 10000	39.11
D3 6944	38.26
D4 4666	38.36

TABLA 17

CANTIDAD DE SEMILLAS UTILIZADAS EN CADA UNA DE LAS DENSIDADES EVALUADAS.

DENSIDAD	NUMERO PLANTA/Ha	TOTAL SEMILLA/Ha	MRGN 10%	SEMILLA KG./Ha.
D1	15.625	31.250	34.375	23.17
D2	10.000	20.000	22.000	14.83
D3	6.944	13.888	15.276	10.29
D4	4.666	9.332	10.266	6.91

NOTA:

* PESO PROMEDIO DE 100 SEMILLAS 67.41 GR.

* SE SEMBRO 2 SEMILLAS POR SITIO

TABLA 18

DOSIS NITROGENO	NITROGENO Kg/Ha.	UREA KG/Ha	UREA BULTOS/Ha.
N1	0	0.0	0.00
N2	50	108.6	2.17
N3	100	217.3	4.3
N4	120	260.8	5.2

TABLA 19

LISTA DE PRECIOS DE LOS INSUMOS UTILIZADOS EN EL SEMESTRE A DE 1990.

INSUMO	UNIDAD	VALOR
ABONOS:		
Cal Dolomita	Bulto	\$1.375.00
Urea	Bulto	6.100.00
Cloruro de Potasio	Bulto	5.250.00
Super-Fosf. Triple	Bulto	6.350.00
HERBICIDAS:		
Fusilade	Litro	19.261.00
Lazo	Litro	2.871.00
Sencor	Kilo	10.069.00
INSECTICIDAS:		
Lorsban	Litro	5.408.00
FUNGICIDAS:		
Benlate	Kilo	15.206.00

FUENTES:

Agroexport, Fedepalma, C.Agraria, Servicampo y Proveagro.

TABLA 20

COSTOS FIJOS PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS

CARACTERISTICA	CANTIDAD	VR.UNIT.	VALOR TOTAL
Arriendo tierra	1 Ha.	30.000.00	30.000.00
Prep. Terreno	1 Ha.	50.000.00	50.000.00
Siembra	10 Jorn.	2.200.00	22.000.00
INSUMOS:			
Fusilade	1 Lt/Ha.	19.261.00	19.261.00
Lazo	1 Lt/Ha.	2.871.00	2.871.00
Sencor	0.6 Kg/Ha.	10.069.00	6.042.00
Cal Dolomita	10 Bultos	1.375.00	13.750.00
Superfosf. Triple	3.5 Bultos	6.350.00	22.225.00
Cloruro de Potasio	2.5 Bultos	5.250.00	13.125.00
Benlate	0.2 Kilos	15.206.00	3.041.00
APLICACIONES:			
Control malezas (2)	4 Jorn.	2.200.00	8.800.00
Control plagas (1)	2 Jorn.	2.200.00	4.400.00
Control Enferm. (1)	2 Jorn.	2.200.00	4.400.00
Fert. Edafica (2)	3 Jorn.	2.200.00	6.600.00
Imprevistos	10%		20.651.00
T O T A L			\$227.166.00

TABLA 21

COSTOS VARIABLES DE CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.

No.T	CODIGO TRATAM.	COSTO SEMILLA \$	COSTO UREA \$	COSTO TOTAL VAR. \$
1	N1D1	92.680	0	92.680
2	N1D2	59.320	0	59.320
3	N1D3	41.160	0	41.160
4	N1D4	27.600	0	27.600
5	N2D1	92.680	13.249.2	105.929.2
6	N2D2	59.320	13.249.2	75.569.2
7	N2D3	41.160	13.249.2	54.409.2
8	N2D4	27.600	13.249.2	40.849.2
9	N3D1	92.680	26.510.6	120.190.6
10	N3D2	59.320	26.510.6	86.830.6
11	N3D3	41.160	26.510.6	67.670.6
12	N3D4	27.600	26.510.6	54.110.6
13	N3D1	92.680	31.817.6	124.497.6
14	N4D2	59.320	31.817.6	91.137.6
15	N4D3	41.160	31.817.6	72.977.6
16	N4D4	27.600	31.817.6	59.417.6

NOTA:

VALOR KILO UREA \$122

VALOR KILO SEMILLA \$4.000

TABLA 22

COSTOS TOTALES DE PRODUCCION (C.F. + C.V.) DE CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.

TRATAM.	COMBIN.	COSTO F.	COSTO V.	COSTO TOTAL
1	N1D1	227.166	92.680	319.846
2	N1D2	227.166	59.320	286.486
3	N1D3	227.166	41.160	268.326
4	N1D4	227.166	27.600	254.766
5	N2D1	227.166	105.929	333.095
6	N2D2	227.166	75.569	302.735
7	N2D3	227.166	54.409	281.575
8	N2D4	227.166	40.849	268.015
9	N3D1	227.166	120.190	347.356
10	N3D2	227.166	86.830	313.996
11	N3D3	227.166	67.670	294.836
12	N3D4	227.166	54.110	281.276
13	N4D1	227.166	124.497	351.663
14	N4D2	227.166	91.137	318.303
15	N4D3	227.166	72.977	300.143
16	N4D4	227.166	59.417	286.583

TABLA 23

COSTO PRODUCCION DE UN KILO DE SEMILLA PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.

TRATAM.	PRODUCC.KG/Ha	COSTO PRODUCC./Ha	COSTO PRODUCC. 1 KG/SEMILLA
---------	---------------	-------------------	--------------------------------

1	1.797	319.849	177.99
2	1.362	286.486	210.342
3	1.223	268.326	219.399
4	543	254.766	469.182
5	2.782	333.095	119.732
6	1.843	302.735	164.262
7	2.076	281.575	135.633
8	609	268.015	440.090
9	2.362	347.356	147.060
10	2.139	313.996	146.795
11	1.800	294.836	163.797
12	999	281.276	281.557
13	2.895	351.663	121.472
14	782	318.303	407.037
15	1.672	300.143	179.511
16	1.364	286.583	210.104

$$X = \frac{\text{COSTO PRODUCCION /HA.}}{\text{PRODUCCION KILOS /HA.}}$$

TABLA 24

RENTABILIDAD POR VENTA DE KILO DE SEMILLA, PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.

TRATAM.	COMBINAC.	COSTO PROD./KILO	PREC.VENTA KG	RENTAB.
1	N1D1	177,99	190	6,7
2	N1D2	210,342	190	- 9,67
3	N1D3	219,399	190	-13,39
4	N1D4	469,182	190	-59,5
5	N2D1	119,732	190	58,69
6	N2D2	164,262	190	15,66
7	N2D3	135,633	190	40,0
8	N2D4	440,090	190	-56,82
9	N3D1	147,060	190	29,19
10	N3D2	146,795	190	29,43
11	N3D3	163,797	190	15,99
12	N3D4	280,557	190	-32,27
13	N4D1	121,472	190	56,414
14	N4D2	407,037	190	-53,32
15	N4D3	179,511	190	5,843
16	N4D4	210,104	190	- 9,568
$\text{RENTABILIDAD} = \frac{\text{PRECIO VENTA KILO} - \text{PRECIO COSTO KILO}}{\text{PRECIO COSTO KILO}} \times 100$				

TABLA 25

PRODUCCION EXPRESADA EN KG. DE ACEITE DE CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.

No. TRATAM.	COMBI.	PRODUCCION SEMI KG/Ha	PORC. EXTRACCION ACEITE	ACEITE KG/Ha.
1	N1D1	1.797	38.66	694.720
2	N1D2	1.334	38.55	514.257
3	N1D3	1.223	35.90	439.057
4	N1D4	0.527	35.17	185.346
5	N2D1	2.782	40.62	1130.048
6	N2D2	1.843	40.19	740.701
7	N2D3	2.076	42.17	875.449
8	N2D4	0.609	42.19	256.937
9	N3D1	2.362	38.20	902.284
10	N3D2	2.139	37.72	806.830
11	N3D3	1.800	36.31	653.580
12	N3D4	0.999	36.26	362.237
13	N4D1	2.895	41.21	1193.029
14	N4D2	0.782	40.19	314.285
15	N4D3	1.672	38.66	646.395
16	N4D4	1.364	39.83	543.281

TABLA 26

COSTOS TOTALES DE PRODUCCION DE ACEITE PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.

No. TRATAM.	COSTO PRODUC. KG. ACEITE	COSTO PRODUC. KG. SEMILLA	COSTO TOTAL PROD. KG. ACEITE
-------------	-----------------------------	------------------------------	---------------------------------

1	200	177.99	377.99
2	200	210.342	410.342
3	200	219.399	419.399
4	200	469.182	669.182
5	200	119.732	319.732
6	200	164.262	364.262
7	200	135.635	335.635
8	200	440.090	640.090
9	200	147.060	347.060
10	200	146.795	346.795
11	200	163.797	363.797
12	200	281.157	481.157
13	200	121.472	321.472
14	200	407.037	607.037
15	200	179.511	379.511
16	200	210.104	410.104

TABLA 27

RENTABILIDAD DE CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS POR VENTA DE ACEITE.

No. TRATAM.	COMB.	COSTO TOTAL PROD. KG.	RENTABILIDAD
1	N1D1	377.99	138
2	N1D2	410.34	119
3	N1D3	419.40	115
4	N1D4	669.18	34
5	N2D1	319.73	181
6	N2D2	364.26	147
7	N2D3	335.64	168
8	N2D4	640.10	40
9	N3D1	347.10	159
10	N3D2	346.8	160
11	N3D3	363.8	147
12	N3D4	481.16	87
13	N4D1	321.47	179
14	N4D2	607.03	48
15	N4D3	379.51	137
16	N4D4	410.10	119

*PRECIO VENTA KILO ACEITE \$900.00