

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS,  
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL  
DEPARTAMENTO DE CULTIVOS ANUALES

TRABAJO DE DIPLOMA

EVALUACION DE TRES NIVELES DE  
NITROGENO Y TRES DENSIDADES  
POBLACIONALES DE MAIZ (Zea mays L.)  
Var. NB-6; EN DOS CICLOS DE SIEMBRA  
EN 6 LOCALIDADES DE LA IV REGION,  
NICARAGUA.

AUTOR: OCTAVIO AUGUSTO MENCAL BARBERENA

ASESOR: ING. MICHEL DULCIRE

MANAGUA, NICARAGUA - 1990

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

DEPARTAMENTO DE CULTIVOS ANUALES

TRABAJO DE DIPLOMA

EVALUACION DE TRES NIVELES DE  
NITROGENO Y TRES DENSIDADES  
POBLACIONALES DE MAIZ (Zea mays L.)  
Var. NB-6; EN DOS CICLOS DE SIEMBRA EN  
6 LOCALIDADES DE LA IV REGION,  
NICARAGUA.

AUTOR: OCTAVIO AUGUSTO MENCAL BARBERENA

PRESENTADA A LA CONSIDERACION DEL  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL  
GRADO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGRONOMO.

TRIBUNAL EXAMINADOR

C .

A .

P. G.

MANAGUA, NICARAGUA - 1990

## D E D I C A T O R I A

A mis Padres : Octavio Augusto Menocal Guerrero  
Nelcys Barberena de Menocal

Quienes con su abnegado cariño, me formaron  
como hombre de esta sociedad.

A mis hermanos: Nelcys Evaclemencia, Nelcys René,  
Nelcys Alicia, Octavio Anastasio y Marco  
Antonio.

A mi Esposa : Norma del Socorro Sandoval Valladares  
que con su amor me brindó su apoyo y  
colaboración en este trabajo.

A la memoria del Ing. Agr. MsSc. Humberto Tapia Barquero,  
maestro e investigador incansable, del Ministerio de  
Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria.

A mis amigos de infancia, juventud y compañeros de la Escuela  
Nacional de Agricultura y Ganadería.

Octavio A. Menocal Barberena

## A G R A D E C I M I E N T O

Mis más sinceros agradecimientos a:

El Ing. Agr. Michel Dulcire del DSA/CIRAD, que con su valiosa contribución, apoyo decidido, dedicación, esfuerzo, paciencia y aportes, contribuyó a la realización de éste trabajo de diploma.

El Ing. Agr. MsSc. Eddy Castellón Sanabria, que sin su empeño, paciencia y sugerencias, no hubiera sido posible la realización de este trabajo de diploma.

Los técnicos del MIDINRA de la IV Región, por su trabajo en el seguimiento, ejecución y recopilación de la información del mismo.

Los Agricultores que participaron en la actividad de la Investigación-Desarrollo, gestores fundamentales de su desarrollo tecnológico.

El Ing. Agr. Edgard Berrios Escorciá, por su apoyo incondicional para la realización de este trabajo de diploma.

El Ing. Agr. MsSc. Agustín Castillo Gómez por la revisión y sugerencias a este trabajo de diploma.

El Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria, que me brindó la oportunidad de trabajar en esta tesis.

Doña Marta Ojeda Somarriba, por su decidida colaboración en la dactilografía de este documento.

Todos aquellos que de una u otra forma colaboraron con esta tesis.

Octavio A. Henocal Barberena

## INDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
INDICE DE ANEXOS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS.	3
2.1. DESCRIPCION DEL LUGAR Y DEL EXPERIMENTO	3
2.1.1. La IV Región	3
2.1.2. El Diseño Experimental	4
2.2. MANEJO AGRONOMICO DEL CULTIVO	6
III. EVOLUCION DE LOS NIVELES RECOMENDADOS DE DENSIDAD POBLACIONAL DE MAIZ.	8
IV. ANALISIS AGRONOMICO DE LA PROBLEMATICA EN LA RELACION DENSIDAD POBLACIONAL-RENDIMIENTO PARA MAIZ.	18
4.1. DINAMICA POBLACIONAL Y FACTORES BIOLOGICOS.	18
4.2. EFECTO DE LA DENSIDAD SOBRE LOS CARACTERES AGRONOMICOS DE LAS PLANTAS.	19
4.3. NIVEL TECNOLOGICO Y DOMINIO DEL MANEJO DEL CULTIVO DE MAIZ.	21
4.3.1. Densidad de población usada actualmente en cultivos anuales.	21
4.3.1.1. Qué es Competencia?	23
4.3.1.2. Densidad alta de población	25
4.3.1.3. Como conseguir densidades de Población óptima.	25
4.3.1.4. Cálculo de constantes para obtener densidades de población óptimas.	27
4.3.1.5. El método de siembra y las Densidades de Población Óptima.	28
V. RESULTADOS Y DISCUSION	29
5.1. PRESENTACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE CAMPO 1987 Y 1988.	29
5.2. DISCUSION	39
5.2.1. Un nivel de densidad presenta varias alternativas	39
5.2.1.1. La uniformidad de plantación.	39

5.2.1.2. El vigor y la heterogeneidad en el vigor del cultivo	40
5.2.1.3. Un nivel óptimo de densidad poblacional no se puede extrapolar con facilidad	41
5.2.1.4. El rendimiento por planta no es un criterio suficiente para juzgar la relación densidad-rendimiento.	42
5.2.1.5. La relación Densidad Teórica-Densidad real final o relación dosis de siembra-densidad final.	43
VI. CONCLUSIONES GENERALES	44
VII. RECOMENDACIONES	46
VIII. BIBLIOGRAFIA	47
IX. ANEXO	

## INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro N<sup>o</sup></u>	<u>Página</u>
1. Tenencia de la tierra en la IV región	3
2. Localidades donde se establecieron los ensayos (1987 y 1988)	4
3. Niveles de fertilización y densidades poblacionales de maíz recomendados en Nicaragua	5
4. Distribución de fases en el ciclo vegetativo del maíz ( <u>Zea mays</u> L.) variedad intermedia en días y en porcentaje.	26
5. Información para la siembra de maíz a máquina o a mano.	29
6. Promedios de rendimientos (kg/Ha) de grano de maíz para el factor Nitrógeno (Prueba de Newman y Keuls - 5%) 1987.	30
7. Promedios de rendimientos (kg/Ha) de grano de maíz para el factor Nitrógeno (Prueba de Newman y Keuls - 5%) 1988.	31
8. Textura del suelo y profundidades de la capa de Talpetate, en cinco localidades de la IV región, Nicaragua.	32
9. Promedio de rendimientos (kg/Ha) de grano de maíz para el factor Densidad poblacional (Prueba de Newman y Keuls - 5%) 1987.	33
10. Promedio de rendimientos (kg/Ha) de grano de maíz para el factor Densidad poblacional (Prueba de Newman y Keuls 5%) 1988.	34
11. Rendimientos promedios (kg/Ha), de los ensayos de 1987 y 1988, de seis localidades de la IV región, Nicaragua.	36
12. Datos de plantas estériles de seis ensayos Nitrógeno-Densidad Poblacional. Epoca de Primera, IV región, Nicaragua. 1988	38

## INDICE DE FIGURAS

<u>Figura Nº</u>	<u>Página</u>
1. Gráfica de densidad poblacional vs. producción en maíz.	24
2. Relación densidad poblacional rendimiento para dos niveles de dominio tecnológico, en un mismo ambiente ecológico.	42
3. Relación rendimiento/planta y rendimiento/mz con la densidad poblacional, para un nivel tecnológico dado.	43

## INDICE DE ANEXO

- Cuadro 13. Densidad de población en siembras de maíz al distanciar hileras y plantas en la hilera.
- Cuadro 14. Análisis de varianza del agrupamiento de los 6 ensayos nitrógeno x densidad. Epoca de primera, región IV, 1987.
- Cuadro 15. Análisis de varianza del agrupamiento de los 6 ensayos Nitrógeno x Densidad. Epoca de Primera. Región IV, 1988.
- Cuadro 16. Promedios de rendimientos de grano de maíz 1987 Nitrógeno x Densidad. (Prueba de Newman Keuls 5%).
- Cuadro 17. Promedios de rendimiento de grano de maíz. 1988. Nitrógeno x Densidad (Prueba de Newman Keuls 5%).
- Cuadro 18. Totales mensuales de precipitación de seis estaciones de la IV región, en el año 1987.
- Cuadro 19. Totales mensuales de precipitación de seis estaciones de la IV región, en el año 1988.
- Cuadro 20. Mapa de la IV región de Nicaragua.
- Cuadro 21. Mapa de la División Política de Nicaragua.

## R E S U M E N

En el presente estudio se evaluaron los resultados de experimentación en medio campesino de 3 dosis de nitrógeno 0-60-120 kg/Ha (0-92-184 lbs. N/mz) y 3 niveles de densidad poblacional 42-64-86 miles de plantas por hectárea (30-45-60 miles plts/mz), con un arreglo factorial 3x3, en seis localidades de la IV región, en los ciclos agrícolas de 1987 y 1988.

Los análisis estadísticos individuales indican una respuesta nitrógeno en las seis localidades obteniéndose un incremento promedio de 1.2 tn/ha (1.091 kg/Ha, al pasar de 0 a 60 kg N/ha). De 60 a 120 kg N/ha, no se tradujo globalmente en un aumento significativo del rendimiento.

El incremento de las densidades poblacionales permitió potenciar los rendimientos en 0.6 tn/ha (600 kg/ha) al pasar de 43,000 a 64,000 plts/Ha (30,000 a 45,000 plts/mz).

El análisis de la interacción de los dos factores en estudio demuestra que las mayores poblaciones son las que valorizan mejor la dosis creciente de nitrógeno, siendo la densidad más alta 86,000 plts/ha (60,000 plts/mz), la única que valoriza la dosis de 120 kg N/ha (168 lbs N/mz) con relación a las demás densidades en prueba.

## I. INTRODUCCION

En Nicaragua existen tres regiones ecológicamente diferenciadas y más o menos homogéneas. (Betanco, J.A., 1989)

- El Centro Norte
- El Pacífico
- El Atlántico

El Centro Norte tiene temperaturas frescas (20-25º centígrados), suelos ricos en materia orgánica, altura promedio de 500 metros sobre el nivel del mar y una topografía irregular. Las precipitaciones promedio alcanzan 1,800 mm. Los principales cultivos son: café, tabaco, maíz, frijol y hortalizas, también hay producción ganadera.

El Pacífico tiene temperaturas calientes (25-30º centígrados), suelos pobres en materia orgánica, con problemas de erosión provocados por la deforestación y un excesivo laboreo del suelo, pero los suelos son profundos. En esta región se cultiva la caña de azúcar, algodón, banano, maíz, soya, sorgo, frijol, café, frutas tropicales y hortalizas; también hay una producción agro-industrial de tomate, caña de azúcar, soya, algodón, café; una producción ganadera, avícola y porcina.

El Atlántico tiene temperaturas calientes (30-37º centígrados), precipitaciones fuertes (2000 mm) y una topografía plana. La extracción forestal es la producción principal, pero también existe un proyecto de Palma Africana. Hay producción ganadera y producción de autoconsumo. Los sistemas de producción son muy variados (Tapia B. H., 1980), teniendo:

- Asociación de agricultura/ganadería.
- Parcelas colectivas/individuales en cooperativas
- Minifundios intensivos
- Producción en relevo
- Monocultivos
- Cultivos asociados

La producción de granos básicos en la IV región está en manos de los pequeños y medianos productores, tanto individuales como cooperativas. Estos cultivos son un elemento muy importante en la política de desarrollo económico-social de nuestro país. El cultivo del maíz (Zea mays L.) presenta muchas limitaciones en su nivel productivo debido al manejo agronómico inadecuado por parte de los agricultores de la IV región. La mayor parte de los productores utilizan bajos niveles de densidad poblacional; hasta 35,500 plantas por hectárea (25,000 plts/mz).

Es por ello que, todavía no se ha logrado la autosuficiencia alimentaria, debido a la caída de los rendimientos de maíz de los productores de la IV región.

Los principales problemas que se presentan en el campo son:

- El itinerario agronómico inadecuado.
- La precipitación insuficiente y/o mal distribuida.
- La desarticulación entre la investigación y la extensión, que impide que los campesinos tengan acceso a la tecnología correspondiente a sus condiciones agro-socioeconómicas.

A partir del año 1985, se inició el Programa de Asistencia Técnica que tiene como propósito asistir a los productores en las áreas ecológicamente aptas para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, sorgo) y que los cultivan en forma tradicional (Betanco, J. A., 1989). Es por ello que la implementación de nuevas tecnologías constituye el recurso más prometedor para lograr el desarrollo socioeconómico de un país (Gutiérrez, J. M., 1972).

En la IV región durante los ciclos agrícolas 87 y 88, se condujo como eje fundamental del Programa de Desarrollo Tecnológico y Asistencia Técnica Dirigida, las áreas del Sistema de Generación y Transferencia de Tecnología; este componente tuvo como metodología de trabajo, la investigación en las fincas de agricultores con la participación activa de estos (Investigación participativa). Las variables tecnológicas sujetas a este estudio fueron seleccionadas de acuerdo a un sondeo "liviano" realizado con técnicos y productores de la región:

Este trabajo está basado en las áreas de experimentación y validación que se llevaron a cabo en maíz midiendo la variable Nitrógeno x Densidad, teniendo como objetivos estudiar el comportamiento de diferentes niveles de densidad poblacional con dosis crecientes de nitrógeno para un nivel óptimo de densidad poblacional-Nitrógeno, identificar las densidades poblacionales óptimas y mejorar la eficiencia del uso del Nitrógeno en las condiciones en que se desenvuelve el agricultor bajo el Programa de Desarrollo Tecnológico y Asistencia Técnica (P.D.T.A.T), en la IV región. En este trabajo se plantearon las siguientes hipótesis:

- 60 kg N/Ha, es la dosis que se debería de aplicar a plantaciones de maíz, en las seis localidades a evaluar en la IV región de Nicaragua.
- 30,000 plts/Ha de maíz, es una densidad poblacional muy baja en las seis localidades a evaluar en la IV región de Nicaragua.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. Descripción del lugar y del experimento

#### 2.1.1. La IV región

Nicaragua está dividida en seis regiones y tres zonas especiales. La IV región está ubicada al suroeste del país, partiendo desde Managua hasta Costa Rica, entre el Océano Pacífico y el Gran Lago de Nicaragua o Cocibolca. Tiene cuatro departamentos: Carazo, Masaya, Granada y Rivas.

La superficie que alcanza es de 4,700 kilómetros cuadrados y la población aproximada es de 600,000 habitantes. La altitud es de 38 a 600 m.s.n.m. (exceptuando los volcanes que ascienden hasta 1,200 m). El punto más bajo es el litoral del Pacífico, y el más alto es la meseta de Carazo.

Las precipitaciones se presentan de mayo a octubre con totales anuales de 800 mm. a 1,400 mm. según la altura y su ubicación geográfica. (Olivares L., 1989 Comunicación Personal)

La estructura de la tenencia de la tierra varió después del triunfo de la Revolución Popular Sandinista, puesto que la tierra ha sido entregada a los campesinos y se crearon empresas estatales. (Betanco, J.A., 1989) Ver cuadro #1

**Cuadro #1: Tenencia de la tierra en la IV región (en porcentaje).**

Sectores de Propiedad	1978	1983	1987
Pequeños y Medianos Propietarios	52	40	40
Grandes Propietarios	48	18	--
Sector Privado	100	58	45
Sector Cooperativo	0	14	30
Sector Estatal (A.P.P)	0	28	25

Fuente: Dirección General de Reforma Agraria, 1988.

## 2.1.2. El Diseño Experimental

Se establecieron seis (6) ensayos en la época de primera (Junio), durante los ciclos agrícolas de 1987 y 1988; ubicándolos en fincas de agricultores (Cooperativas Agrícolas Sandinistas) y una empresa del APP (Empresa Camilo Ortega), en las localidades siguientes:

**Cuadro #2: Localidades donde se establecieron los ensayos (1987 y 1988)**

Localidad		1987	1988
Los Altos (Masaya)	Coop. Paul González	x	x
Los Altos (Masaya)	Coop. Santa Juana	x	-
Los Potrerillos (Jinotepe)	Coop. Alvaro Ramirez	x	x
San Diego (Diriomo)	Coop. Mercedes Cubillo	x	x
Los Malacos (Granada)	Empr. Camilo Ortega	x	x
Rivas	Coop. Ezequiel #4	-	x
La Granadilla (Nand.)	Coop. Héroes y Mártires	x	x

Para Nicaragua varios investigadores han recomendado diferentes niveles de fertilización nitrogenada y densidades poblacionales para maíz (Ver cuadro #3).

**Cuadro #3: Niveles de Fertilización y densidades Poblacionales de maíz recomendados en Nicaragua**

Autor	Año	Variedad	Ferti. Nitrog. (kg/Ha)	Dens. Poblac. (plts/Ha)
M.A.G.	1954	Cuba M-11	127	70,582
M.A.G.	1954	PD(NS) 6	Sin	35,795
Pineda, C.	1954a	PD(NS) 6	139	35,500 a 74,000
Pineda, C.	1954b	PD(NS) 6	91-182-237	55,500 a 74,000
M.A.G.	1955	Cuba M-11	127	52,937
M.A.G.	1955	PD(NS) 6	Sin	35,795
M.A.G.	1955	Cuba M-11	64	52,934
Salazar, A.	1956a	----	45.5	52,500
Salazar, A.	1956b	----	Sin	35,500
Salazar, A.	1964	----	64	53,000
Tapia, H. y L. Pineda	1969	H-507	64.5	71,000
Ballesteros, P.	1972	Salco y Altaño	64.5	52,000
Bojorge, G.	1972	Tropicano-70	96.7	83,609
		Var. híbridas de maíz, porte bajo	64 (Matag.) 180 (Rivas) 240 (Masaya)	54,350
Moreno, A.N.	1967	Roblox H-503 Criollo Sabana Grande	No se pudo obtener	70,562
Tapia, H. et al	1967	Var. Precoces Interm.-Tardías	No se pudo obtener	35,500
Moreno, N. y Tapia, H.	1967	No se pudo obtener	No se pudo obtener	30,938
Espinoza, S. y Tapia, H.	1967	Sabana Grande	" "	40,000
Midinra	1985	Variedades: Precoces Intermedias Para zonas con escasa precipitación	40 - 45	64,048 - 85,387
Castillo, A.	1988	NB-3 y NB-6	50 y 150	35,587 20,000 40,000 60,000
Dulcire, M.	1988	NB-6	50 y 100	51,120 55,337 58,560 62,437
Midinra, DGTA-DEA DSA - CIRAD	1989	NB-6	50 y 100	54,386 54,670 58,220 60,065 64,610

Basado en ello los factores evaluados fueron:

- Nitrógeno                    0 - 60 - 120 kg/ha  
                                  (0 - 92 - 184 lbs/mz), o sea  
                                  0,2,4 qq/mz de urea 46%
- Densidad poblacional    42 - 64 - 86 miles de plts/ha  
                                  (30 - 45 - 60 miles de plts/mz)

Se utilizó un diseño de bloque completo al azar con arreglo factorial 3x3, con 4 repeticiones.

La variedad utilizada fue NB-6, material nacional de maíz recién liberado por el Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos (C.N.I.G.B), de mayor uso en la IV región.

La parcela experimental constó de 6 surcos de 5 metros de longitud y 0.8 metros entre surcos. La parcela útil fueron los cuatro surcos centrales eliminando las plantas de las cabeceras hasta 0.5 metros. Se hizo un agrupamiento de las repeticiones para obtener los promedios de las seis localidades y luego se hizo el análisis estadístico basado en el diseño experimental utilizado. Se utilizó Newman and Keuls al 5% de probabilidad para hacer la separación de medias; todo ello para la variable rendimiento de grano de maíz.

## 2.2. Manejo Agronómico del cultivo

La preparación del terreno para la siembra y las demás prácticas agronómicas, fueron realizadas por los propios agricultores de manera idéntica al manejo de sus áreas comerciales. De manera general, estas consistieron en:

- Chapia barrida y quema del rastrojo del cultivar anterior
- Roturación mecanizada del suelo:
  - Un pase de arado
  - Dos pases de grada
  - Raya de siembra
- Uso de fórmulas completas de fertilizantes:
  - 129 kg/Ha de 12-30-10
  - (Dos qq/mz de 12-30-10)
- Aplicación de insecticida al suelo:
  - Furadán 5G      20 kg/Ha (30 lbs/mz)
- Control de malezas con herbicida pre-emergente:
  - Atrazina          4.26 lbs/Ha (3 lbs/mz)

- Dual 1.42 lt/Ha (1 lt/mz)

- Aplicación de insecticidas al follaje en base a recuentos de infestación de plagas:

- Lorsban 4E 1.42 lt/Ha (1 lt/mz)  
- Decis 355 cc/Ha (250 cc/mz)

- Fraccionamiento de la dosis de nitrógeno:

25 DDE (1/3 de la dosis recomendada por tratamiento)

45 DDE (2/3 de la dosis recomendada por tratamiento)

### III. EVOLUCION DE LOS NIVELES RECOMENDADOS DE DENSIDAD POBLACIONAL DE MAIZ.

Salazar, B.A., 1961; resume la labor experimental en el Departamento de Agronomía del Ministerio de Agricultura y Ganadería entre los años 1954-1956; en relación con algunas labores culturales del maíz.

En base a las experiencias realizadas en "La Calera" Managua, entre 1954 y 1956; y en Chinandega en 1955-1956, para las condiciones de suelo y clima de estas localidades y con variedades de maíz del tipo PD (MS) 6, la población de plantas por hectáreas más convenientes, cuando no se aplican abónos es de 35,500 plantas por hectárea (25,000 plts/mz). Esta población se consigue dejando crecer una planta cada 12 pulgadas (30 cms); dos plantas cada 24 pulgadas (60 cms); ó 3 plantas cada 36 pulgadas (90 cms), en surcos separados a 36 pulgadas (90 cms).

Cuando se aplican al suelo 70 kg de nitrógeno (Urea 46%) por hectárea (100 lbs de N/mz), la población puede elevarse aproximadamente a 53,250 plts/Ha (37,500 plts/mz). Esta población se consigue dejando crecer 3 plantas cada 24 pulgadas (60 cms) en surcos separados a 36 pulgadas (60 cms). (Vila Ilos, O.A., 1966)

Usando la variedad PD(MS) 6, se efectuó un ensayo de densidad poblacional en siembra de primera y sin adición de fertilizantes al suelo, en el cual se encontró que la población más productiva fue la de 35,795 plantas por hectárea (25,208 plts/mz) con un rendimiento de 3,430 kg/ha (53.9 qq/mz), sembrando tres plantas cada 36 pulgadas (90 cms) en surcos separados a 36 pulgadas (90 cms). La misma población sembrando dos plantas cada 24 pulgadas (60 cms) y una planta cada 12 pulgadas (30 cms) rindieron 2,768 kg/ha (43.4 qq/mz) y 3,163 kg/ha (49.7 qq/mz) respectivamente. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1954)

En siembra de primera y sin adición de fertilizantes al suelo usando la variedad PD(MS)6, se observó que la población más rendidora fue la de 35,795 plantas por hectárea (25,208 plts/mz) con rendimientos de 4,270 kg/ha (67.1 qq/mz), cuando se siembran tres plantas cada 36 pulgadas (90 cms). La misma población sembrando dos plantas cada 24 pulgadas (60 cms) y una planta cada 12 pulgadas (30 cms), rindió 4,124 kg/ha (64.8 qq/mz), y 3,786 kg/ha (59.5 qq/mz) respectivamente. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1955).

Con el híbrido Cuba M-11 en siembra de primera, se llevó a efecto un ensayo de densidad poblacional y distintos niveles de fertilización, en el que se encontró que el rendimiento óptimo fue de 6,453 kg/ha (101.4 qq/mz), con la población de 70,582 plantas por hectárea (50,416 plts/mz), sembrando dos

plantas cada 12 pulgadas (30 cms) y con los niveles de fertilización de 127-127-64 kg de NPK/hectárea (200-200-100 - libras de NPK por manzana). (Ministerio de Agricultura y Ganadería 1954)

Con una población de 52,937 plts/ha (37,812 plts/mz) para el mismo híbrido, sembrando tres plantas cada 24 pulgadas (60 cms) el testigo rindió 3.952 kg/ha (62.1 qq/mz); y para los niveles de 127-127-64 kg de NPK por hectárea (200 - 200 - 100 lbs. de NPK/mz) rindió 6,134 kg/ha (96.4 qq/mz). (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1955.

En siembra de postrera y con el híbrido Cuba 7-11, se llevó a efecto un ensayo de densidad poblacional y distintos niveles de fertilización en el cual se determinó que la población de 52,934 plantas por hectárea (37,812 plts/mz), tres plantas cada 24 pulgadas (60 cms), fue la que rindió más con 4,874 kg/ha (76.6 qq/mz) y los niveles de 64-0-0 kg de NPK por hectárea (100-0-0 lbs de NPK/mz). En estos resultados se notaron que los rendimientos aumentan notablemente cuando se hace una aplicación comprendida entre 64-0-0 y 127-64-64 kg de NPK por hectáreas respectivamente (100-0-0 y 200-100-100 libras de NPK por manzana), y cuando la población aumenta de 35,795 a 53,693 plantas por hectáreas (25,208 a 37,812 plts/mz). (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1955)

Salazar, A., 1956a; concluyó que cuando se aplican 45.5 kg de nitrógeno (100 libras de nitrógeno) en forma de urea 46% al suelo, la población de maíz se puede aumentar hasta 52,500 plantas por hectárea (37,500 plts/mz), sembrando tres plantas cada 24 pulgadas (60 cms).

Moreno, A. N. 1967, realizó un estudio de densidad de siembra sobre cuatro caracteres en dos variedades de maíz. Utilizó densidades poblacionales de 70,582; 35,795; 23,863 y 17,898 plantas por hectárea (50,416; 25,208; 16,805 y 12,604 plantas por manzana) respectivamente. Estas se obtuvieron con 6, 12, 18 y 24 pulgadas (15, 30, 45 y 60 cms) entre plantas y 36 pulgadas (90 cms) entre surcos; llegando a concluir que la distancia de 6 pulgadas (15 cm) entre plantas es la mejor en cuanto a la producción de grano, siendo la densidad poblacional de 70,582 plantas por hectárea (50,416 plts/mz), la que mejor rindió para el ROCAMEX H-503 y Criollo Sabana Grande.

Ballesteros, S. P., 1972; realizó un ensayo en Los Altos, Masaya; utilizando la variedad Tropicano-70, maíz enano de origen mexicano para evaluar cinco densidades poblacionales, cinco distancias entre surcos y cinco niveles de fertilización edáfica. Concluyó que los mayores rendimientos se obtuvieron con 83,609 plantas por hectárea (59,721 plantas/manzana), con una distancia de 10 pulgadas (25.4) entre surcos y un nivel de fertilización de 96.7 , 4.96, 64.5

kilogramos de NPK por hectárea (150 - 150 - 100 libras de NPK/manzana).

Moreno, N., citado por Tapia, H., 1980; reporta que al plantar 71,313 plantas por hectárea (50,938 plantas/manzana), se obtiene un mejor aprovechamiento de la tierra y de las variedades sembradas. Esta densidad se obtiene sembrando el maíz a 36 pulgadas (90 cm) y una semilla por golpe a 6 pulgadas (15 cm) entre sí.

Tapia, H., et al, 1967; reportan que al aumentar la densidad poblacional en variedades de maíz tardías, los rendimientos se incrementan en un 15%, en variedades de maíz intermedios los rendimientos se incrementan en un 26% y en variedades de maíz precoces, los rendimientos se incrementan en un 40%; todo esto sobre la base de 35,500 plantas por hectárea (24,942 plts/mz).

Pineda, C., 1954a, citado por Tapia, H., 1980; reporta que las variedades tardías responden bien cuando son sembradas a densidades de población comprendidas de 55,000 a 74,000 plantas por hectárea (38,643 a 51,992 plts/mz); aplicando una fertilización de 139.0 - 139.0 - 64.5 kilogramos por hectárea de NPK. Así mismo, recomienda que al sembrar maíz sin fertilización, la densidad poblacional más adecuada es de 37,000 plantas por hectárea (25,996 plts/mz).

Espinoza, S., 1967 citado por Tapia, H., 1980; reporta que las variedades criollas precoces representadas por Sábana Grande; mostró su mayor comportamiento al sembrarla a 40,000 plantas por hectárea (28,104 plts/mz).

Tapia, H. y Pineda, L., 1969; reportan que las mayores combinaciones de densidad poblacional y niveles de fertilización NPK, para variedades específica, resultó ser:

Variedad	Densidad Poblacional plts/ha	plts/mz	Niveles de NPK (Kg por hectárea)
H-507	71,000	49,825	64.5 - 64.5 - 38.7
Salco	52,000	36,535	64.5 - 64.5 - 38.7
Alteño	52,000	36,535	64.5 - 64.5 - 38.7

Urbina, H., 1972 citado por Tapia, H., 1980; reporta que variedades de porte alto como el NA-1, permiten densidades poblacionales de 60,000 plantas por hectárea (42,156 plts/mz), con niveles de fertilización de 80.6 - 80.6 - 32.0 kilogramos por hectárea de NPK; con esta combinación obtuvo un incremento del rendimiento hasta en un 10% sobre el testigo convencional.

Bojorge, G., 1972; reporta que los mejores rendimientos se obtienen al aplicar fertilizante a niveles de 60-90-32 kilogramos de NPK por hectárea para Matagalpa; 180-30-32 kilogramos de NPK por hectárea para Rivas y 240-60-32 kilogramos de NPK por hectárea para Masaya. Utilizando variedades híbridas de maíz de porte bajo empleando la densidad poblacional de 54,350 plantas por hectárea (38,186 plts/mz).

Pineda, C., 1954b, citado por Tapia, H. y Pineda, L., 1969; logró rendimientos que variaron de 4,517 a 5,034 kilogramos de grano por hectárea al usar poblaciones de 55,500 a 74,000 plantas por hectárea (38,994 a 51,992 plantas/manzana), correspondiendo también aplicaciones de nitrógeno a niveles de 91-182 y 237 kilogramos por hectárea, con una base de 45 a 91 kilogramos por hectárea de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente.

Salazar, A., 1956b y 1964, citado por Tapia, H. y Pineda, L., 1969; indica que sin aplicación de fertilizantes al suelo, la población más conveniente resulta ser de 35,500 plantas por hectárea (24,942 plantas/manzana); pero si se aplican 64 kilogramos de nitrógeno por hectárea, la densidad poblacional puede aumentarse hasta 53,000 plantas por hectárea (37,238 plantas/manzana).

En Nicaragua, con los cultivares de maíz, variedades NB-3 y NB-6; se encontró diferencias significativas entre las densidades poblacionales 20, 40 y 60 mil plantas por hectárea (14,052 - 28,104 y 42,156 plantas/manzana). (Castillo, G. A., 1988)

En siembra a máquina con variedades precoces, se recomiendan distancias de 30 pulgadas (75 cm) entre surcos y de 2 a 3 pulgadas (15 a 20 cm) entre plantas, logrando poblaciones de 85,397 y 64,048 plantas por hectárea (68,000 y 45,000 plts/mz) respectivamente.

Para variedades intermedias deberán sembrarse de 33 a 36 pulgadas (82 a 90 cm) entre surcos y a 6 pulgadas (15 cm) entre plantas, logrando poblaciones de 56,931 a 64,048 plantas por hectárea (40,000 a 45,000 plantas/manzana). Las poblaciones anteriormente anotadas requieren de suficiente humedad disponible siendo la distribución por golpe de 2 a 3 semillas.

Para zonas con precipitación escasa deben usarse poblaciones de 35,587 plantas por hectárea (25,000 plts/mz), a 33

pulgadas por 12 pulgadas (82 cms por 30 cms). Ver cuadro #13 en anexo. (Dirección de Granos Básicos, MIDINRA, 1985)

Dulcire, M., 1988; en un estudio sobre 163 lotes comerciales de maíz (Agricultores individuales y cooperativas), del Programa de Desarrollo Tecnológico y Asistencia Técnica (PD-TAT), de la IV región de Nicaragua; abarcando un área de 4,760 ha (6,800 mz), constató para el año 1987 que la densidad poblacional a la cosecha es el factor que más expresa las diferencias de rendimiento.

Los resultados se detallan a continuación:

Clase de Rendimiento (qq/mz)	Dens. poblacional inicial (miles de plts/mz)	Dens. poblac. final (miles de pts/mz)
<40	46.00	35.97
40-55	47.94	38.97
55-70	55.91	41.24
>70	63.13	43.97
Prueba de Fischer	M.A.S. (*)	M.A.S.

Midinra, DGTA, DEA, DSA-CIRAD, 1989, en un estudio sobre 187 lotes comerciales de maíz (Agricultores individuales y cooperativas), del Programa de Desarrollo Tecnológico y Asistencia Técnica (PDTAT) de la IV región de Nicaragua; abarcando un área de 5,000 ha. (7,000 mz), constató para el año 1988 que la densidad poblacional a la cosecha es el factor que más expresa las diferencias de rendimiento.

(\*); Muy altamente significativo  $P < 0.001$

Los resultados se detallan a continuación:

Clase de Rendimiento (qq/mz)	Dens. poblacional inicial (miles de plts/mz)	Dens. poblac. final (miles de pts/mz)
<30	48.3	38.3
30-40	46.6	38.5
40-50	49.0	41.0
50-60	53.4	42.3
>60	59.2	45.5
Prueba de Fischer	M.A.S. (*)	M.A.S.

Padgett, R., 1963; determinó que la población más adecuada para obtener rendimientos mayores de grano, es la de 39,852 plantas por hectárea (28,000 plts/mz), sembrando a 40 pulgadas (102 cms) entre surcos y 10 pulgadas (25 cms) entre plantas.

Orsénigo, J., 1957; usando las variedades Venezuela 1 y Venezuela 3; efectuó estudios sobre la densidad de población en maíz, llegando a la conclusión que la más adecuada para el cultivo es la de 40,000 plantas por hectárea equivalente a 28,169 plantas por manzana, sembrando a 32 pulgadas (81 cms) entre surcos con una planta cada 12 pulgadas (30 cms) ó dos plantas cada 24 pulgadas (60 cms).

Johnson, T. et al, 1962; realizaron estudios sobre densidades de población de 40,000 plantas por hectárea (28,169 plts/mz), sembrando tres plantas por golpe cada 30 pulgadas (75 cms) en surcos separados a 36 pulgadas (90 cms); produjo rendimientos de 3,182 a 3,636 kg/ha (50 a 57 qq/mz).

En Costa Rica se efectuó otro experimento sobre densidad de población concluyendo que la distancia de siembra para el cultivo de maíz es de 36 pulgadas (90 cms) ó 39.4 pulgadas (100 cms) entre surcos y 20 pulgadas (50 cms) entre plantas; depositando dos plantas por golpe ó una planta cada 10 pulgadas (25 cms). Usando estas distancias se obtuvieron densidades poblacionales de 39,200 a 42,000 plantas por hectárea (28,000 a 30,000 plts/mz). (Anónimo, 1963)

De la Peña, R., 1958; realizó estudios sobre densidades de población con distintos niveles de fertilización usando el híbrido H-1, y encontró que la población que produjo mayores rendimientos fue la de 67,200 plantas por hectárea (48,000 plts/mz), con niveles de 95.5-32-32 kg de NPK por hectárea

(\*): Muy altamente significativo  $P < 0.001$

(150-50-50 libras de NPK por manzana); poblaciones mayores con otros niveles tienden a rendir menos.

Méndez, J. L., 1964; demostró que la densidad de población más adecuada oscila entre 40,000 y 60,000 plantas por hectárea (28,571 y 42,857 plts/mz), respectivamente, con buena fertilización.

Puentes, E. et al 1963; efectuaron investigaciones sobre densidad de población en maíz, llegando a concluir que las mejores poblaciones fueron las de 35,000, 40,000 y 45,000 plantas por hectárea (25,714, 28,571 y 32,143 plts/mz), respectivamente.

Robles, S. et al, 1963; realizaron estudios para determinar la población óptima en maíz. Ellos determinaron que la distancia de siembra debe ser de 9 pulgadas (23 cms) entre plantas y 36 pulgadas (90 cms) entre surcos, lo cual da una población de 51,800 a 54,600 plantas por hectárea (37,000 a 39,000 plts/mz).

Pruebas de densidades de siembra, realizadas con híbridos Pogy T-65 y el Pioneer X-305, en Panamá, demostraron que el mayor incremento en la producción de maíz se obtenía con poblaciones que fluctuaban entre 50,000 y 55,000 plantas por hectárea (35,714 y 40,000 plts/mz). Con la variedad PD (MS) 6, se observó que poblaciones entre 40,000 y 50,000 plantas por hectárea (28,571 y 35,714 plts/mz), fueron las que produjeron los rendimientos más altos y con densidades superiores, se notaba un descenso progresivo de los rendimientos. Con la variedad Selepa (selección de maíces Panameños), se utilizaron poblaciones de plantas que fluctuaron entre 40,000 y 80,000 plantas por hectárea (28,571 y 57,143 plts./mz), encontrándose que los rendimientos más altos se obtuvieron en las parcelas con mayor densidad de siembra. Aunque el análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre tratamientos, se notaba la tendencia de incrementos en los rendimientos a medida que la densidad poblacional aumentaba hasta 80,000 plantas por hectárea (57,143 Plts./mz). [Cajar, S. A.; Ureña, L. y Aráuz, J. R.; 1971].

Espino, Q. D. A. ; 1972, determinó que a medida que se aumenta la densidad de población, la producción de maíz en grano seco es mayor, siendo muy similar entre 30,000; 40,000 y 50,000 plantas por hectárea (21,429; 28,571 y 35,714 plts./mz).

Montés, E., 1954; en un ensayo durante tres años consecutivos en la Estación Agrícola Experimental de San Andrés, obtuvo el rendimiento máximo de 4.18 Toneladas métricas por hectárea (4,180 kg/ha), a 74,291 plantas por hectárea (52,065 plts./mz).

Córdoba, H., Vega, L. y González, M., 1972; reportan los rendimientos más altos a 71,000 plantas por hectárea (50,714 plts./mz).

Salas, C., 1970; en un experimento realizado en Costa Rica, obtuvo los mejores rendimientos: 8.74 y 8.65 Tm/ha (8,740 y 8,650 kg/ha), cuando las distancias entre plantas fueron de 6 y 10 pulgadas (15 y 25 cms), respectivamente, manteniendo 30 pulgadas (75 cms) entre surcos para 90,000 y 52,000 plantas por hectárea (64,286 y 37,143 plts./mz).

Arias, F.R. y Barahona, M., 1976; llevaron a cabo un ensayo donde se evaluaron dos densidades poblacionales; 75,000 y 100,000 plantas por hectárea (53,571 y 71,428 plts/mz), con tres métodos de siembra. Surcos sencillos distanciados 31 pulgadas (79 cms) y surcos dobles distanciados a 47 pulgadas (120 cms); utilizando dos variedades; H-8 y CENTA MI-8. Ellos concluyeron que los mejores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos SD a 31 pulgadas (79 cms) con 75,000 plantas por hectárea (53,571 plts/mz); SD a 47 pulgadas (120 cms) con 100,000 plantas por hectárea (71,428 plts/mz) y SS a 31 pulgadas (79 cms) con 75,000 plantas por hectárea (53,571 plts/mz); siendo la variedad CENTA MI-8, la que tuvo los mejores rendimientos.

Robles, O.S.D., 1966 y Gómez, P.J.L., 1969; concluyen que para la variedad Nuevo León V.S.-1, en el campo agrícola experimental de Apodaca, Nuevo León, la densidad de 40,000 plantas por hectárea (28,571 plts/mz), fue la mejor en lo que respecta a buenos rendimientos.

Velásquez, M.R.R. y Fuentes, A., 1975; reportan que observaron diferencias altamente significativas con el aumento de la densidad poblacional en dos localidades de Guatemala. Para la localidad de Labor Ovalle, la densidad poblacional de 50,000 plantas por hectárea (35,714 plts/mz), produjo los máximos rendimientos por unidad de área. Para la localidad de Cuyuta, la densidad poblacional de 60,000 plantas por hectárea (42,857 plts/mz), fue la que produjo los máximos rendimientos por unidad de área.

Arias, F.R., 1975; reporta que la mejor distancia de siembra es la de 8 pulgadas (20 cms) entre plantas para una densidad poblacional de 52,248 plantas por hectárea (37,320 plts/mz), en lo que se refiere a rendimiento de grano y capacidad de expansión del maíz palomero M.L. V.S-100.

Hernández, B.J.R. y Rosario, F., 1975; reportan que con densidades poblacionales de 44,444 plantas por hectárea (31,746 plts/mz), obtuvieron rendimientos de 4,047 kg/ha (64 qq/mz) y 3,806 kg/ha (60 qq/mz), empleando las distancias de 29.5 pulgadas (75 cms) entre surco y 12 pulgadas (30 cms) en-

tre plantas; 20 pulgadas (50 cms) entre surcos y 16 pulgadas (40 cms) entre plantas, respectivamente.

Del Rosario, R. y Vargas, M.D., 1981; recomiendan para la sub-zona de Pedro Corto, en San Juan de la Maguana, República Dominicana, la densidad poblacional de 50,000 plantas por hectárea (35,714 plts/mz), usando la variedad Tuza Fina con un marco de siembra de 31 pulgadas (80 cms) entre surcos y 20 pulgadas (50 cms) entre plantas.

Bieber, J.L., 1975; utilizando densidades poblacionales de 52,266 plantas por hectárea (37,333 plts/mz) y 39,200 plantas por hectárea (28,000 plts/mz), obtuvo rendimientos de 4,009 kg/ha (63 qq/mz) y 3,245 kg/ha (51 qq/mz), empleando la variedad de maíz H-3, sembrada a dos surcos por cada 59 pulgadas (150 cms) comparada con dos surcos cada 79 pulgadas (200 cms).

Estudiando en un ensayo el comportamiento de tres variedades de maíz en surcos dobles (Bieber, J.L., 1976), reporta los siguientes rendimientos con surcos dobles a 47 pulgadas (120 cms) y 65,332 plantas por hectárea (46,666 plts/mz).

Variedad	Rendimiento	
	kg/ha	qq/mz
H-5	3,525	55.40
H-3	4,271	67.11
CENTA MI-8	3,827	60.14

Fuente: Bieber, J.L., 1976

Pendleton, J.W. y Sief, R.D., 1959; concluyeron que las curvas de rendimiento de grano contra la densidad poblacional de maíz enano, demostraron características similares a las curvas obtenidas con maíz normal en proporciones de siembra en experimentos anteriores. Los rendimientos aumentaron con densidades de 30,000 a 50,000 plantas por hectárea (21,429 a 35,714 plts/mz) y disminuyeron gradualmente al aumentar la densidad a 80,000 plantas por hectárea (57,143 plts/mz). El aumento en densidad de población produjo un aumento de plantas sin mazorca. Rendimientos más elevados de grano, se obtuvieron con distancias de surcos de 29.5 pulgadas (75 cms), ajustando la densidad poblacional a 50,000 plantas por hectárea (35,714 plts/mz).

Campbell, C.M., 1965; efectuó pruebas de densidad poblacional con híbridos de maíz enano concluyendo que la mayoría de los híbridos alcanzaron un alto nivel de rendimiento con 42,500 plantas por hectárea (30,357 plts/mz), y los mantuvieron hasta cerca de las 55,000 plantas por hectárea (39,286

plts/mz). Al incrementar la densidad poblacional, las mazorcas por planta disminuyeron hasta el nivel de 43,440 plantas por hectárea (31,022 plts/mz), donde todos los híbridos eran frecuentemente de una mazorca. A mayor densidad de población se observaron plantas sin mazorca por primera vez.

#### IV. ANALISIS AGRONOMICO DE LA PROBLEMATICA EN LA RELACION DENSIDAD POBLACIONAL-RENDIMIENTO PARA MAIZ.

##### 4.1. Dinámica Poblacional y Factores Biológicos.

Hubber, C., citado por Aguilar, G.E., 1970; afirma que las densidades de población por unidad de superficie son atributos del complejo biótico y es un factor que requiere estudios especiales.

La población de plantas ha sido considerada, desde hace mucho tiempo, como uno de los factores más importantes en la determinación de los rendimientos y la proporción de los ingresos (Corville, W.L., 1962).

Después de los factores climáticos y fertilidad del suelo, las densidades de siembra inapropiadas han sido responsables de los rendimientos bajos obtenidos por los productores de maíz de los Estados Unidos. (Corville, W.L., 1967)

Sprague, G.F. y Larson, W.L., 1960; reportan que no existe una densidad óptima universal para el maíz. El objetivo en cualquier área es maximizar los rendimientos por unidad de superficie.

En la determinación empírica de la población óptima de plantas, generalmente se encuentra que existe una serie de poblaciones que producen rendimientos máximos, pero la diferencia en magnitud es pequeña. (Laird, R. y Lizárraga, H., 1959; Ramírez, P. y Laird, R., 1960)

Laird, R.J. et al, 1955; nos señala que la población óptima en la práctica, es el menor número de plantas por hectárea capaz de producir rendimientos máximos por unidad de superficie.

Es ahora generalmente aceptado, que la densidad de siembra óptima en maíz está sujeta a cambios. Por lo tanto, las densidades varían con la fertilidad y humedad del suelo, variedades utilizadas y porcentaje de germinación. (Rutger, J.F. y Crowder, L.V., 1967)

La densidad de siembra en maíz está sujeta y determinada por: la fertilidad del suelo, variedad utilizada, humedad del suelo y porcentaje de germinación.

La densidad de siembra variará con el tamaño y vigor de plantas, aumentando la densidad de población de plantas pequeñas (porte bajo) y precoces, disminuyendo en

poblaciones de plantas grandes (porte alto) y tardías.  
(Delorit, R.J. y Alghren, L.H., 1959)

Yao, A.Y. y Shaw, R.H., 1967; encontraron que existen factores que determinan el efecto de espacio y población sobre el rendimiento; entre los cuales citan: sombreo mutuo entre plantas, raleo, desuniformidad en la plantación, nutrientes para las plantas, enfermedades de las plantas y movimiento del bióxido de carbono.

Kiesselback, R. citado por Corville, W.L., 1962; sugiere que donde la humedad fuese limitada, la densidad poblacional debería ser reducida de acuerdo a las condiciones locales:

Giesbrecht, J., 1963; menciona que los aumentos de sombra debido al menor espaciamiento entre plantas probablemente hace decrecer la pérdida de la humedad del suelo, en el momento que más la necesitan las plantas.

Krantz, S.A., 1949; sugiere que la densidad poblacional del maíz debe ser baja para evitar la reducción del rendimiento en años secos y lo suficientemente densa para producir rendimientos altos en años húmedos.

Así mismo, las plantas con hojas erectas rinden más que aquellas con hojas caídas, probablemente porque las primeras se autosomborean menos. Una extensión lógica de esta hipótesis es que las plantas de hojas erectas podrían ser sembradas más cerca. (McClund, T. citado por Rutger, J.R. y Crowder, L.V., 1967)

Brown, E. et al, 1969; reportan que la población estimada como óptima, parece estar relacionada con el tamaño de las plantas o sea: plantas más pequeñas requieren densidades más altas para maximizar el rendimiento de grano.

#### 4.2. Efecto de la densidad sobre los caracteres agronómicos de las plantas.

Corville, W.L., 1962; observó que la densidad de siembra en maíz ha sido reconocida como uno de los factores más importantes que contribuyen a la producción de grano.

Delorit, R.J. y Alghren, L.H., 1959; reportan que las densidades altas aumentan el rendimiento de forraje, pero reducen la cantidad y calidad del grano.

Duncan, W.G., 1958; encontró que el logaritmo del rendimiento promedio individual de plantas de maíz, mantiene una relación lineal con la población.

Arias, F.R., 1975; en un estudio con seis densidades de población, encontró a través de la línea de regresión que por cada cinco centímetros que se aumente la distancia entre plantas, el rendimiento se disminuye en 300 kilogramos por hectárea.

\*Según Koedzhikov, K.H., 1972; el incremento en el número de plantas por unidad de superficie, incrementa el rendimiento de grano por hectárea.

Según Corville, W.L., 1968; la humedad relativa aumenta a medida que se incrementa la población. La luz que llega al suelo se reduce con los aumentos de la densidad poblacional. Las temperaturas del aire en el microecosistema no son afectadas por los incrementos de la densidad poblacional.

Vanderlip, R.L., 1970; encontró que bajo condiciones adversas de sequía, la densidad de siembra afecta muy poco los rendimientos.

Según Rutger, J.R. y Crowder, L.V., 1967; el número de mazorcas por cada 100 plantas disminuye a medida que se aumenta la población.

Mier, V.J.L., 1964; trabajando con densidades de siembra en maíz, reporta que al aumentar la densidad de siembra, se presentó la tendencia de incrementar el rendimiento y además encontró que la sanidad de mazorca aumenta a medida que se disminuye la densidad de siembra.

Termunde, D.E. et al, 1963; determinaron que los rendimientos en población causan un decrecimiento en el tamaño de mazorca y en la uniformidad de la planta.

Cuando se aumenta la población, el porcentaje de cuajado de grano baja, y la mazorca se hace más pequeña. (Espino, Q.D.A., 1972)

Arias, F.R., 1975; en su estudio determinó que la distancia entre plantas no influyó sobre los días a floración, días a la madurez fisiológica, longitud y diámetro de mazorca, grosor del tallo y porcentaje de acame de la variedad en estudio.

Fischbeck, G. y Aufhammer, W., 1971; Arias, F.R., 1975; determinaron que un aumento en la población causa un incremento en altura de planta.

Según Stickler, F.C., 1964; el área foliar se reduce al aumentar la población.

Stone, G. y Popov, R., 1976; encontraron que el potencial fotosintético (índice de área foliar y contenido de cloro-

fila), en maíz se ve más afectado por la densidad de siembra que por una aplicación de fertilizantes.

Arias, F.R. y Barahona, M., 1976; reportan que los días a floración de las dos variedades en estudio, no fueron afectados por las modalidades de siembra ni por las dos densidades de población. Asimismo, observaron la tendencia, que al aumentar la densidad poblacional aumenta la altura de plantas y mazorca.

Lutz, J.A. Jr. et al, 1971; observaron que el porcentaje de humedad en el grano no se ve afectado por la densidad de siembra.

Corville, W.L. y McGill, D.P., 1962; afirman que la maduración sufre un leve retraso; encontraron que con cada aumento de 9,886 plantas por hectárea (7,061 plts/mz), la humedad del grano se incrementa en un 0.37%.

Brunson, A.M., 1958; nos señala que en general, la densidad óptima de siembra para maíces palomeros, será aquella en la que existan de 1.25 a 1.75 más plantas por hectárea, que la densidad óptima para maíces dentados, en la misma zona.

#### 4.3. Nivel tecnológico y dominio del manejo del cultivo de maíz.

##### 4.3.1. Densidad de población usada actualmente en cultivos anuales.

En Nicaragua, la densidad de población usada en la mayoría de las siembras de granos básicos y otros cultivos afines ha mostrado tendencia a mantenerse en poblaciones de poca cuantía desde un inicio; este comportamiento se debe: a). poca cantidad de semilla empleada en la siembra, b). mala germinación de la semilla, c). siembras defectuosas, d). daños que recibe la densidad inicial por factores bióticos adversos, e). creencias originadas por la tradición de no usar fertilizantes químicos. Cualquiera de estas razones anotadas anteriormente, provoca que la densidad de población de plantas de un cultivo dado, se reduzca, consecuentemente incida este efecto en bajos rendimientos.

Para lograr una productividad óptima de un cultivar, se necesita trabajar en la ecología adecuada para el crecimiento de la especie en cuestión, disponer de semillas con alto potencial de productividad, preparar bien el suelo para siembra, sembrar adecuadamente, establecer y mantener la densidad de población óptima, disponer de la humedad adecuada

en el suelo ya sea mediante lluvia o a través de riego, proveer a la planta de los nutrientes que necesita para su crecimiento vigoroso y desarrollo eficiente, proteger las plantas contra los daños que ocasionan las malezas, insectos u otras plagas que hacen disminuir el rendimiento.

Como observamos, gran número de factores contribuyen a lo que nosotros conocemos como rendimiento, que al final de cuentas es el objetivo para el que se siembran las plantas cultivadas. Entre los factores que hemos enumerado anteriormente unos pueden ser modificados por el hombre, otros no; entre los primeros, los cambios no se hacen ni se pueden hacer al azar; sino que deben de mantenerse a cierto nivel, esto exige ajustes económicos que no perjudiquen drásticamente el comportamiento de la planta.

Es de notar que entre los segundos, las modificaciones se producen al azar, al ocurrir éstas, las consecuencias en su mayoría de veces son graves, deteriorando grandemente la planta y por ende disminuyendo el rendimiento.

Volviendo a los factores modificables por el hombre, la densidad de población juega un papel importante y puede manejarse en la forma que se juzgue más conveniente, de acuerdo a las circunstancias existentes, a fin de permitir la obtención de cosechas exitosas.

A qué se debe pues, la resistencia a modificar esas densidades bajas por otras altas que permiten acercarse al óptimo deseado?

En primer lugar, podemos señalar el desconocimiento del comportamiento varietal; pero esto no es imposible lograrlo, pues los campos de siembra comercial pueden ser usados como lotes de observación, pero éste no debe ser superficial solo de vista, sino que debe ser un ingrediente de gran utilidad en las futuras decisiones; éste es, el registro de fenómenos que ocurren y pueden ser cuantificados. Dicha información será de gran valor para el enriquecimiento de la experiencia sobre bases verdaderas y positivas.

En segundo lugar, y que pesa en forma decisiva, es el pensamiento constante de economizar en los costos, aunque de ello se derive, continuar o salir de la actividad, también es cierto que esa economía llega a extremos de generar efectos muy negativos.

Estos puntos de vista nos llevan a pensar que el éxito en toda actividad agrícola depende de la ponderación adecuada de

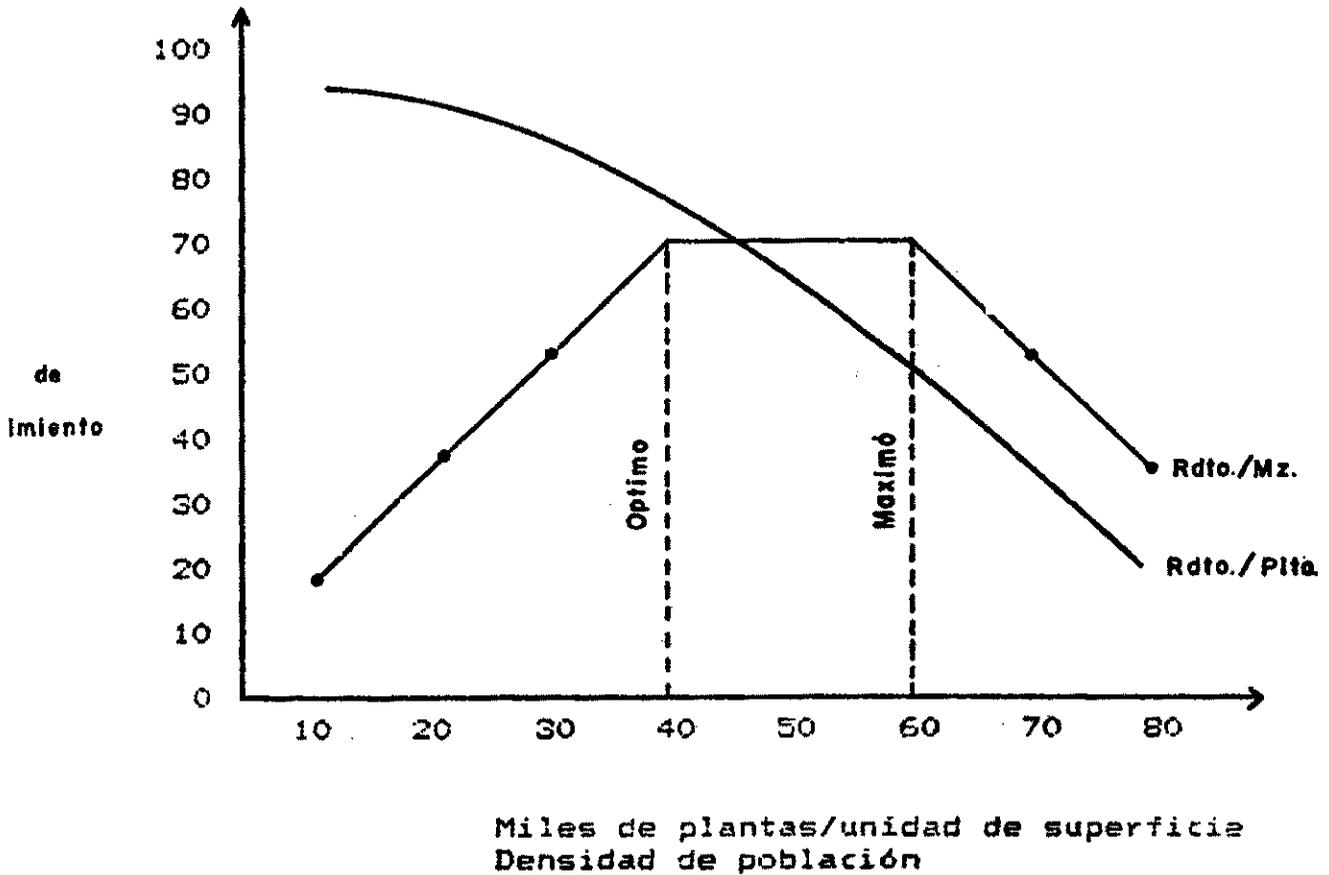
factores ecobiológicos y económicos, pero en ningún caso resulta conveniente polarizar la dirección a ninguno de los extremos.

#### 4.3.1.1. Qué es competencia?

Competir es el uso de los recursos disponibles por parte de un grupo de individuos que ocupan un área determinada. Entre esos individuos aparentemente iguales, existen algunos que poseen mejor aptitud para competir, lo que será ventajoso para ellos y perjudicial a los menos aptos. La competencia resulta desigual si algunos de ellos se les sitúan en condiciones desventajosas en relación a los demás, pero habrá casos en que estas desventajas ocurran para la totalidad de ellos y por eso resultan perjudicados todos; en estos casos la desventaja competitiva será sólo para una minoría de individuos. Por supuesto, debemos quedar claros que siempre que exista más de un individuo en un área determinada, cualquiera que sea el número de ellos, estamos frente a un caso de competencia.

Al considerar una unidad de superficie y también en ella la presencia de una planta, ésta por supuesto expresará todo su potencial de producción hasta donde le es posible hacerlo, esto quiere decir que no puede en ningún momento sobrepasar el límite que genéticamente tiene establecido. Si es así, de ésta planta obtendremos un fruto o la cantidad de frutos que produce una sola planta; en la medida que nosotros aumentemos el número de plantas en esa unidad de área, así mismo, va aumentando la productividad de dicha área pues lo que estamos haciendo es multiplicar la producción de un sólo individuo por el número de plantas presentes; pero éste aumento no es infinito, puesto que al aumentar las plantas también estamos aumentando la competencia y eso significa que cada planta de esas que están compitiendo producirá en algunos casos menos frutos, en otros casos producirán frutos de menor tamaño y peso hasta llegar a un extremo en que las plantas se volverán improductivas.

Esto podemos explicarlo en términos gráficos de la siguiente manera:



**Figura #1: Gráfica de densidad poblacional vrs. rendimiento de maíz**

Podemos observar tres fases del fenómeno cuando se aumenta la población:

- a). Ascenso hasta alcanzar el óptimo de la producción.
- b). Estabilización de la producción.
- c). Descenso de la producción.

Los cambios observados se deben a efecto de competencia, por tanto en todo cultivo lo que se desea lograr es alcanzar el punto óptimo o estar muy cerca de él; esto se obtiene racionalizando los recursos disponibles y manejando los factores adversos que en un momento dado pueden interferir su consecución.

#### 4.3.1.2. Densidad alta de población

El inicio de un cultivo con densidades altas de población permite determinar durante las etapas de crecimiento de las plantas, las poblaciones óptimas a mantener durante el ciclo vegetativo. Las ventajas más notables que se anotan al usar altas densidades de población consisten en:

- a). Manejar azares que conllevan disminuciones drásticas de población.
- b). Conseguir la terminación del período vegetativo de la planta dentro de los márgenes óptimos de población.

Se entiende que el uso de altas poblaciones está supeditada a la disponibilidad de suficiente humedad y a la aplicación de la tecnología necesaria requerida en cada caso. Esto significa que no basta con disponer aisladamente de altas densidades de población para obtener rendimientos elevados, sino que debe estar acompañada esta práctica con otras complementarias.

Las desventajas que se señalan comprenden condiciones ecológicas atípicas al cultivo y sobre todo disponibilidad restringida de humedad, además de la aplicación de tecnología tradicional. Por tanto deberá tomarse en consideración tales criterios antes de decidir sobre el uso de la práctica que señalamos.

#### 4.3.1.3. Cómo conseguir densidades de población óptimas

Es bien sabido que a mayor número de plantas que lleguen al momento de cosecha, así será también el rendimiento del producto a cosechar; esto resultará valioso hasta lograr el número óptimo de plantas por unidad de superficie.

La premisa consiste en iniciar con un número alto de plantas, pero la decisión de hacerlo debe basarse en:

- a). Conocimiento de la disponibilidad estacional de humedad (análisis frecuencial de las precipitaciones).
- b). Porte de la planta.
- c). Hábito de crecimiento
- d). Distribución estacional de plagas
- e). Tecnología por aplicar en:
  1. Fertilización
  2. Control de malezas, plagas, enfermedades
  3. Siembra: chorrillo, golpe.

Altas poblaciones pueden usarse desde un inicio sino se presentan limitantes que ocasionen modificaciones que afecten el comportamiento final de la planta. En ecología adecuada y tecnología óptima por aplicar, no se correrán muchos riesgos, siendo los factores a considerar para su ponderación el porte de la planta y el hábito de crecimiento.

Es de hacer notar que plantas con follaje vertical o en ángulos de 45 grados, pueden soportar mayor presión de densidad de población altas sin perjudicarse demasiado; este concepto es aplicable a gramíneas como el maíz, que se manejan con poblaciones altas.

Las siembras de maíz, especie anual que se somete a raleo frecuentemente, se inicia con poblaciones óptimas pero muy temprano del ciclo vegetativo son sometidas a raleo intenso que contribuye a disminuir notablemente la densidad poblacional que, al sumarle, la eliminación de plantas por efecto de azares, hace que el número de plantas efectivas queda a su mínima expresión.

**Cuadro #4: Distribución de fases en el ciclo vegetativo del maíz (*Zea mays* L.) variedad intermedia, en días y en porcentajes**

Fase Fenológica	Días	Porcentaje
Siembra/Germinación	4	3.7
Emergencia/Prefloración	53	49.0
Floración/Fecundación	2	1.8
Llenado de grano/Madurez fisiológica	49	45.5
Ciclo vegetativo	108	100.0

Fuente: D.G.T.A.-MIDINRA, 1980

En el cuadro #4, están anotados los períodos promedios en días de ocurrencia de las diferentes fases del ciclo vegetativo del maíz (variedad intermedia); estos valores se pueden usar de referencia para efectuar la práctica de raleo en el período de emergencia/prefloración.

Una vez que se ha decidido sembrar a altas densidades de población, se debe saber cual será la población de plantas deseadas; la disminución de plantas en área de siembra de maíz:

Podría ser provocado por:

- Una preparación del suelo deficiente.
- Baja viabilidad de la semilla.
- Bajo porcentaje de germinación.
- Una mala calidad de siembra.
- Las condiciones de clima.
- Ataque de plagas, etc.

Estimándose del 10 al 20 porciento; que para propósitos de cálculo, este valor se estima en un 15 porciento.

#### 4.3.1.4. Cálculo de constante para obtener densidades de población óptimas.

Una manzana es un cuadrado de 84 metros por 84 metros.

1. Determinamos la distancia entre surcos, sea de 28 pulgadas.
2. El número de surcos será de 3,300 pulgadas entre 28 pulgadas igual a 127.8 surcos.
3. Por medio de conteo determinamos el número de semillas que forman una libra, que para la variedad de maíz "La Máquina" es de 1.362.
4. De acuerdo a la población deseada calculamos el número de semilla por metro de surco.
5. Partiendo de seis semillas por metro lineal, tenemos que 84 metros por seis semillas/metro de surco es igual a 504 semillas por surco.
6. Las 504 semillas de un surco por el número de surco que tiene la manzana que para la distancia de 28 pulgadas entre surco, es de 1,178; obtenemos que en una manzana hay cabida para 59,371 semillas.
7. Esta cantidad de semillas representa en peso: 59,371 semillas entre el número de semillas que tiene una libra, que para nuestro ejemplo es de 1,362 semillas, el cociente es de 43.59 libras que representan lo necesario de semilla a sembrar para alcanzar una población inicial de 59,371 plantas por manzana, si el porcentaje de germinación fuese del 100%; como en la práctica no lo es, se debe recurrir a ajustes de la cantidad de semilla a sembrar, tomando en cuenta el 15% de estimación en pérdidas en post-emergencia de maíz. (Ver cuadro #5)

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1. Presentación y Análisis de los Resultados de campo 1987 y 1988

En anexo #14 y #15, se presentan los resultados de los análisis de varianza y pruebas de Newman y Keuls al 5%, de separación de medias para los ciclos agrícolas 1987 y 1988; siembras de primera, para las seis (6) localidades de la IV región; partiendo de los resultados del procesamiento computarizado de los datos por el programa "STATITCF". (Dulcire, M., 1987)

#### Factor Nitrógeno

La aplicación de las dosis de 60 y 120 kg N/Ha (92 y 184 lbs N/mz) o sea 2 y 4 qq de urea 46% por manzana, se tradujeron en aumentos significativos de los rendimientos, con relación al testigo: cero nitrógeno; entre sí, no existen diferencias significativas. (ver cuadros #6 y #7).

Las diferencias de rendimiento de grano debido a la aplicación de 60 y 120 kg N/Ha, están de acuerdo con los resultados obtenidos por otros investigadores (MAG, 1954-1955; Salazar, A. 1956 a 1954; Tapia, H. 1969 a 1980; Ballesteros, P. y Bojorge, G. en 1972, Castillo, A. 1968; Dulcire, M. 1988; Midinra-DGTA-DEA, DSA-CIRAD, 1989).

Cuadro # 6 Promedio de rendimiento (kg/ Ha) de grano de maiz para el factor Nitrógeno  
(Prueba de Nowman y Keuls 52) - 1987

Localidad	Nitrógeno (Kg N/Ha)	Rdto. Prom. (kg/Ha)	
Jinotepe	60	8,160	a
	120	8,860	a
Granada	60	4,460	a
	120	5,940	a
Nandaime	60	5,140	a
	120	5,020	a
Diriomo	60	6,210	b
	120	7,030	a
Masaya (Los Altos)	60	7,430	a
	120	7,800	a
Masaya (Sta. Juana)	60	7,160	a
	120	6,900	a
Agrupamiento	60	6,600	a
	120	6,920	a

**Cuadro #7: Promedio de rendimiento (kg/Ha) de grano de maíz para el factor Nitrógeno (Prueba de Newman y Keuls 5%) 1988**

Localidad	Nitrógeno (kg N/Ha)	Rdto. Prom. (kg/Ha)	
Jinotepe	60	3,670	a
	120	3,800	a
Granada	60	2,230	a
	120	1,980	a
Nandaime	60	5,090	a
	120	5,200	a
Diriomo	60	3,920	b
	120	4,430	a
Masaya (Los Altos)	60	5,785	a
	120	6,250	a
Masaya (Sta. Juana)	60	5,840	a
	120	6,100	a
Agrupamiento	60	4,380	b
	120	4,730	a

En el año 1987, se obtuvieron diferencias de rendimiento significativas (Newman y Keuls 5%), entre los niveles de 60 y 120 kg N/Ha; únicamente para la localidad de Diriomo.

En las otras localidades, no se obtuvieron diferencias significativas, lo mismo que para el agrupamiento.

En el año 1988, se obtuvieron diferencias de rendimiento significativas (Newman y Keuls 5%), entre los niveles de 60 y 120 kg N/Ha; tanto para la localidad de Diriomo como para el agrupamiento.

De la misma manera, en las restantes localidades no se obtuvieron diferencias significativas en este año.

En cuanto a la diferencia significativa observada en la localidad de Diriomo tanto para el año 1987 como para el año 1988; la textura del suelo como la profundidad de la capa de Talpatate, permite explicar parcialmente la mayor eficiencia de la dosis de 120 kg N/Ha (184 lbs N/mz) vrs. la dosis de 60 kg N/Ha (92 lbs N/mz). (ver anexos #4 y #5)

En el cuadro #8, se presentan las diferentes texturas y profundidades de la capa de talpetate, en cinco localidades de la IV región.

**Cuadro #8: Texturas del suelo y profundidades de la capa de talpetate, en cinco localidades de la IV región, Nicaragua**

Lugar	Textura	Promedio de la capa de talpetate
Diriomo	Franco arenoso-arena franca	Sin
Masaya (Los Altos)	Franco	52 cms.
Jinotepe	Franco arcilloso	Sin
Granada	Franco arcilloso	54-85 cms.
Nandaime	Franco areno fino	39-47 cms.

Fuente: Marín, E. OSPA-DGTA-MIDINRA 1989.

Así mismo; las precipitaciones en el año 1988 fueron más abundantes que en el año 1987, lo cual explica, también de manera parcial, las diferencias significativas observadas en Diriomo y para el agrupamiento, con respecto a la dosis de 120 kg N/Ha (184 lbs N/mz), vrs. la dosis de 60 kg N/Ha (82 lbs N/mz). (ver cuadros #18 y #19 en anexo).

### Factor Densidad Poblacional

El análisis de varianza del factor densidad poblacional, se condujo sin el testigo (0 Nitrógeno); el cual provoca una fuerte disminución de los rendimientos, para la densidad de 86,000 plantas por hectárea (60,000 plantas por manzana).

Las densidades poblacionales de 86,000 y 64,000 plantas por hectárea (60,000 y 45,000 plts/mz); permitieron obtener rendimientos superiores al testigo, que fué de 42,000 plantas por hectárea (30,000 plts/mz). Estos rendimientos superiores al testigo concuerdan con los resultados obtenidos por otros investigadores (Midinra-DGTA-DEA, DSA-CIRAD, 1989, Dulcire, M. 1989; Castillo, A. 1988; Tapia, H. 1969 a 1980)

Los resultados del ciclo agrícola 1987, revelan diferencias significativas (Newman y Keuls 5%), entre los niveles de densidad poblacional (ver cuadro #9).

**Cuadro #9: Promedio de rendimientos (kg/Ha) de grano de maíz, para el factor Densidad poblacional (Prueba de Newman y Keuls 5%). 1987.**

Localidad	Densidad Poblacional (plts/mz)	Rdto. Prom. (kg/Ha)	
Jinotepe	30,000	7,360	b
	45,000	7,950	b
	60,000	10,170	a
Granada	30,000	5,450	a
	45,000	6,010	a
	60,000	5,645	a
Nandaime	30,000	4,545	a
	45,000	4,980	a
	60,000	5,620	a
Diriomo	30,000	5,380	b
	45,000	6,880	a
	60,000	7,600	a
Masaya-Los Altos	30,000	6,690	b
	45,000	7,910	a
	60,000	8,250	a
Masaya-Sta. Juana	30,000	6,720	b
	45,000	6,955	b
	60,000	7,800	a
Agrupamiento	30,000	6,040	b
	45,000	6,780	a
	60,000	7,450	a

En Granada y Nandaime, no se encontró diferencias significativas entre los tres niveles de densidad poblacional. En Jinotepe y Masaya (Sta. Juana), la densidad de 60,000 plts/m<sup>2</sup>, difiere estadísticamente de las densidades de 45,000 y 30,000 plts/mz.

En Diriomo y Masaya (Los Altos), tanto la densidad de 60,000 plts/mz como la de 45,000 plts/mz; difieren estadísti-

camente con respecto al testigo (30,000 plts/mz); pero entre sí no se observaron diferencias significativas.

A nivel del agrupamiento, hubo diferencias significativas de las densidades de 60,000 y 45,000 plts/mz con respecto al testigo (30,000 plts/mz). Pero entre sí, tampoco se obtuvieron diferencias significativas (Newman y Keuls 5%).

El ciclo agrícola 1988, nos revela los siguientes resultados: (ver cuadro #10).

**Cuadro #10: Promedio de rendimiento (kg/Ha) de grano de maíz, para el factor densidad poblacional (prueba de Newman y Keuls 5%) 1988.**

Localidad	Densidad Poblacional (plts/mz)	Rdto. Prom. (kg/Ha)	
Jinotepe	30,000	3,340	b
	45,000	3,750	a
	60,000	4,020	a
Granada	30,000	1,760	a
	45,000	2,400	a
	60,000	2,170	a
Nandaime	30,000	4,460	b
	45,000	5,540	a
	60,000	5,640	a
Diriomo	30,000	4,200	a
	45,000	4,040	a
	60,000	4,275	a
Masaya-Los Altos	30,000	5,560	a
	45,000	6,220	a
	60,000	6,270	a
Masaya-Sta. Juana	30,000	6,030	a
	45,000	5,870	a
	60,000	6,010	a
Agrupamiento	30,000	4,240	b
	45,000	4,550	b
	60,000	4,730	a

En Jinotepe y Nandaime, las densidades de 60,000 y 45,000 plts/mz, se diferencian estadísticamente del testigo (30,000 plts/mz). Aunque entre sí no obtuvieron diferencias significativas (Newman y Keuls 5%).

Para las localidades de Granada, Diriomo, Masaya (Los Altos) y Rivas; no se obtuvieron diferencias significativas (Newman y Keuls 5%).

A nivel del agrupamiento, la densidad de 60,000 plts/mz, se diferenció de una manera significativa de los niveles de 30,000 y 45,000 plts/mz. Entre las densidades de 30,000 y 45,000 plts/mz, no se obtuvieron diferencias significativas.

### **La interacción Nitrógeno-Densidad**

Las densidades altas son las que permitieron valorizar mejor el Nitrógeno aplicado. Particularmente, la densidad poblacional de 86,000 plantas por hectárea (60,000 plts/mz), permitió valorizar la dosis de 120 kg N/Ha (184 lbs N/mz), en relación a la densidad de 64,000 plantas por hectárea (45,000 plts/mz). Sin embargo, la densidad más alta no valoriza mejor la dosis de 120 kg N/Ha que la de 60 kg N/Ha.

Así mismo, la densidad más alta es la que valoriza mejor las aplicaciones de 60 y 120 kg N/Ha (92 y 184 lbs N/mz), tanto a nivel del agrupamiento como en cada localidad. Este resultado se comprobó en el año 1987 como en el año 1988.

Esto se observa en los cuadros 6, 7, 9 y 10; donde los mayores rendimientos se obtuvieron con la mayor dosis de Nitrógeno (120 kg N/Ha) y la mayor densidad poblacional (60,000 plts/mz), para las seis localidades en los dos ciclos agrícolas (1987 y 1988).

## Rendimientos

Con respecto a los rendimientos, estos fueron más altos en el ciclo agrícola 1987, que el ciclo agrícola 1988. (ver cuadro #11). Los mayores rendimientos se encontraron con el nivel más altos de Nitrógeno (120 kg/Ha) y la densidad poblacional más alta (60,000 plts/mz). Ver cuadro 6, 7, 9 y 10.

**Cuadro #11: Rendimientos promedios (kg/Ha), de los ensayos de 1987 y 1988, de seis localidades de la IV región, Nicaragua**

Localidad	Año	
	1987	1988
Jinotepe	8,080	3,740
Granada	5,190	2,000
Nandaime	4,800	5,080
Diriomo	5,760	4,170
Masaya (Los Altos)	7,390	6,020
Masaya (Sta. Juana)	6,730	--
Rivas	--	5,800
Promedio	6,390	4,800

En 1987, los mejores rendimientos se obtuvieron en las localidades de Jinotepe, Masaya (Los Altos y Santa Juana), y Diriomo. Granada y Nandaime obtuvieron rendimientos más bajos.

En 1988, los rendimientos más altos se obtuvieron en las localidades de Masaya (Los Altos), Nandaime, Rivas y Diriomo. Siendo los más bajos los de Granada y Jinotepe.

Cabe señalar que los rendimientos de un año a otro, son parecidos tanto para Masaya (Los Altos), como para Nandaime.

En Granada, tanto para el año 1987 como para el año 1988, se nota un rendimiento más alto con la densidad intermedia de 64,000 plantas por hectárea (45,000 plts/mz). (ver cuadros #8 y #9).

Los rendimientos más bajos obtenidos en 1988 en la localidad de Granada comparándose con el año 1987, se debieron a:

### **Precipitación:**

En el año 1988, las cantidades de agua producto de las precipitaciones ocurridas de un lugar a otro, constituyeron un factor discriminante por lixiviación de los nutrientes del suelo; por el lavado de los productos agroquímicos aplicados foliarmente (baja eficiencia de las aplicaciones), por pudrición de semillas y plántulas, por enfermedades y por acame. Esto explica la baja productividad de los ensayos pero también explica la heterogeneidad de las plantas observadas en el campo. (ver cuadros #18 y #19 en anexo).

## Problemas Fitosanitarios:

En 1988, una fuerte infestación de chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*) agente transmisor del Achaparramiento del maíz, provocó los rendimientos bajos de maíz en toda la zona norte de la IV región; siendo más fuerte su incidencia en Granada.

Este ataque se tradujo en un aumento del número de plantas estériles. (ver cuadro #12)

**Cuadro #12: Datos de plantas estériles de seis ensayos Nitrógeno-Densidad Poblacional. Epoca de Primera, IV región, Nicaragua. 1988**

Localidad	ES/mz	PM/mz	ES/PM(%)
Jinotepe	3.7	38.4	10.0
Granada	8.1	36.7	22.0
Nandaime	0.3	39.9	1.0
Diriomo	1.9	42.9	5.0
Masaya (Los Altos)	2.4	42.7	6.0
Rivas	3.1	47.7	7.0

ES/mz: Número de plantas estériles por manzana (en miles)

PM/mz: Número de plantas con mazorca por manzana (en miles)

ES/PM: Relación en porcentaje de plantas estériles por planta con mazorca.

## 5.2. Discusión

### 5.2.1. Un mismo nivel de densidad presenta varias alternativas

Resulta peligroso hablar en forma sencilla de la relación densidad-rendimiento (suponiendo parecidas las características del ambiente y del manejo de cultivo), porque uno puede quedarse equivocado; relacionando automáticamente tal nivel de densidad con tal nivel de rendimiento. Por lo tanto, las densidades de siembras inapropiadas provocadas por una plantación desuniforme, producirán rendimientos bajos.

La realidad es diferente; una densidad poblacional no se puede caracterizar solamente por el número de plantas por manzana o por hectárea. Los demás componentes que estructuran una densidad poblacional son:

#### 5.2.1.1. La uniformidad de plantación

A: -X ——— X ——— X ——— X ——— X ——— X

B: ——— X-X-X ——— X ——— X-X ———

Las mismas seis plantas no producirán igual según que estén repartidas a lo largo de los surcos como en el esquema A (plantación uniforme) o como en el esquema B (plantación muy desuniforme). Esto confirma lo expuesto por otros autores (Giesbrecht, J. 1963; Yao, A.Y. y Shaw, R.H. 1967; Tapia, H. 1980)

Un cultivo B puede ser consecuencia de la calidad de la semilla (poder germinativo); de la calidad de la siembra (repartición heterogénea a lo largo de los surcos, semillas enterradas muy profundamente), de la calidad de la cama de siembra (calidad del contacto semilla-suelo, relación tierra fina-terrones, etc.), de un raleo descuidado, etc.

Es importante también considerar los factores biológicos que interactúan con la densidad poblacional. (Hubber, C. citado por Aguilar, G.C., 1970; Corville, W.L., 1962 a 1967; Laird, R.J. et al, 1955; Rutger, J.R. y Crowder, L.V., 1967).

### 5.2.1.2. El vigor y la heterogeneidad en el vigor del cultivo



La misma densidad poblacional, con la misma uniformidad de plantación, no tendrá el mismo potencial de rendimiento en el esquema A (plantas vigorosas, cultivo con vigor y altura homogéneas), como el esquema B (plantas con vigor heterogéneo). Esto confirma lo expuesto por Delorit R.J. y Alghren, L.H. en 1959, acerca de que las densidades de población varían de acuerdo al tamaño y vigor de las plantas.

Un cultivo tipo B puede ser producto de una heterogeneidad de profundidad de siembra, de mala calidad de la semilla (vigor inicial de la plántula), de ataques de plagas del suelo que afectan el vigor inicial y consecuentemente retrasaron el desarrollo posterior de las plantas; de fitotoxicidad de productos aplicados (dosis excesiva, fecha de aplicación inconveniente, heterogeneidad de la aplicación), de la competencia de las malezas (mal control de las malas hierbas y/o de manera heterogénea), o de daños mecánicos, de insectos plagas, de enfermedades; ocurridos en el ciclo vegetativo.

El criterio válido para juzgar, a nivel agronómico, la relación densidad final-rendimiento, lo constituye entonces la densidad final caracterizada de la manera siguiente:

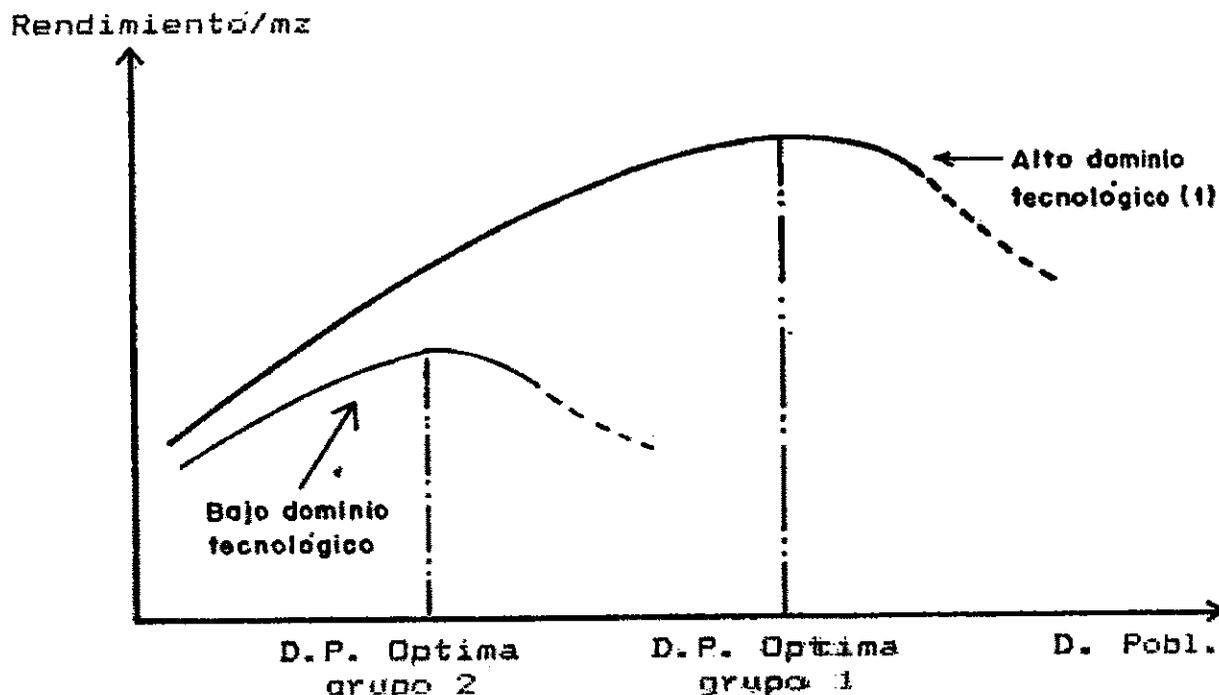
- El número de plantas.
- ✓ La uniformidad de plantación.
- El vigor de las plantas y su homogeneidad. (Tapia, B.H. 1980)

5.2.1.3. Un nivel óptimo de densidad poblacional no se puede extrapolar con facilidad, debido a que:

- El rol de las condiciones del clima y del tipo de suelo, influyen en este nivel óptimo.

- Dentro de un mismo ambiente ecológico, el nivel tecnológico y el dominio del manejo de cultivo influyen sobre el nivel de densidad poblacional a recomendar tal y como lo expresa la gráfica #2 .

Por lo tanto no hay densidad óptima absoluta. El nivel óptimo depende de las características del conjunto clima-suelo-planta-hombre. O sea que, hasta para una misma variedad, en un mismo ambiente pedo-climático, el nivel óptimo dependerá del nivel del dominio de manejo tecnológico del agricultor.



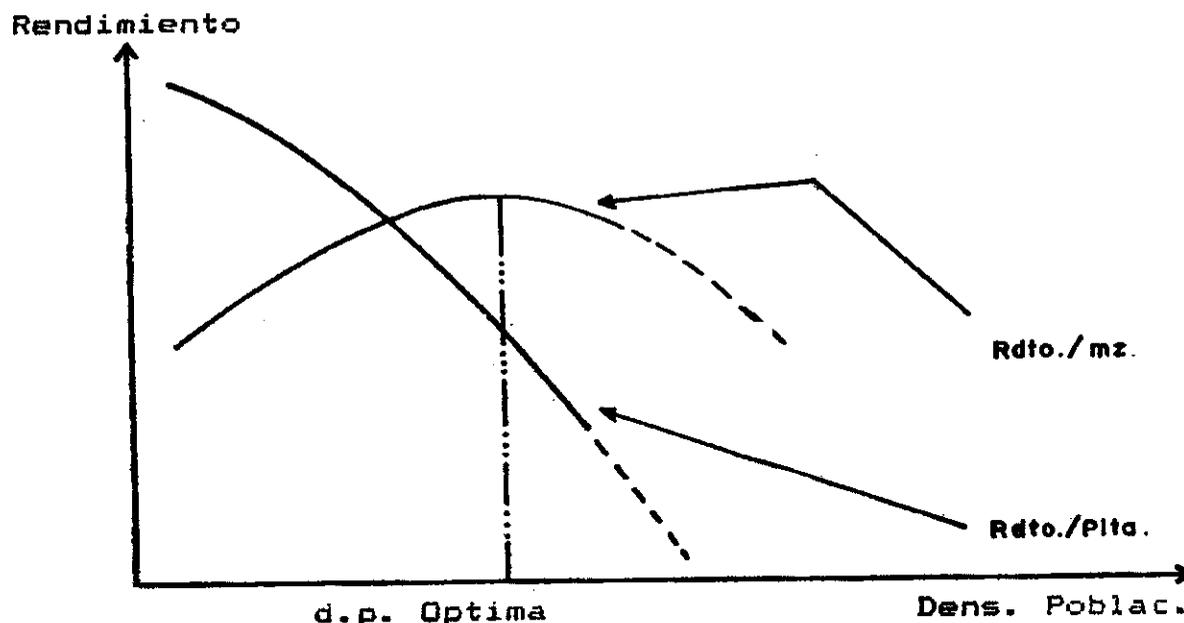
**Figura #2: Relación densidad poblacional-rendimiento para dos niveles de dominio tecnológico, en un mismo ambiente ecológico.**

#### 5.2.1.4. El rendimiento por planta no es un criterio suficiente para juzgar la relación densidad-rendimiento

Es cierto que entre más plantas por manzana, más pequeñas son las mazorcas (menos rendimiento por planta), a causa de la mayor competencia entre plantas por luz, agua nutrientes y espacio. Esta aseveración concuerda con lo expuesto por Termunde, D.E. et al en 1963; Rutger, J.R. y Crowder L.V. en 1967; Fischbeck G. y Aufhammer, W. en 1971; Espino, D.D.A. en 1972; Arias F.R. en 1975.

Sin embargo, el elemento de apreciación agronómica y económica no lo puede constituir el tamaño o la apariencia de la mazorca. El rendimiento final es el producto de un número de plantas (número de mazorcas) por el rendimiento sanitario (peso de grano por planta-mazorca).

La densidad óptima corresponde a aquella densidad a partir de la cual el aumento del número de plantas no logra compensar la disminución del rendimiento por planta que resulta de la mayor competencia entre plantas. (MIDINRA, DGTA-DEA, 1989) La figura #3 lo ilustra.



**Figura #3: Relación rendimiento/planta y rendimiento/mz, con la densidad poblacional, para un nivel tecnológico dado**

#### 5.2.1.5. La relación densidad Teórica-Densidad real final o relación dosis de siembra-densidad final

Para definir un nivel óptimo de densidad poblacional a la cosecha, haría falta definir y caracterizar las condiciones para que los agricultores puedan lograrlo. (Tapia, B.H. 1980)

La problemática radica en cómo determinar la dosis de siembra y los itinerarios técnicos, para que juntos permitan lograr el establecimiento de la densidad final recomendada. Aunque se sepa:

- Que la densidad poblacional no es manejada de manera exitosa: Por factores climáticos, parasitarios, etc.
- Que el manejo que se le da al cultivo es un factor tan determinante para el número final de plantas como la dosis de siembra.

O sea que la diferencia de un lugar a otro no es consecuencia de un manejo descuidado, sino de calidad de semilla y/o itinerario técnico diferente de un lugar a otro. (MIDINRA, DGTA, DEA; 1989)

## VI. CONCLUSIONES GENERALES

- Los resultados obtenidos en los dos ciclos agrícolas: 1987 y 1988, demuestran que los niveles de 60 y 120 kilogramos de nitrógeno por hectárea (92 y 184 lbs N/mz), son parecidos. Entonces es inútil aplicar dosis superiores a 60 kilogramos de nitrógeno por hectárea (92 lbs N/mz), o sea 200 lbs. de urea 46% por manzana.

- La densidad poblacional representa un factor determinante para la elaboración del rendimiento.

- Niveles de densidad poblacional de 64,000 y 86,000 plantas por hectárea (45,000 y 60,000 plts/mz), permiten valorizar mejor, las dosis de nitrógeno aplicadas.

- La densidad poblacional de 43,000 plantas por hectárea (30,000 plts/mz), tiene que ser descartada tanto para ensayos de investigación futuros como del área comercial en esta región.

- A nivel del estado de plantación en el año 1987, fueron los factores de manejo de plagas y control de malezas, los discriminantes. A nivel del año 1988, fueron los factores de sequía y exceso de agua los discriminantes.

- Lo que permitió un buen rendimiento es una combinación de condiciones:

- a). Las que permiten obtener una densidad final alta y uniforme.
- b). La eficiencia del manejo de cultivo durante el ciclo.

- Los rendimientos fueron más altos en el ciclo agrícola 1987 con 6,390 kg/ha, que en el ciclo agrícola 1988 con 4,800 kg/ha. Siendo las localidades de Jino-tepe, Masaya (Los Altos y Santa Juana), y Diriomo con 8,080 - 6,730 y 5,760 kg/ha los más altos para el ciclo agrícola 1987.

En el ciclo agrícola 1988, los rendimientos más altos fueron en las localidades de Masaya (Los Altos), Nandaime y Rivas, con 6,020 - 5,080 y 5,800 kg/ha respectivamente.

- La característica más relevante de los ensayos en que está basada esta tesis, es que fueron experimentos

conducidos no solamente donde el agricultor ("experimentación en finca"), sino con el agricultor (Experimentación participativa); por lo que los resultados logrados representan efectivamente el margen de progreso posible de los mismos. (DULCIRE M., HOCDE H., 1988)

Así mismo, no se trató con esta tesis, identificar y cuantificar el potencial teórico y biológicamente alcanzable, sino de presentar, en el marco de las condiciones mismas de la producción agrícola, lo que con su manejo técnico usual, el agricultor puede alcanzar.

## VII. RECOMENDACIONES

- Una vez puesto en evidencia el rol de la densidad poblacional, recomiendo repetir esta investigación para darle mayor continuidad a este tema, en otras zonas de la IV región de Nicaragua.

- Es importante, para los Centros de Desarrollo Campesino (C.D.C), tener un referencial tecnológico y una metodología de investigación para que: con investigaciones del tipo "Investigación Participativa" la capacitación en la práctica de los técnicos de base de los Centros de Desarrollo Campesino (C.D.C) y de los productores, sea lo más beneficiosa posible.

- Involucrar, al Centro Nacional de Investigaciones de Granos Básicos (C.N.I.G.B), de la Dirección General de Tecnología Agropecuaria (D.G.T.A); para que con su experiencia, coadyuven a realizar estos tipos de trabajos de investigación.

- Es necesario que se conozca el comportamiento varietal de nuestros maíces; lo cual se haría a través de observaciones fenotípicas de los lotes comerciales de maíz, no de manera superficial, sino a través de registros de campo, para luego ser analizados estadísticamente y así tener una valiosa información que vendría a enriquecer aún más, la experiencia que se tiene con respecto al cultivar de maíz, por parte de nuestros técnicos agrónomos.

- Ahora, si la problemática queda por una parte en determinar los niveles óptimos de densidad poblacional a la cosecha según el dominio tecnológico del agricultor, queda por otra parte el reto de definir las condiciones y factores necesarios para llegar a lograr el nivel a cosecha así definido.

- Los Programas del Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA), especialmente el de Granos Básicos, deberán de contar con todos los insumos, medios y recursos necesarios para poder desarrollar su papel en el campo de la producción agropecuaria; que la considero de mucha importancia para el desarrollo de una Agricultura Productiva y Eficiente, ya no de la IV región, sino de toda la República de Nicaragua.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, G.E., 1970. Ensayo de rendimiento y densidad de siembra de 6 variedades de maíz (Zea mays L.), con fines forrajeros. Tesis sin publicar. Escuela de Agricultura y Ganadería. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. 79 p.
- ANONIMO, 1963. "Maíz". Cultivo agrícola de Costa Rica. Manual de recomendaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. pp. 2.
- ARIAS, F.R., 1975. Efecto de la distancia de siembra sobre el rendimiento y expansión del maíz Palomero N.L.V.S. - 100 (Zea mays L. subespecie evarta), en Apodaca, Nuevo León. Trabajo presentado en la XXI Reunión Anual del P.C.C.M.C.A. en San Salvador. El Salvador. pp. 209-220.
- ARIAS, F.R., M. BARAHONA, 1976. Efecto de dos métodos de siembra (surcos sencillos y surcos dobles), a dos densidades de población sobre el rendimiento de grano de las variedades M-8 y Centa MI-8. Trabajo presentado en la XXII Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. pp. M-5-1r M-5-16.
- BALLESTEROS, S.P., 1972. Efecto de la densidad de población y fertilización edáfica NPK, sobre el rendimiento del maíz "Braquítico-2". Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 32 p.
- BETANCO, J.A.; M. DULCIRE; E. GUTIERREZ, 1988. Informe final de las áreas del S.G.D.T. Ciclo 1987-1988. IV región. Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Managua, Nicaragua. 65 p.
- BETANCO, J.A., 1989. "El programa de desarrollo tecnológico y asistencia técnica en la IV región". D.G.I.A. - Midinra. Managua, Nicaragua. 19 p.
- BIEBER, J.L., 1975. Siembras de multicultivos con bueyes. Folleto técnico C.E.N.T.A., Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador, El Salvador. 7 p.
- BIEBER, J.L., 1976. Resultados preliminares de ensayos de multicultivos en El Salvador. Informe Anual C.E.N.T.A., Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador, El Salvador. 876 p.
- BLANDON, A.P., 1962. Comportamientos relativo de los maíces Sintético Nicaragua-1 y Sintético Nicaragua-2.

Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 48 p.

- BOJORGE, G., 1972. Fertilización edáfica en maíz variedad XB-101, a base de Nitrógeno y Fósforo variable, Potasio constante. Tesis sin publicar. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 43 p.
- BROWN, E.R. et al, 1969. No influence of row width and plant population on yield of two varieties of corn (*Zea mays* L.). Agron. Jour. Washington, D.C. - U.S.A. pp. 61: 5: 37.
- BRUNSON, A.M., 1958. Popcorn. Farmer's. Bulletin Nº1679. U.S.D.A. Washington, D. C. - U.S.A. 18 p.
- CAJAR, S.A., L. Ureña, J.R. Aráuz, 1971. Estudio sobre densidades de siembra en maíz en tres localidades de Panamá. Trabajo presentado en la XVIII Reunión Anual del P.C.C.M.C.A. Managua, Nicaragua. pp. 45.
- CAMPBELL, C.M., 1965. New dwarfs and modifiers. Reprinted from proceeding of the twentieth anual hybrid corn industry research conference. Research Agronomist. A.R.S. Mississippi State University pp. 10-11.
- CASTILLO, G.A., 1988. Investigación físico biológica y validación de un modelo de crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.), en Nicaragua. Tesis de Maestría. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 170 p.
- CORDOBA, H., L. Vega, M. González, 1972. Estudio sobre densidades de siembra con maíces H-3 y H-5 en El Salvador. Trabajo presentado en la XVII Reunión Anual del PCCMCA Ciudad Panamá, Panamá. pp. 146-149.
- CORVILLE, W.L., D.P. McGill, 1962. Effect of rate and method of planting on several plant characters and yield of irrigated corn. Agron. Jour. Washington, D.C. U.S.A. pp. 54: 3: 235.
- CORVILLE, W.L., 1962. Influence of rate of planting in seven components of irrigated corn. Agron. Jour. Washington, D.C. U.S.A. pp. 54: 4: 298.

- CORVILLE, W.L., 1967. Hybred corn freedusty research conference. University of Nebraska. Lincoln, Nebraska. U.S.A. 7 p.
- CORVILLE, W.L., 1968. Influence of plant spacing and population on aspect of the microclimate within. Corn Ecosisteme. Agron. Jour. Washington, D.C., U.S.A. pp. 60: 1: 65.
- DE LA PEÑA, R., 1958. Boletín de Guanos y Fertilizantes en México. N214. México, D.F. - pp. 4-7.
- DELORIT, R.J., L.H. ALGHREN, 1959. Crop Production. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. N.J., U.S.A. - pp. 68-69.
- DEL ROSARIO, R., M.D. VaARGAS 1981. Interacción entre diferentes densidades, control de malezas y control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), en maíz; en San Juan de Maguana, República Dominicana. Trabajo presentado en la XXVII Reunión Anual del PCCCMCA, en Santo Domingo, República Dominicana. pp. M-28-1 a M-28-7.
- DIAGO, F.R., 1975. El mejoramiento integral del maíz, rendimiento y valor nutritivo; hipótesis y métodos. Tesis Dr. en Ciencias. Escuela Nacional de Agricultura. Colegio de Postgraduados, Rama de Genética. Chapingo, México. 215 p.
- DULCIRE, M., 1987. "Leer e interpretar un análisis de varianza procesado por el programa "STATITCF". DATDA-MIDINRA. Managua, Nicaragua. 38 p.
- DULCIRE, M., 1988: Un primer diagnóstico del cultivo de maíz en la región IV de Nicaragua, DSA/CIRAD/DATDA/MIDINRA. 49 p.
- DULCIRE, M., HOCDE H., 1988. Le développement agricole à la conquete de la recherche; mise au point d'une technologie de grains de base au Nicaragua", in "Les cahiers de la Recherche Développement" #19, pp. 1-15 (Traducido al Español).
- DUNCAN, W.G., 1958. The relationship between population and yield. Agron Jour. Washington, D.C., U.S.A. pp. 50: 4: 26.

- ESPINO, Q.D.A., 1972. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y caracteres agronómicos en cuatro variedades de maíz (Zea mays L.), en Apodaca, Nuevo León. Tesis sin publicar. Escuela de Agricultura y Ganadería. Instituto tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. 86 p.
- ESPINOZA, S., 1967. Reacción de la variedad de maíz Sabana Grande sometida a tres niveles de fertilización NPK y tres densidades de población. Trabajo inédito. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 39 p.
- FIALLOS, O.A., 1966. Comportamiento de 20 variedades de maíces tres épocas de siembra en "La Calera". Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 48 p.
- FISCHBEEK G., W. AUFHAMMER, 1971. The significance of ripening group, time of sowing and crop density in grain in maize cultivation. *Fields Crops. Abstracts Volume Nº XXIV. U.S.A.* pp. 39.
- GIESBRECHT, J. 1969. Effect of population and row spacing the performance of four corn hybrids. *Agron. Jour. Washington, D.C. U.S.A.* pp. 61: 3: 34.
- GOMEZ, P.J.L., 1969. Estudio de tres densidades de siembra en cuatro variedades de maíz. Tesis sin publicar. Escuela de Agricultura y Ganadería. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. 82 p.
- GUTIERREZ, J.M., 1972. La ciencia y la técnica dentro del campo biológico-agrícola en América Latina. In: Castillo, G.A., 1988. Investigación físico-biológica y validación de un modelo de crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.) en Nicaragua. Tesis de Maestría. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 170 p.
- HERNANDEZ, B.J.R., F. Rosario, 1975. Comparación de tres distancias entre surcos y cuatro distancias de golpes con la variedad de maíz CNIA-10, en la República Dominicana. Trabajo presentado en la XXI Reunión Anual del PCCMCA en San Salvador, El Salvador. pp. 221-230.

- JOHNSON, T., et al, 1962. Cómo cosechar cuatro toneladas de maíz por hectárea. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del Sudeste de México. Circular N°3. México, D.F. pp. 6.
- KOEDZHIKOV, K.H., 1971. Effects of maize population density on crop parameters general trend. Fields crops. Abstract Volume N° XXIV. U.S.A. pp. 39.
- KRANTZ, S.A., 1949. Fertilized corn for higher yields North-  
hern Carolina. Agr. Exp. Sta. Bulletin N°36. U.S.D.A. pp.9.
- LAIRD, R., et al; 1955. Fertilizantes comerciales y densidad óptima de población para maíz de riego en Guana-  
juato, Querétaro y Michoacán. Folleto Técnico N°26. O.E.E., S.A.G., México, D.F. pp. 3.
- LAIRD, R., H. LIZARRAGA, 1959. Fertilizantes y población óp-  
tima para maíz de temporal en Jalisco. Folleto  
Técnico N°35. U.E.E., S.A.G., México, D.F. pp.4.
- LUTZ, J.A.JR., et al, 1971. Row spacing and population ef-  
fects on corn yields. Agron. Jour. Washington,  
D.C., U.S.A. pp. 63: 1: 12.
- MENDEZ, J.L. 1964. Máximos rendimientos de maíz dependen de  
la población fijada por el plantador. Boletín  
N°17. Servicio Shell. Caracas, Venezuela. pp. 6-7.
- MIER, V.J.L., 1964. Densidades de siembra y dosis de nitró-  
geno para tres variedades de maíz en el campo ex-  
perimental de Apodaca, Nuevo León. Tesis sin pu-  
blicar. Escuela de Agricultura y Ganadería. Ins-  
tituto Tecnológico y de Estudios Superiores de  
Monterrey, México. 73 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, 1954. Informe Anual  
del Departamento de Agronomía del S.T.A.N. Mana-  
gua, Nicaragua. 368 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, 1955. Informe Anual  
del Departamento de Agronomía del S.T.A.N. Mana-  
gua, Nicaragua. 426 p.
- MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA,  
1985. Guía Tecnológica para la producción de maíz  
en seco. Dirección de Granos Básicos. Dirección  
General de Agricultura. Managua, Nicaragua. pp. 1-  
26.

- MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA, DGA/DEA, DSA/CIRAD, 1989. Presentación y Análisis de resultados del programa en maíz, frijol, sorgo, ajonjolí: Desarrollo Tecnológico y Asistencia Técnica (PDTAT), de la IV región. 160 p. (1ra. parte) y 42 p. (2da. parte) Managua, Nicaragua.
- MONTEZ, E., 1954. Necesidad de conocer la densidad de siembra para maíz. Trabajo presentado en la Primera Reunión del P.C.C.M.C.A. Turrialba, Costa Rica. pp. 288-290.
- MORENO, A.N., 1967. Efectos de la densidad de siembra sobre cuatro caracteres agronómicos en dos variedades de maíz (Zea mays L). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 32 p.
- ORSENIGO, J., 1957. Más maíz con técnicas mejoradas. "La Hacienda". Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. pp. 50.
- PADGETT, K., 1963. El cultivo del maíz. Apuntes Agrícolas: Órgano de la Asociación de Profesionales de Honduras. San Pedro Sula, Honduras. pp. 33.
- PENDLETON, J.W., R.D. SIEF, 1959. Plant population and row spacing studies with brachytic - 2 dwarf corn. Crop Sc. No1. U.S.A. pp. 433-435.
- PINEDA, C., 1954a. Efectos de la fertilización y densidad de población en los rendimientos de granos de maíz. Trabajo presentado en la Primera Reunión del PCCMCA. Turrialba, Costa Rica. pp. 281-282.
- PINEDA, C., 1954b. Resumen de los resultados de los experimentos acerca de fechas y distancias de siembra de maíz. Trabajo presentado en la Primera Reunión del PCCMCA. Turrialba, Costa Rica. pp. 283-284.
- PUENTES, E. et al, 1963. Prácticas de fertilización y población óptima para siembras de maíz en las regiones tropicales de Veracruz. Folleto Técnico N°45. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, D.F. pp. 33.
- Ramírez, P., R. Laird, 1960. Densidad óptima de maíz para los Valles de México y Toluca. Folleto Técnico N°42. O.E.E., S.A.G. México, D.F. pp. 5.
- ROBLES, S. et al, 1963. Cultivo del maíz: Agronomía N°90. Escuela de Agricultura y Ganadería. Instituto Tec-

nológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. pp. 3.

- ROBLES, O.S.D., 1966. Distribución de la población y efectividad de las labores de cultivo en maíz. Tesis sin publicar. Escuela de Agricultura y Ganadería. Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey, México. 77 p.
- RUTGER, J.R., L.V. CROWDER, 1967. Effect of high plant density on silage and grain yields of six corn hybrids. Crop Science. Volumen VII. Washington, D.C. U.S.A. pp. 182.
- SALAS, C., 1970. Efecto de las distancias y densidades de siembra, y fertilización en el rendimiento de maíz. Boletín Técnico. Volumen III. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 18 p.
- SALAZAR, A., 1956a. El mejoramiento del maíz en Nicaragua. Informe presentado en la III reunión del PCCMCA. Ciudad Antigua, Guatemala. pp. 123-129.
- SALAZAR, A. 1956b. Resumen de los trabajos experimentales realizados con maíz en los últimos cinco años en Nicaragua. Trabajo presentado en la III reunión del PCCMCA. Ciudad Antigua, Guatemala. pp. 144-159.
- SALAZAR, B.A., 1961. Informe de la sección de maíz y sorgo. Departamento de Agronomía. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 195 p.
- SALAZAR, A., 1964. El cultivo del maíz en Nicaragua. Departamento de Agronomía. C.E.A.L.C. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua, D.N., Nicaragua. 36 p.
- SPRAGUE, G.F., W.E. LARSON, 1966. Corn production. Agron. Handbook N932. U.S.D.A. Washington, D.C. U.S.A. pp. 7.
- STICKLER, F.C., 1967. Row width and planta population studies with corn. Agron. Jour. Washington, D.C. U.S.A. pp. 56: 4: 439.
- STONE, G., R. POPOV, 1976. Informe del CIMMYT, sobre avances hacia el aumento de los rendimientos de maíz y trigo. México, D.F. 88 p.
- TAPIA, B.H., L. PINEDA, G. ARANA, 1967. Variedades, niveles de fertilización, densidad de población en maíz. "Maíz y Sorgo". Informe Anual. C.E.A.L.C. Minis-

terio de Agricultura y Ganadería. Managua, D.N., Nicaragua. pp. 25.

TAPIA, B.H., L. PINEDA, 1969. Efecto de la fertilización NPK y la densidad de población en el rendimiento de tres variedades de maíz de diferente periodo vegetativo. Trabajo presentado en la XV reunión anual del PCCMCA. San Salvador, El Salvador. pp. 174-179.

TAPIA, B.H., 1980. Soporte de la asistencia técnica para el cultivo de maíz en Nicaragua. Tópicos importantes de uso común para la impartición de asistencia técnica en granos básicos. INRA-PROAGRO. División de Semilla. 19 Julio de 1980. Managua, Nicaragua. pp. 7-29.

TAPIA, B.H., U.A. SANDOVAL, 1980. Densidad poblacional óptima en cultivos anuales. In: Tópicos importantes de uso común para la impartición de asistencia técnica en granos básicos. INRA-PROAGRO. División de Semilla. 19 Julio de 1980. Managua, Nicaragua. pp. 31-57.

TERMUNDE, D.E., et al, 1963. Effects of population levels in yields and matricacty of maize hybrids grown in the northern great plains. Agron. Jour. Washington, D.C.-U.S.A. pp. 35: 6: 551.

URBINA, H., 1972. Caracterización de la variedad NA-1 y su respuesta a diferentes densidades de población y niveles de fertilización edáfica. Tesis sin publicar. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 47 p.

URBINA, A.R., 1982. Morfología de la planta de maíz. In: Manual de producción de maíz. Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Managua, J.G.R.N., Nicaragua pp. 17-33.

VANDERLIP, R.L., 1970. How plant population affect of corn hybrids. Fields Crops. Abstracts Volume XXIII. U.S.A. pp. 21.

- VELASQUEZ, M.R.R., A. FUENTES, 1975. Ensayos de rendimiento de doce genotipos en tres densidades de población y tres niveles de fertilidad en dos localidades de Guatemala. Trabajo presentado en la XXI Reunión Anual del PCCMCA. San Salvador, El Salvador. pp. 1-10.
- YAO, A.Y., R.H. SHAW, 1967. Effect of plant population and planting pattern of corn on water use and yield. Agron. Jour. Washington, D.C.-U.S.A. pp. 56: 2: 147.

**IX ANEXO**

**Cuadro #13**

**Densidad de población en siembras de  
maíz al distanciar hileras y plantas  
en la hilera<sup>1/</sup>**

Distancia <sup>2/</sup> entre hi- lera	DISTANCIA ENTRE PLANTAS <sup>2/</sup>										
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
36	75625	60500	50410	43210	37810	33610	30250	27500	25200	23260	21600
35	77780	62220	51850	44400	38890	34570	31110	28280	25920	23930	22220
34	80070	64050	53380	45750	40030	35580	32020	29110	26690	24630	22870
33	82500	66000	55000	47140	41250	36660	33000	30000	27500	25380	23570
32	85078	68062	56714	48616	42539	37812	34031	30937	28357	26178	24308
31	87823	70258	58548	50184	43911	39023	35129	31936	29274	27022	25092
30	90750	72600	60500	51875	45375	40333	36300	33000	30250	27923	25928
29	93870	75100	62580	53640	46930	41724	37551	34137	31293	28885	26822
28	97232	77785	64821	55561	48619	43214	38892	35390	32410	29917	27790
27	100830	80666	67222	57619	50416	44814	40333	36666	33611	31025	28809
26	104711	83769	69807	59835	52355	46538	41884	38076	34903	32210	29917
25	108900	87120	72600	62228	54450	48400	43560	39600	36300	33507	31114
24	113437	90750	75626	64821	56718	50416	45375	41250	37812	34900	32410
23	118360	94690	78913	67639	59184	52608	47317	43043	39456	36421	33819
22	118900	99000	82500	70714	61875	55000	49500	45000	41250	38076	35357
21	129642	103714	86420	74089	64821	57619	51857	47142	43214	39890	37040
20	136125	108900	90750	77785	68060	60500	54450	49500	45370	41884	38892

1) : Estas densidades de población corresponden a la localización de una sola planta por golpe.

2) : Pulgadas

## Cuadro #14

### Análisis de varianza del agrupamiento de los 6 ensayos Nitrógeno x Densidad, época primera, IV región 1987.

Número de observaciones: 54

Número de variables: 4

Nº y nombres de las variables

1. NITRO/ 2. DENSI/ 3. LUGAR/ 4. ROTO/

DISPOSITIVO DEL REAGRUPAMIENTO:

2 Factores en estudio fijados - 1 factor controlado aleatorio

FACTORES EN PRUEBA:

Factor 1= 3 Nitrógeno

1= 0 Nitrógeno (N0)

2= 92 lbs/az (N1)

3= 184 lbs/az (N2)

Factor 2= 3 Densidades poblacionales

1= 30000 pl/mz (D0)

2= 45000 pl/mz (D1)

3= 60000 pl/mz (D2)

Factor 3= 6 Localidades de implementación

1= Diriomo (DIR)

2= Masaya Sta. Juana (MAS)

3= Masaya Altos (ALT)

4= Nandaime (NAN)

5= Jinotepe (JIN)

6= Granada (GRA)

#### CUADRO GENERAL DE ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	S.C.	GDL	CUADRADOS RED.	TEST F		
				COC.C.N.	F CALC	GDL F PROBA
A: Total	124824976	53	2355188			
B: Factor 3	75024992	5	15004998	B/I	94.80	5/144 0.0000
C: Factor 1	21190944	2	10595472	C/E	17.05	2/10 0.0007
D: Factor 2	8150288	2	4075144	D/F	6.63	2/10 0.0147
E: Inter F3-F1	6213192	10	621319	E/I	3.93	10/144 0.0001
F: Inter F3-F2	6147920	10	614792	F/I	3.88	10/144 0.0001
G: Inter F1-F2	4953536	4	1090884	E/H	5.84	4/20 0.0029
H: Inter F3-F1-F2	3/34104	20	186705	H/I	1.18	20/144 0.2798
I: Residual Ponder		144	158278	DER= 432.09		

Prueba de Newman Keuls - nivel =5%

FACTOR 1 : NITROGENO

		NUMERO DE PROMEDIOS VALORES DE LAS ASMP	2 582.97	3 719.53
F1	TITULOS	PROMEDIOS	GRUPOS	HOMOGENEOS
3	N <sub>2</sub>	6919.64	A	
2	N <sub>1</sub>	6594.91	A	
1	N <sub>0</sub>	5458.49		B

FACTOR 2 : DENSIDAD POBLACIONAL

		NUMERO DE PROMEDIOS VALORES DE LAS ASMP	2 582.81	3 715.74
F2	TITULOS	PROMEDIOS	GRUPOS	HOMOGENEOS
3	D <sub>2</sub>	6758.46	A	
3	D <sub>1</sub>	6398.94	A	
1	D <sub>0</sub>	5515.64		B

INTER F1-F2 : NITROGENO-DENSIDAD POBLACIONAL

NUMERO PROM.

		2	3	4	5	6	7	8	9
VALORES ASMP		520.59	630.76	697.98	746.39	784.14	815.03	841.13	863.69
F1	F2	TITULOS	PROMEDIOS	GRUPDS			HOMOGENEOS		
3	3	N <sub>2</sub> -D <sub>2</sub>	7693.19	A					
2	3	N <sub>1</sub> -D <sub>2</sub>	7290.89	A		B			
3	2	N <sub>2</sub> -D <sub>1</sub>	6820.90			B	C		
3	1	N <sub>1</sub> -D <sub>1</sub>	6738.35			B	C		
1	1	N <sub>2</sub> -D <sub>0</sub>	6244.81				C	D	
2	2	N <sub>1</sub> -D <sub>0</sub>	5836.49					D	E
1	2	N <sub>0</sub> -D <sub>1</sub>	5637.57					D	E
2	1	N <sub>1</sub> -D <sub>2</sub>	5372.28						E
1	3	N <sub>0</sub> -D <sub>0</sub>	5365.63						E

### Cuadro #15

#### Análisis de varianza del reagrupamiento de los 6 ensayos Nitrógeno x Densidad, época primera, IV región 1988.

Número de Observaciones: 54

Número de Variables: 4

#### Nº y nombres de las variables

1. Nitrógeno/ 2. Densidad/ 3. Lugar/ 4. Rendimiento

Dispositivo del Reagrupamiento:

2 Factores en estudio fijados - 1 factor controlado aleatorio

Factores en Prueba:

Factor 1= 3 Niveles Nitrógeno

1= 0 Nitrógeno (0)      2 = 92 lbs/mz (N1)  
3= 184 lbs/mz (N2)

Factor 2= 3 Densidades Poblacionales

1= 30,000 plts/mz (D1)    2= 45,000 plts/mz (D2)  
3= 60,000 plts/mz (D3)

Factor 3= 6 Localidades de Implementación

1= Diriomo (DIR)            2= Nandaime (NAM)  
3= Masaya Altos (ALT)    4= Rivas (RIV)  
5= Jinotepe (JIN)        6= Granada (GRA)

#### Cuadro General de Análisis de Varianza

Fuente de Variación	S.C.	GDL	Cuadrados Medios	Cot. C.M.	F Calc.	GDL F	Probabilidad
A: Total	112,007,800	53	2,113,354.7				
B: Factor 3	105,182,192	5	21,036,438.0	B/I	219.7	5/135	0.0000
C: Factor 1	2,107,152	2	1,053,576.0	C/E	15.19	2/10	0.0010
D: Factor 2	229,576	2	114,788.0	D/F	0.98	2/10	0.4099
E: Inter F3-F1	693,384	10	69,338.4	E/I	0.72	10/135	0.7018
F: Inter F3-F2	1,168,600	10	116,860.0	F/I	1.22	10/135	0.2830
G: Inter F1-F2	733,632	4	183,408.0	G/H	1.94	4/20	0.1426
H: Inter F3-F1-F2	1,893,264	20	94,663.0	H/I	0.99	20/135	0.4800

DER= 307.67

I : Residual Ponder      GDL= 135;      Cuadrad. Medios= 95750.98

Prueba de Newman Keuls - nivel=5%

Factor 1 : Nitrógeno

Número de promedios	2	3
Valores de las ASMP	195.75	240.37

F1	Títulos	Promedios	Grupos Homogéneos
3	N <sub>2</sub>	4,616.83	A
2	N <sub>1</sub>	4,375.58	B
1	N <sub>0</sub>	4,132.97	C

Factor 2 : Densidad Poblacional

Número de promedios	2	3
Valores de las ASMP	253.81	312.63

F1	Títulos	Promedios	Grupos Homogéneos
2	D <sub>2</sub>	4,435.28	A
3	D <sub>3</sub>	4,405.57	A
1	D <sub>1</sub>	4,284.53	A

INTE F1 - F2 : Nitrógeno - Densidad Poblacional

Número de promedios	2	3	4	5	6	7	8	9
Valores de ASMP	370.54	449.67	497.67	531.32	558.95	580.31	599.15	615.48

F1	F2	Títulos	Promedios	Grupos Homogéneos	
3	3	N <sub>2</sub> -D <sub>2</sub>	4,647.14	A	
3	2	N <sub>2</sub> -D <sub>1</sub>	4,609.00	A	
3	1	N <sub>2</sub> -D <sub>0</sub>	4,594.36	A	
2	3	N <sub>1</sub> -D <sub>2</sub>	4,555.16	A	
1	2	N <sub>0</sub> -D <sub>1</sub>	4,403.77	A	B
2	2	N <sub>1</sub> -D <sub>1</sub>	4,293.06	A	B
2	1	N <sub>1</sub> -D <sub>0</sub>	4,278.50	A	B
1	3	N <sub>0</sub> -D <sub>2</sub>	4,014.41		B
1	1	N <sub>0</sub> -D <sub>0</sub>	3,980.72		B

**Cuadro #16**

**Promedios de rendimiento de grano de  
maíz 1987 Nitrógeno x Densidad (Prueba  
de Newman-Keuls 5%).**

	Nitrog.	Dens. poblacional pl/mz			Prom. nitro
		30000	45000	60000	
<b>JINOTEPE</b>	0 Kg/ha	7440	7300	7030	7260b
	60 Kg/ha	7040	7345	10100	8160a
	120 Kg/ha	7690	8550	10240	8860a
	Prom. D.P. (sin N0)	7360b	7950b	10170a	8080
<b>GRANADA</b>	0 Kg/ha	4670	3990	3800	4150
	60 Kg/ha	5250	5890	5250	4460a
	120 Kg/ha	5650	6140	6040	5940a
	Prom. D.P. (sin N0)	5450a	6010a	5645a	5190
<b>NANDAIME</b>	0 Kg/ha	4100	4320	4260	4200
	60 Kg/ha	4280	5460	5645	5140a
	120 Kg/ha	5010	4490	5560	5020a
	Prom. D.P. (sin N0)	4654a	4980a	5620a	4800
<b>DIRIOMO</b>	0 Kg/ha	3190	4615	4360	4050
	60 Kg/ha	5295	6530	6810	6210b
	120 Kg/ha	5470	7230	8390	7030a
	Prom. D.P. (sin N0)	5380b	6880a	7600a	5760
<b>MASAYA LOS ALTOS</b>	0 Kg/ha	6700	7370	6740	6940
	60 Kg/ha	6560	7850	7890	7430ab
	120 Kg/ha	6810	7970	8630	7800a
	Prom. D.P. (sin N0)	6690b	7910a	8260a	7390
<b>MASAYA SANTA JUANA</b>	0 Kg/ha	6160	6220	6040	6120
	60 Kg/ha	6600	7360	7530	7160a
	120 Kg/ha	6840	6550	7300	6900a
	Prom. D.P. (sin N0)	6720b	6955b	7800a	6730
<b>AGRUPA- MIENTO</b>	0 Kg/ha	5370	5640	5370	5460
	60 Kg/ha	5840	6740	7210	6600a
	120 Kg/ha	6240	6820	7990	6920a
	Prom. D.P. (sin N0)	6040b	6780a	7450a	6320

### Cuadro #17

Promedio de rendimiento de grano de  
maíz 1988 Nitrógeno x Densidad (Prueba  
de Newman - Keuls 5%).

	Nitrog.	Dens. poblacional pl/mz			Prom. nitro
		30000	45000	60000	
JINOTEPE	0 Kg/ha	3300	3680	2880	3270
	60 Kg/ha	3410	3720	3890	3670a
	120 Kg/ha	3470	3780	4150	3800a
	Prom. D.P. (sin N0)	3340b	3750ab	4020a	3700
GRANADA	0 Kg/ha	1590	1650	2010	1750
	60 Kg/ha	1890	2460	2330	2330a
	120 Kg/ha	1620	2325	2000	1980a
	Prom. D.P. (sin N0)	1760a	2400a	2170a	2010
NANDAIME	0 Kg/ha	4530	4650	5420	4870
	60 Kg/ha	4330	5230	5710	5090a
	120 Kg/ha	4580	5450	5580	5200a
	Prom. D.P. (sin N0)	4460b	5540a	5640a	5210
DIRIDMO	0 Kg/ha	3485	3930	3440	3620
	60 Kg/ha	3870	3720	4170	3920b
	120 Kg/ha	4540	4370	4380	4430a
	Prom. D.P. (sin N0)	4200a	4040a	4275a	4170
MASAYA LOS ALTOS	0 Kg/ha	5450	5850	5750	5680
	60 Kg/ha	5080	6020	6260	5785a
	120 Kg/ha	6050	6420	6280	6250a
	Prom. D.P. (sin N0)	5560a	6220a	6270a	6020
RIVAS	0 Kg/ha	5420	5870	6190	5470
	60 Kg/ha	5870	5820	5910	5840a
	120 Kg/ha	6190	5910	6190	6100a
	Prom. D.P. (sin N0)	6030a	5870a	6010a	5800
AGRUPA- MIENTO	0 Kg/ha	3960	4180	4280	4110
	60 Kg/ha	4080	4390	4700	4380b
	120 Kg/ha	4400	4700	4770	4730a
	Prom. D.P. (sin N0)	4240b	4550ab	4730a	4510

Cuadro #18

Totales mensuales y promedios de precipitación de seis localidades de la IV región de Nicaragua, 1987.

Mes Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	X
Masaya	1.6	6.0	1.5	0.0	132.6	187.9	393.9	223.5	221.0	228.3	24.3	31.8	1,452.4	140.6
Saimsa	0.0	0.0	0.0	0.0	42.0	129.0	250.0	166.0	186.0	86.0	0.0	0.0	859.0	71.5
Sn. Marcos	5.9	0.0	26.7	0.0	65.9	100.2	205.2	180.0	216.3	162.7	4.8	0.0	967.7	80.6
Masatepe	3.4	0.2	0.7	0.0	71.9	86.2	230.8	283.0	140.5	212.1	14.0	10.4	1,053.2	87.8
Rivas	0.0	0.0	0.0	0.0	22.8	62.7	261.8	146.2	75.0	300.0	15.7	28.0	912.2	76.0
Nandaine	0.0	0.0	0.0	0.0	79.4	156.6	177.2	149.5	75.8	315.6	10.5	3.8	968.4	80.7
Total	10.9	6.2	28.9	0.0	414.6	722.6	1,518.9	1,148.2	914.6	1,304.7	69.3	74.0	6,212.9	
X	1.8	1.0	4.8	0.0	69.1	120.4	253.2	191.4	152.4	217.5	1.6	12.3		86.3

Fuente: Espinoza S. A. - Agrometeorología DGTA-MIDINRA. - 1989

**Cuadro #19**

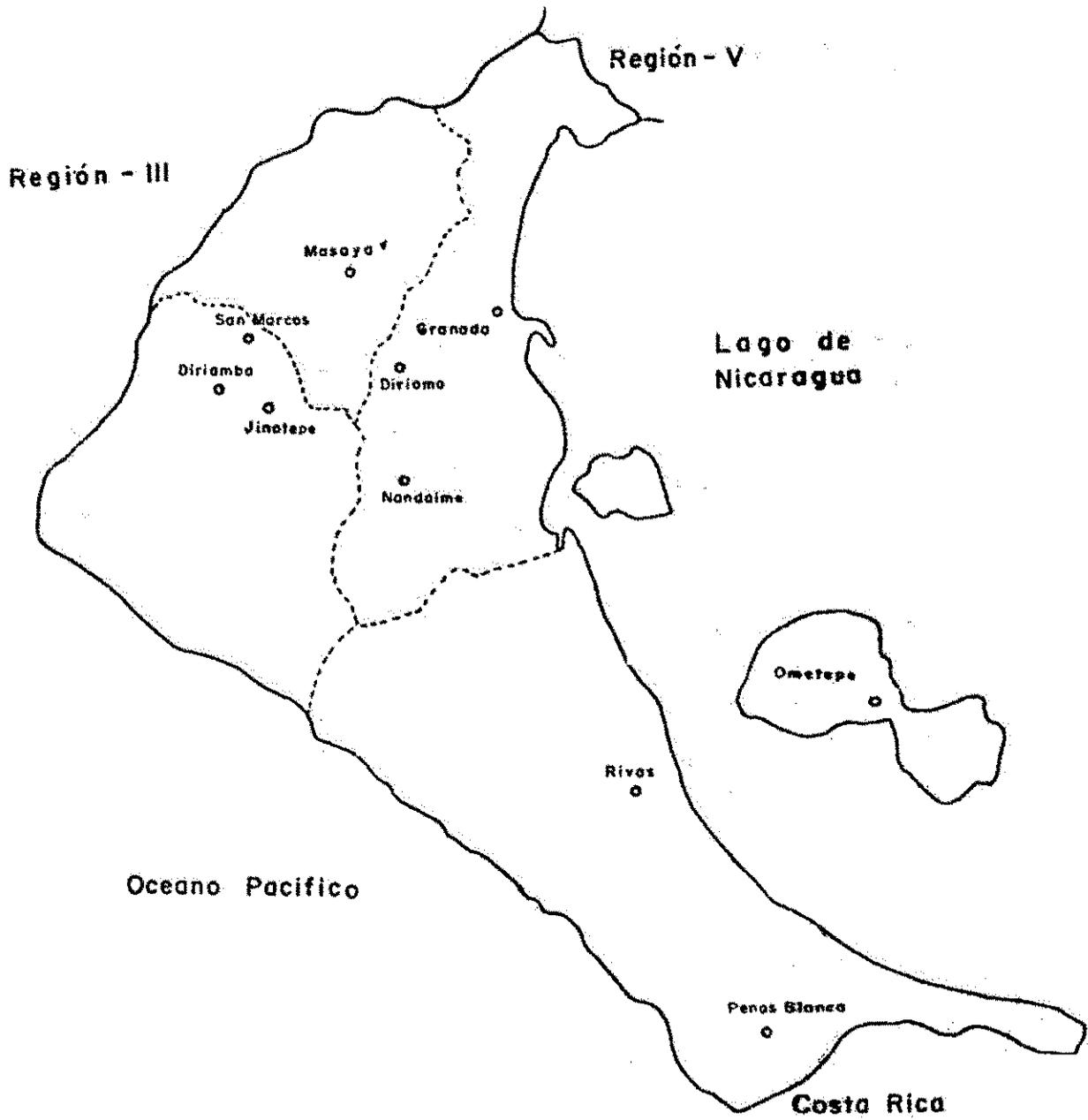
**Totales mensuales y promedios de precipitación de seis localidades de la IV región de Nicaragua, 1988.**

Mes Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	X
Masaya	0.0	0.0	0.0	0.0	214.1	377.2	169.6	409.7	242.3	448.7	23.1	0.0	1,984.7	157.1
Saiasa	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0	236.0	146.0	314.0	245.0	387.3	33.0	0.0	1,421.3	118.4
Sn. Marcos	0.0	0.0	0.0	0.0	303.6	620.4	130.7	524.9	323.7	538.7	112.6	51.5	2,606.1	217.2
Masatepe	0.0	0.0	0.0	0.0	195.9	516.9	145.3	504.2	368.0	246.7	20.7	0.0	1,997.7	166.5
Rivas	0.0	0.0	0.0	0.0	215.2	555.9	186.1	425.7	310.6	365.3	34.9	0.0	2,274.2	189.5
Nandaimé	3.7	0.0	0.1	0.0	322.9	530.0	108.8	412.7	289.0	487.0	83.6	36.4	2,274.2	189.
Total	3.7	0.0	0.1	0.0	1,311.7	2,836.4	8,865	2,591.2	1,778.6	2,473.7	307.9	87.9	12,277.7	
X	0.6	0.0	0.0	0.0	218.6	472.7	147.8	431.9	296.4	412.31	51.3	14.7		170.5

Fuente: Espinoza, S. A. - Agrometeorología DGTA-MIDINRA. - 1989

Anexo #20

Mapa de la IV región de Nicaragua



Anexo #21

Mapa de la División Política de Nicaragua

