

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA



**EFFECTO DE DOS NIVELES DE NITROGENO,
TRES DENSIDADES DE SIEMBRA, SOBRE EL
CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE
TRES VARIEDADES DE MAIZ (*Zea mays L.*)**

**AUTORES: Br. SANTOS DANILO RIVERA CRUZ.
Br. ROBERTO JOSE MORALES SANCHEZ.**

**ASESORES: Ing. CAMILO SOMARRIBA RODRIGUEZ.
Ing. AGUSTIN CASTILLO G.MSc.**

Managua, Nicaragua, C.A.

Marzo, 1997

DEDICATORIA

El esfuerzo realizado en el presente trabajo con el cual pretendo obtener el título de Ingeniero Agrónomo está dedicado especialmente a:

Nuestro Dios por haberme dado vida, sabiduría, facultad de entendimiento y paciencia para enfrentar las situaciones adversas y así obtener la meta propuesta.

Mis padres: Angela Cruz Z. y Rigoberto Rivera, a quienes admiraré y respetaré siempre por el amor, cariño y sacrificio con el que han logrado forjarme.

La memoria de María Morales (q.e.p.d), quien siempre deseó mi formación profesional.

Rigoberto Acuña Morales, persona que marcó en mi, el camino de la superación.

Marcial Acuña Morales y a la familia Acuña Rivas por apoyarme en el inicio de mi carrera.

Mis profesores, a quienes debo respeto, cariño y consideración.

Todos mis tíos y tías, primos y primas así como a mis abuelitos de quienes recibí siempre comprensión y cariño.

Mi prima Celina Benavides y su esposo Gilberto Ordóñez quienes de manera incondicional me apoyaron decididamente hasta concluir mi carrera.

Todas aquellas personas (mis amigos) que de una u otra manera colaboraron con mi formación.

Todos los campesinos, que sueñan heredar una profesión a sus hijos.

Finalmente está dedicado a la memoria de todos aquellos que derramaron su sangre porque en Nicaragua existiera igualdad de oportunidades.

Santos Danilo Rivera C.

DEDICATORIA

Hoy es el día para comenzar a ser la persona que quiero ser.

Con este trabajo pretendo obtener el grado de Ingeniero Agrónomo que ha sido una de mis metas en mi vida, se la dedico con todo amor y cariño primeramente a Dios, por haberme iluminado, guiado por el camino correcto y haberme llenado de fuerza y sabiduría en los momentos más difíciles de mi carrera. En compañía de mis familiares y amigos.

A mis padres: Juan Pablo Morales y Cristina Sánchez G. Quienes me enseñaron el camino y la iniciativa de estudio e hicieron posible mi formación profesional.

A mis hermanos, primos y sobrinos.

A la memoria de mi tía Nora (q.e.p.d) quien hubiera querido verme realizado en lo que hoy soy.

A la memoria de mi abuelita Leoncia (q.e.p.d).

A Zulema Alfaro Castellón y familia quienes con su apoyo y valiosos consejos me impulsaron a salir adelante y realizarme como profesional.

A Cristina Rubio y a la memoria de Ernesto e hijo (q.e.p.d).

A Yolanda Acuña G. y su esposo por su bondadosa colaboración.

A mis queridos profesores con respeto y cariño que son el pilar fundamental de la nueva educación.

A todos los héroes y mártires caídos en defensa de la patria.

A todas aquellas personas que realmente me estiman.

A mi patria, mi pueblo, Nicaragua pedazo de cielo y suelo donde nací.

Roberto Morales S.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos sinceramente a todas aquellas personas que desinteresadamente hicieron posible este trabajo. en especial a nuestros asesores el Ing. Camilo Somarriba y al Ing. MSc Agustín Castillo, por el apoyo incondicional y valiosa cooperación en la conducción y revisión del presente trabajo.

Al Programa de Suelos y Aguas del Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA-INTA), por el apoyo brindado tanto en el financiamiento de las actividades de campo como en el servicio de préstamo de equipos.

A Carolina Padilla Ramírez y Yelba Fuentes, así como al personal del CENIDA, por su colaboración con el material bibliográfico.

A los Ings. Leda Córdoba y Bayardo Escorcía, quienes dedicaron parte de su tiempo en la revisión del presente documento.

A nuestro profesor el Ing. Rodolfo Munguía, por su colaboración en la realización del trabajo.

A la Escuela de Producción Vegetal, por la ayuda brindada en el uso de computadoras para la elaboración de este trabajo de diploma.

A todos aquellos amigos y profesores que de una u otra manera colaboraron con nosotros para la culminación de este documento.

A la Universidad Nacional Agraria quien nos brinda la oportunidad de formarnos como profesionales.

Santos Danilo Rivera Cruz.

Roberto José Morales Sanchez

INDICE GENERAL

SECCION.....	PAGINA
INDICE DE TABLAS.....	I
INDICE DE FIGURA.....	II
INDICE DE ANEXOS.....	III
RESUMEN.....	IV

I	INTRODUCCION	1
II	MATERIALES Y METODOS	4
	2.1 Descripción del sitio experimental	4
	2.2 Descripción agroecológica del sitio experimental	4
	2.3 Tipo de suelo	4
	2.4 Diseño Experimental.	6
	2.5 Métodos de fitotecnia.	7
	2.6 Variables Medidas.	9
	2.6.1 Durante el crecimiento y desarrollo.	9
	2.6.2 Variables evaluadas al momento de la cosecha.	10
	2.7 Análisis Estadístico	11
	2.8 Análisis económico.	11
III	RESULTADOS Y DISCUSION.	12
	3.1 Crecimiento y desarrollo.	12
	3.1.1 Altura de planta.	12
	3.1.2 Altura de inserción de la mazorca.	13
	3.1.3 Número total de hojas por planta.	14
	3.1.4 Número de hojas bajo, y sobre la mazorca.	16
	3.1.5 Días a floración masculina.	17
	3.1.6 Días a floración femenina.	18
	3.2 Componentes del Rendimiento.	19
	3.2.1 Diámetro de mazorca.	20
	3.2.2 Longitud de mazorca.	21
	3.2.3 Número de hileras por mazorca	21
	3.2.4 Número de granos por hilera	22
	3.2.5 Plantas cosechadas/ha	24
	3.2.6 Número de plantas acamadas/ha	25
	3.2.7 Mazorcas cosechadas/ha	26
	3.2.8 Número de mazorcas podridas/ha	27
	3.2.9 Peso de 250 granos	28
	3.2.10 Rendimiento de grano kg/ha	30
	3.2.11 Biomasa total	32

3.3 Análisis económico de los tratamientos estudiados. 35

IV	CONCLUSIONES.	37
V	RECOMENDACIONES	39
VI	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	40
VII	ANEXOS.	45

INDICE DE TABLA

TABLA.....	PAGINA
Tabla 1. Resultados del análisis de suelo.....	5
Tabla 2. Factores en estudio y sus niveles.....	6
Tabla 3. Dimensiones del ensayo.....	6
Tabla 4. Arreglo factorial de los dieciocho tratamientos, diseño de parcelas subdivididas.....	7
Tabla 5. Influencia de los factores en estudio sobre Altura de Plantas y Altura a la Mazorca.....	14
Tabla 6. Influencia de los factores en estudio Nitrogeno, Densidad y Variedad sobre el número de hojas.....	17
Tabla 7. Influencia de los factores en estudio sobre la Floración masculina y femenina	19
Tabla 8. Influencia de los factores en estudio sobre las características de la mazorca.....	24
Tabla 9. Influencia de los factores en estudio sobre las plantas cosechadas y acamadas por hectárea, mazorcas cosechadas y podridas por hectárea y el peso de 250 granos.....	29
Tabla 10. Influencia de los factores en estudio, sobre el rendimiento de grano y la producción de materia seca.....	33
Tabla 11. Análisis económico de los tratamientos estudiados...	36

II

INDICE DE FIGURA

FIGURA.....	PAGINA
Figura 1 Datos de precipitación (mm) y temperatura (2C), ocurridas en el CNIA, 1995.....	5
Figura 2 Rendimiento de grano. Interacción N x D x V.....	31
Figura 3 Producción de biomasa. Interacción N x D x V.....	34

III

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS.....	PAGINA
Anexo 1 Características Agronómicas de las variedades en estudio.....	45
Anexo 2 Altura de planta (cm), 71 dds, interacción Nitrógeno por Densidad.....	46
Anexo 3 Número total de hojas/pl, interacción Nitrógeno por variedad.	46
Anexo 4 Número de plantas cosechadas/ha, interacción Densidad por Variedad.....	46
Anexo 5 Número de mazorcas cosechadas/ha, interacción Densidad por Variedad.	47
Anexo 6 Número de mazorcas podridas/ha, interacción Densidad por variedad	47
Anexo 7 Biomasa total(t/ha), interacción densidad por variedad.....	47

IV

RESUMEN

Con el propósito de determinar la influencia de dos niveles de nitrógeno (75 y 150 kg/ha), tres densidades de siembra (30, 50 y 70 mil plantas por ha) y tres variedades (SP-73, SP-76, SR-Sequía), sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), se realizó de agosto a diciembre de 1995 un experimento utilizando el diseño trifactorial de parcelas subdivididas en arreglos de bloques completos al azar con tres repeticiones. El ensayo se estableció en la finca San Cristóbal, Managua cuyos suelos pertenecen a la serie Cofradía, que poseen un drenaje moderadamente rápido con textura franco a franco arenosa. Los distintos niveles de nitrógeno no presentaron diferencias significativas sobre el rendimiento y sus componentes, obteniéndose el mayor rendimiento con el nivel de 75 kg de N/ha. Las densidades de siembra presentaron efectos significativos sobre el rendimiento y el contenido de materia seca reflejando mayores rendimientos la densidad de 70,000 pl/ha. Las variedades demuestran diferencias significativas sobre el rendimiento, siendo la variedad SP-73 la que presenta mayores rendimientos. Los resultados del análisis económico refleja que el tratamiento N1D3V1 es el que presenta la mayor rentabilidad.

I INTRODUCCION

El cultivo del maíz (*Zea mays L.*), en Nicaragua representa una importante fuente alimenticia para la población, por sus diferentes usos en la producción de alimentos de las mas variadas formas. A la par del frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) constituye la dieta básica para nuestra población a tal grado que representa la principal fuente de calorías y proteínas en su alimentación.

Se afirma que para el año 1994, Nicaragua produjo un volumen total de 323,000 toneladas métricas de maíz correspondientes a un área de 290,000 hectáreas para un rendimiento promedio nacional de 1116 kg/ha, muy por debajo del promedio mundial (FAO, 1994). Baca (1989), atribuye que los bajos rendimientos del cultivo se deben entre otras causas al escaso uso de tecnicas mejoradas en la producción del grano.

El maíz como cultivo presente muchas limitaciones en su nivel productivo debido principalmente a un mal manejo agronómico en factores como dosis de fertilizantes usadas, densidades poblacionales inadecuadas así como variedades.

La gran mayoría de las áreas de maíz se siembran con tecnologia tradicional de subsistencia, en suelos frágiles con baja productividad y una rápida degradación de las propiedades físicas y químicas. Siendo estos suelos deficientes en nitrógeno y fósforo disponible para la planta, por lo tanto con aplicaciones fertilizantes nitrogenados pueden incrementar los rendimientos (PRM, 1995).

La respuesta del maíz al nitrógeno es usualmente positiva. Siendo uno de los problemas más importantes en el cultivo el desconocimiento de dosis adecuadas de este elemento a aplicar al cultivo (Miranda, 1990). Existen muchos puntos de vista con respecto a dosis aplicadas de nitrógeno. Montaldo (1982), afirma

que el maíz responde positivamente a dosis de nitrógeno entre 60 y 150 kg/ha. Cuadra (1988), en ensayo realizado en La Compañía, Carazo (IV Región) encontró los mayores rendimientos con 140 kg de N/ha. Por su parte Salgado (1990), recomienda utilizar 150 kg de N/ha.

Con respecto a la densidad de siembra en el maíz, ésta ha sido reconocida como uno de los factores más importantes que contribuye a la producción de granos. Se puede incrementar la densidad cuando exista un buen comportamiento de la variedad, un nivel alto de la fertilidad del suelo y una cantidad de agua suficiente o disponible (López, 1990).

Ballesteros (1972) recomienda como población óptima para obtener máximos rendimientos 85,000 pl/ha. Cuadra (1988), en ensayos realizados en La Compañía, obtuvo los mejores rendimientos con una población de 83250 pl/ha.

Para seleccionar la variedad a utilizar es necesario tomar en cuenta datos como altura sobre el nivel del mar, condiciones de clima y suelo y ciclo vegetativo de la variedad (Parsons, 1991).

El rendimiento de las variedades utilizadas está condicionado por su potencial genético, nutrición y factores ambientales. Por eso el esfuerzo en las investigaciones debe ser poner a disposición de los productores de maíz variedades con buena capacidad de rendimiento de grano y adaptación a condiciones de sequía (Urbina, 1991).

Por lo tanto podemos afirmar que si hay una buena combinación de: aplicación de fertilizantes, densidad de siembra óptima y uso de variedades previamente seleccionadas, se pueden incrementar los rendimientos del cultivo.

En relación a todo lo anterior, se realizó un estudio de dos dosis de nitrógeno, tres densidades de siembra, y tres variedades de maíz para dar cumplimiento a los siguientes objetivos.

- Determinar el efecto de dos dosis de nitrógeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de tres variedades de maíz.
- Determinar el efecto de tres densidades de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de tres variedades de maíz.
- Evaluar el efecto que ejerce la interacción del nitrógeno, densidades de siembra y variedades en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz.

II MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción del sitio experimental

El experimento se realizó en la época de postrera, en los meses de agosto a diciembre de 1995 en el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA), Finca San Cristóbal. Ubicada a la altura del km 14 carretera panamericana norte, en el municipio de Managua, departamento de Managua, en las coordenadas Latitud 12° 06' Norte y Longitud 86° 09' oeste.

2.2 Descripción agroecológica del sitio experimental

La finca San Cristóbal se encuentra a 60 msnm, con una precipitación promedio anual de 800-1000 mm, temperatura promedio anual de 26-27 °C, canícula mayor de 30 días, vientos con velocidad mayores de 30 km/h en los meses de Marzo y Abril (Rodríguez y Murillo, 1996). En la figura 1 se muestran las precipitaciones y temperaturas durante el año en que se realizó el experimento.

2.3 Tipo de suelo

Los suelos del CNIA pertenecen a la serie Cofradía, se originan de ceniza volcánica del cuaternario holocénico redepositada en la planicie depresional o fosa tectónica del Aeropuerto Augusto C. Sandino. Son de topografía plana, drenaje moderadamente rápido, presentan textura franco a franco arenosa, siendo clasificados como Entic Durandeps, según el sistema USDA (MAG, 1971). En la tabla 1 se reflejan los resultados del análisis químico del suelo, donde se estableció el experimento.

* INETER. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

Tabla 1. Resultados del análisis de suelo.

Prof	pH	(%)		PPM	MEQ/100 g (Suelo)			Clase Textural
		M.O	N	P	K	Ca	Mg	
0-20	7.2	3.4	0.15	91	2.94	1.85	8.0	Franco

Fuente: Laboratorio de Suelos Y Aguas de la UNA.

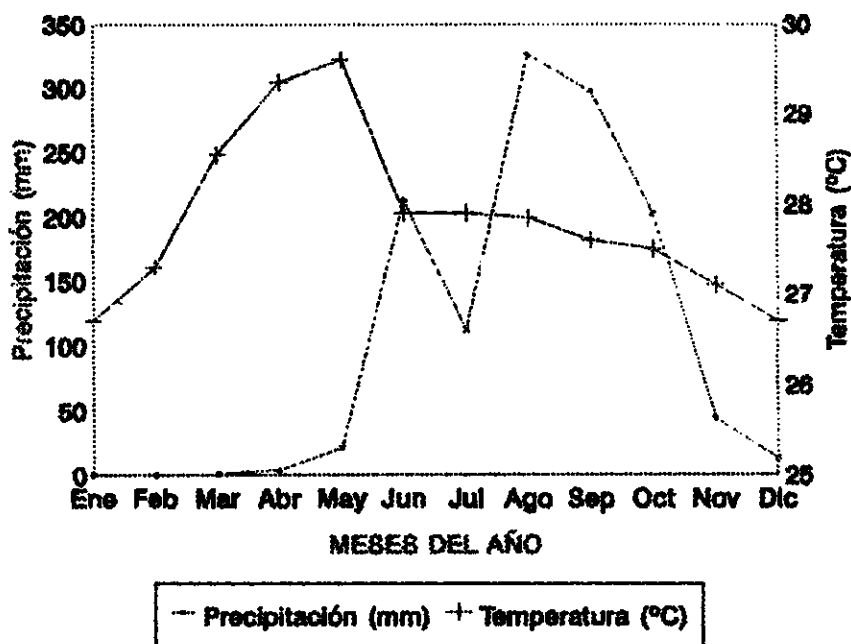


Figura 1 Datos de precipitación (mm) y temperatura (°C) ocurridas en el CNIA, 1995

2.4 Diseño Experimental.

Los factores de prueba incluidos en el experimento (Tabla 2), fueron establecidos en diseño de parcelas subdivididas, arreglados en bloques completos al azar, con tres repeticiones, constituyendo la parcela principal el factor nitrógeno, la parcela intermedia la densidad de siembra y la parcela pequeña las variedades. Las dimensiones del ensayo y el arreglo de los tratamientos en estudio se presentan en las tablas 3 y 4.

Tabla 2. Factores en estudio y sus niveles.

Factores	Niveles
Nitrógeno	$N_1=75$ kg/ha
	$N_2=150$ kg/ha
Densidades	$D_1=30000$ pl/ha
	$D_2=50000$ pl/ha
	$D_3=70000$ pl/ha
Variedades	SP-73= Sintético Población 73
	SP-76= Sintético Población 76
	SR. S= Sintético Regional Sequía

Tabla 3. Dimensiones del ensayo.

Dimensiones del ensayo	Area
Area de la parcela Exp.	$4 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 20 \text{ m}^2$
Area de la P.U.	$2.4 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 9.6 \text{ m}^2$
Area entre parcela Exp.	$4 \text{ m} \times 18 = 72 \text{ m}^2$
Area de Repetición	$20 \text{ m}^2 \times 18 = 360 + 72 \text{ m}^2 = 432 \text{ m}^2$
Area de 3 Repeticiones	$432 \text{ m}^2 \times 3 = 1296 \text{ m}^2$
Area entre Repetición	$1 \times 86.4 = 86.4 \text{ m}^2 \times 3 = 259.2 \text{ m}^2$
Area Total	$1296 \text{ m}^2 + 259.2 \text{ m}^2 = 1555.2 \text{ m}^2$

Tabla 4. Arreglo factorial de los 18 tratamientos, diseño de parcelas subdivididas.

Tratamientos	Niveles de nitrógeno kg/ha	Densidad 1000 pl/ha	Variedades
1	75	30	SP-73
2	75	30	SP-76
3	75	30	SR.S
4	75	50	SP-73
5	75	50	SP-76
6	75	50	SR.S
7	75	70	SP-73
8	75	70	SP-76
9	75	70	SR.S
10	150	30	SP-73
11	150	30	SP-76
12	150	30	SR.S
13	150	50	SP-73
14	150	50	SP-76
15	150	50	SR.S
16	150	70	SP-73
17	150	70	SP-76
18	150	70	SR.S

2.5 Métodos de fitotecnia.

- La preparación del suelo fue mecanizada, siguiendo el sistema de labranza convencional. La cual consistió en un pase de arado de disco 30 días antes de la siembra, a una profundidad de 10-15 cm, y dos pases de grada a los 15 y 3 días antes de la siembra. La siembra se realizó el 22 de agosto de 1995.
- La siembra fue manual, en hileras separadas entre sí 80 cm, estableciéndose inicialmente densidades de 35, 55 y 80 mil pl/ha. Quince días después de la germinación (ddg) se realizó la actividad del raleo, dejando las poblaciones en estudio.

- Las variedades de maíz estudiadas fueron :Sintético población 73, Sintético población 76 y Sintético regional sequia con ciclo vegetativo de 110,110 y 105 días respectivamente.
- El fertilizante nitrogenado fue aplicado en forma de Urea con un 46% de nitrógeno aplicándose fraccionado en dos momentos; el 50% a la siembra y el resto a los 35-40 dds. A razón de 75 y 150 kg de N/ha.
- La fertilización fosfórica fue aplicada toda al momento de la siembra a razón de 40 kg/ha de P_2O_5 . La fuente de fósforo utilizada fue la fórmula semicompleta 18-46-00. Potasio no se aplicó.
- Para el control de plagas del suelo se utilizo Lorsban 2% G (Clorpyrifos) en dosis de 20 kg/ha al momento de la siembra. Para el control de plagas del ciclo del cultivo se utilizó Lorsban 4 EC , Decis (Decametrina) a razón de 1 l/ha y 0.75 l/ha respectivamente. Cabe señalar que estos productos se utilizaron en momentos en que el cultivo lo necesitaba de acuerdo al grado de infestación.
- El control de malezas fue manual, cuando las circunstancias lo ameritaban. Manteniéndose el área experimental libre de malezas durante los primeros 45 días del ciclo vegetativo del cultivo.
- La cosecha fue manual al cabo del ciclo vegetativo del cultivo. Realizándose el 13 de diciembre de 1995.

2.6 Variables Medidas.

2.6.1 Durante el crecimiento y desarrollo.

- a) Número total de hojas. A los 15 dds se seleccionaron 12 plantas al azar por parcela, se marcó la hoja número 5 cortándole la punta cuando aún la hoja número 1 era reconocible, luego a los 38 días después de la siembra (dds) se repitió el mismo procedimiento marcando la hoja número 10. Posteriormente después de la floración se contó el número final de hojas por planta contando desde la antes marcada hoja número 10.
- b) Número de hojas a la mazorca. Se registró después de la floración contando desde la hoja número 10 hasta la hoja de inserción de la mazorca.
- c) Número de hojas sobre la mazorca. Se registró después de la floración, por diferencia entre el total de hojas/pl y el de hojas a la mazorca.
- d) Altura de planta. Esta se tomo en cm desde la base del tallo hasta la base de la panoja. Haciendo tomas cada 15 días desde los 20 dds hasta después de la floración donde se tomó la altura final.
- e) Días a Floración Masculina y Femenina. Se visitaron las parcelas y se determinaron los días cuando el 50% de las flores masculinas y femeninas se habían obtenido.
- f) Altura de inserción de la mazorca. Esta se registró en (cm), midiendo desde la base del tallo hasta la altura de inserción de la mazorca.

2.6.2 Variables evaluadas al momento de la cosecha.

- a) Plantas cosechadas. Se contó el número total de plantas cosechadas en la parcela útil (P.U).
- b) Número de plantas acamadas. Se contaron todas las plantas que presentaban aproximadamente un ángulo de inclinación menor de 45° en relación a la superficie del suelo en la parcela útil.
- c) Mazorcas cosechadas. Para esto se contaron el numero total de mazorcas en la parcela útil.
- d) Número de mazorcas podridas. Se tomaron en cuenta todas aquellas mazorcas que presentaban al menos el 50% de daño del total de mazorcas cosechadas.
- e) Longitud de mazorcas. Se midieron 6 mazorcas desde la base de ésta hasta la punta en cm.
- f) Diámetro de mazorca. Se midieron 6 mazorcas en su parte media con bernier en cm.
- g) Número de hileras por mazorca. Se tomaron 6 mazorcas al azar por parcela útil y se les contó el número de hileras.
- h) Número de granos por hilera. Se tomaron 6 mazorcas al azar por parcela útil y se les contó el número de granos por hilera.
- i) Biomasa total. Se cortaron 12 plantas al azar por parcela y se determinó su peso seco en (t/ha), a este valor se le adicionó el peso de campo seco.
- j) Rendimiento de campo. Se pesaron todas las mazorcas/P.U determinándose su peso en kg/ha, y se llevó al 15% de Humedad.

2.7 Análisis Estadístico.

La evaluación para las variables en estudio consistió en el análisis estadístico de varianza (ANDEVA) y separación de medias por DUNCAN con un margen de error de alfa= 5%.

2.8 Análisis económico.

A los tratamientos estudiados se les realizó un análisis económico para evaluar la rentabilidad de cada uno de ellos, de manera que se pueda brindar información acerca de cual de las alternativas es más adecuada desde el punto de vista económico para el agricultor. La metodología empleada para la realización de este análisis fue a través del cálculo de la tasa de retorno marginal, para lo cual se consideraron los siguientes parámetros (CIMMYT, 1988).

Costos fijos: Incluyen los costos de preparación de suelo, y manejo agronómico de los tratamientos.

Costos variables: Implican cada uno de los tratamientos en donde se incluye fertilizante y semilla.

Costos totales: Se obtienen a través de la sumatoria de los costos fijos más los costos variables.

Rendimiento: Expresado en kg/ha.

Beneficio bruto: Obtenido a través del producto del rendimiento por el precio al momento de la cosecha.

Beneficio neto: Es igual al beneficio bruto menos los costos totales.

Tasa de retorno marginal: El beneficio neto sobre los costos totales de producción por cien.

III RESULTADOS Y DISCUSION.

3.1- Crecimiento y desarrollo.

Durante el desarrollo de la planta se presentan cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de base para identificar las etapas de desarrollo del cultivo. El crecimiento puede referirse al aumento en el volumen de materia seca, producto del desarrollo de algún órgano u órganos específicos de las plantas, y puede estar relacionado al peso seco, longitud, altura o diámetro (Tisdale & Nelson, 1988).

3.1.1 Altura de planta.

La altura final de planta está fuertemente influenciada por las condiciones ambientales, entre ellas tenemos: humedad, nutrición, temperatura, cantidad y calidad de la luz, entre otros. La importancia de la altura de planta es que permite determinar la tolerancia al acame, quiebre de la planta, resistencia a barrenadores de tallo, sequía y facilidad de mecanización integral del cultivo (Reyes, 1990).

Los niveles de nitrógeno estudiados no mostraron diferencias significativas en los distintos momentos en que se midió la altura. Coincidiendo con Baca (1989), que no encontró diferencia estadística al estudiar niveles de 90, 120, y 150 kg de N/ha.

(Tabla 5)

El factor población mostró diferencias significativas en todas las mediciones realizadas, encontrándose la mayor altura con la población de 70 mil pl/ha, a los 71 días después de siembra (Tabla 5). Esto se debe a que a mayor población se incrementa la competencia entre las plantas por luz, agua, nutrientes y espacio.

Para las variedades se encontró diferencias significativas, en casi todos los momentos en que se efectuó la medición. Presentando la mayor altura final la variedad Sintético Población 73, que a la vez es estadísticamente similar a la Sintético Población 76. La variedad Sintético Regional Sequía es diferente presentando la menor altura promedio (Tabla 5). Estos resultados coinciden con Reyes (1992) quien expresa que la altura de planta es una característica varietal.

Referente a la interacción Nitrógeno x Densidad se encontraron diferencias significativas, lográndose observar los mayores valores para esta variable con el nivel de 75 kg de N/ha, y densidad de 70 mil pl/ha (Anexo 2).

3.1.2 Altura de inserción de la mazorca.

Esta variable es un elemento que contribuye notablemente en la formación del rendimiento de grano en el maíz. Las hojas superiores y las del medio de la planta de maíz son las principales contribuyentes de carbohidratos a la mazorca y llenado de grano. Lo que significa que mientras menor sea la altura de inserción de la mazorca, esta tendrá más hojas que le proveen de nutrientes y por ende esto se traduce en un mayor rendimiento de grano en el cultivo (Reyes, 1990).

De acuerdo a los resultados obtenidos no se detectaron diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno estudiados. Sin embargo, con el nivel de 150 kg de N/ha se incrementa ligeramente la altura de inserción (Tabla 5). Esto coincide con Baca (1989), quien encontró la mayor altura de mazorca con niveles de 120 y 150 kg de N/ha.

El factor densidad presentó diferencias significativas. Obteniéndose la mayor altura promedio con la densidad 70 mil pl/ha y el valor más bajo con la población de 30 mil pl/ha (Tabla 5).

Respecto a las variedades, éstas mostraron diferencias significativas, siendo estadísticamente similares las variedades Sintético Población 76 y Sintético Población 73 que al mismo tiempo presentan la mayor altura promedio de mazorca. La variedad Sintético Regional Sequia es diferente a las anteriores, presentando la menor altura a la mazorca (Tabla 5).

Tabla 5. Influencia de los factores en estudio sobre Altura de Plantas y Altura a la Mazorca.

FACTOR	ALTURA DE PLANTAS (cm)				ALTURA DE MAZORCA (cm)
	32 DDS	45 DDS	59 DDS	71 DDS	
Nitrógeno: 75 Kg/ha	39.3a	112.1a	190.5a	196.7a	99.5a
150 Kg/ha	36.0a	108.1a	189.1a	196.5a	100.4a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS
Densidad: 30,000 pl/ha	35.9b	104.3b	184.2b	192.8b	93.9c
50,000 pl/ha	38.0b	109.8b	185.3b	193.8b	100.7b
70,000 pl/ha	39.1a	121.7a	197.5a	203.0a	105.2a
ANDEVA	*	*	*	*	*
Variedades: SP-73	37.5b	109.4a	202.9a	210.9a	106.9a
SP-76	39.6a	117.1a	201.6a	208.3a	106.6a
SR-S	35.c	109.4a	165.b	170.4b	86.2b
ANDEVA	*	NS	*	*	*
C.V (%)	6.81	13.76	4.87	3.73	5.45

Nota: Datos con la misma letra no difieren estadísticamente.

3.1.3 Número total de hojas por planta.

Esta variable es de gran importancia ya que existe una estrecha relación entre el número total de hojas y la precocidad de la

variedad, por lo cual se utiliza como criterio de clasificación o selección en la duración del ciclo de vida. Además que existe una correlación positiva entre la altura máxima de la planta y el número total de hojas. Igualmente se a utilizado como criterio de precocidad de la floración de las variedades (López, 1990).

La variable número total de hojas por planta no mostró diferencias significativas ante los niveles de nitrógeno estudiados (Tabla 6). Estos resultados coinciden con López (1990), quien indica que la nutrición nitrogenada aumenta más la superficie foliar que el número de hojas.

Al analizar los datos obtenidos para el factor densidad no se encontraron diferencias significativas entre las distintas poblaciones. Estos resultados están en desacuerdo con Chase & Nanda citado por Jugenheimer (1990), y López (1990) quienes mencionan que el incremento de la densidad de plantas puede reducir ligeramente el número de hojas por planta (Tabla 6).

Comparando las variedades, éstas presentaron diferencias significativas entre ellas, pudiéndose apreciar que la variedad Sintético Población 73 presentó el mayor número promedio de hojas/pl, la variedad Sintético Población 76 mostró un valor intermedio, y el promedio más bajo se obtuvo con la variedad Sintético Regional Sequía (Tabla 6). Si se comparan estos promedios con los de altura máxima de planta (Tabla 5), se nota que la variedad que presentó la mayor altura final de planta , presenta el mayor número total de hojas, lo cual coincide con lo expresado por López (1990) que a mayor altura mayor número de hojas.

La interacción Nitrógeno x Variedad mostró diferencias significativas para el número total de hojas, indicando que el mayor número total de hojas se obtuvo con el nivel de 150 kg de N/ha y la variedad Sintético Población 73 (Anexo 3).

3.1.4 Número de hojas bajo, y sobre la mazorca.

Probablemente las cinco hojas ubicadas en la región de la mazorca o inmediatamente por encima de ella son las más importantes durante el llenado de grano, ya que los granos se forman de los productos de la fotosíntesis que se realiza en las hojas situadas por encima del nivel de la mazorca, así como durante el periodo del llenado de grano (Tanaka & Yamaguchi, 1981).

El análisis realizado para el número de hojas bajo la mazorca y sobre ésta demuestra que no existe diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno estudiados (Tabla 6). Estos resultados coinciden con López (1990), quien indica que el nitrógeno aumenta más la superficie foliar que el número de hojas.

El factor densidad no presentó diferencias significativas entre sus distintas poblaciones para las variables arriba mencionadas. (Tabla 6).

Respecto a las variedades se encontraron diferencias significativas para el número de hojas bajo la mazorca y no así para las que están por encima de ésta. La variedad Sintético Población 73 presentó un valor promedio ligeramente mayor que las otras variedades en hojas bajo la mazorca (Tabla 6). Esto puede ser debido a que esta variedad presentó mayor altura final de planta (Tabla 5), y mayor número total de hojas (Tabla 6).

Por lo tanto podemos afirmar que ninguno de los factores tuvo influencia para el número de hojas por encima de la mazorca. Y el único factor que ejerce influencia en el número de hojas a la mazorca, es la variedad.

Tabla 6. Influencia de los factores en estudio Nitrógeno, Densidad y Variedad sobre el número de hojas.

Factor	Hojas/planta	Hojas bajo la mazorca	Hojas sobre la mazorca
Nitrógeno(kg/ha)			
75	20.2a	14.1a	6.1a
150	20.2a	14.2a	6.0a
ANDEVA	NS	NS	NS
Densidad(1000 pl/ha)			
30	20.2a	14.0a	6.1a
50	20.2a	14.2a	5.9a
70	20.3a	14.2a	6.0a
ANDEVA	NS	NS	NS
Variedades			
SP-73	20.5a	14.5a	6.0a
SP-76	20.2b	14.1b	6.1a
SR.Sequia	19.9c	13.9b	6.0a
ANDEVA	*	*	NS
C.V %	1.49	2.42	4.56

Nota: Datos con la misma letra son iguales estadísticamente.

3.1.5 Días a floración masculina.

Altos niveles de nitrógeno retrasan la floración, así mismo sucede al incrementar la densidad de plantas (Demolon, 1975). La floración es afectada por la temperatura. Temperaturas superiores a 30°C tienden a provocar una inflorescencia masculina más temprana que la femenina. Bajo condiciones de temperaturas menores de 20°C, la inflorescencia femenina aparece más temprano que la masculina (Parsons, 1991).

De acuerdo a los resultados en relación a días a floración masculina se encontró diferencias significativas, para los niveles de nitrógeno estudiados. Observándose que la floración más tardía se obtuvo con el nivel de 150 kg de N/ha (Tabla 7). Estos

resultados coinciden con Demolon (1975); y Cuadra (1988) quienes indican que a mayores dosis de nitrógeno, se retrasa la floración.

Respecto al factor densidad hubo efecto significativo entre las diferentes poblaciones evaluadas, presentándose la floración masculina más tardía con la población más alta 70 mil pl/ha y la más temprana con la densidad de 30 mil pl/ha (Tabla 7). Estos resultados coinciden con Tanaka y Yamaguchi (1981) quienes indican que la floración tiende a retrasarse con una población densa.

Referente a las variedades, éstas muestran diferencias significativas, pudiéndose notar que las variedades Sintético Población 73 y Sintético Población 76 son similares entre sí, además presentan los días a floración masculina más tardíos. Pero la variedad Sintético Regional Sequia es diferente a las otras antes mencionadas por presentar la floración masculina más temprana (Tabla 7). Esto puede deberse a características genéticas de las variedades.

3.1.6 Días a floración femenina.

La floración femenina forma parte de la fase reproductiva del maíz. Esta es importante ya que a partir de ella podría predecirse la estación de madurez, pues conociendo la fecha promedio de floración femenina para un campo, al añadir 50 días se obtendrá la fecha promedio de madurez, ya que el intervalo de la floración femenina a la madurez es bastante constante (Jugenheimer, 1990).

Al analizar los datos, los niveles de nitrógeno no tuvieron efecto significativo sobre los días a floración femenina. Observándose un ligero incremento en los días a floración con el nivel de 150 kg de N/ha. Referente a las densidades presentaron diferencias significativas, apreciándose la floración más tardía con la población de 70 mil pl/ha y la más temprana con la densidad de 30 mil pl/ha (Tabla 7).

Las variedades estudiadas presentaron diferencias significativas, pudiéndose notar que las variedades Sintético Población 76 y Sintético Población 73 no difieren estadísticamente llegando a la floración más tarde con respecto a la Sintético Regional Sequía la cual es diferente por florecer más temprano (Tabla 7).

Tabla 7. Influencia de los factores en estudio sobre la Floración masculina y femenina

Factor	Días a flor masculina	Días a flor femenina
Nitrógeno (kg/ha)		
75	52.4b	54.4a
150	53.2a	55.1a
ANDEVA	*	NS
Densidad(1000 pl/ha)		
30	52.3c	53.9b
50	52.8b	54.8ab
70	53.4a	55.5a
ANDEVA	*	*
Variedades		
SP-73	53.3a	55.2a
SP-76	53.2a	55.7a
SR. Sequía	51.9b	53.3b
ANDEVA	*	*
C.V %	1.35	1.42

Nota: Datos con la misma letra son iguales estadísticamente.

3.2 Componentes del Rendimiento.

Uno de los objetivos fundamentales de la investigación agrícola es la obtención de altos rendimientos de manera que permita satisfacer la demanda del grano. Los rendimientos agrícolas de un cultivo están determinados por los componentes de rendimiento, cuyo comportamiento influye en los rendimientos finales obtenidos.

3.2.1 Diámetro de mazorca.

La mazorca está constituida especialmente para producir elevados rendimientos de grano bajo la protección del hombre (Jugenheimer, 1990).

El diámetro de mazorca forma parte de la fase reproductiva en la que se requiere de actividad fotosintética y gran absorción de agua y nutrientes. Si esto es adverso afectará el tamaño de la espiga en formación y por consiguiente se obtendrá menor diámetro de mazorca que al final repercutirá en bajos rendimientos (Rivas, 1993).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis en relación al diámetro de mazorca no se encontró diferencias significativas para los niveles de nitrógeno estudiados (Tabla 8)

En relación a las densidades se presentaron diferencias significativas, siendo la población de 30 mil pl/ha la que presentó el mayor diámetro de mazorca. Las densidades de 70 y 50 mil pl/ha no difieren estadísticamente entre si, presentando los valores más bajos de diámetro (Tabla 8).

Lo que permite afirmar que a medida que la población aumenta disminuye el diámetro de la mazorca. Esto coincide con Saldaña & Calero (1991), quienes indican que el diámetro de mazorca está relacionado directamente con el aumento de la densidad.

Las variedades presentaron diferencias significativas, siendo la Sintético Población 76 la que presentó mayor diámetro, seguido de la Sintético población 73. La Sintético Regional Sequia presentó el menor diámetro de mazorca (Tabla 8).

3.2.2 Longitud de mazorca.

Podemos afirmar que el tamaño de la mazorca es un carácter de gran importancia por ser un elemento correlativo en el rendimiento de grano. Además este carácter se ve sumamente afectado por el manejo agronómico y el medio ambiente.

En nuestros resultados, no se encontraron diferencias significativas en la longitud de mazorca, para los niveles de nitrógeno en estudio (Tabla 8). Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Cuadra (1988); y Baca (1989) quienes concluyen que no encontraron diferencia significativa de las dosis de nitrógeno sobre la longitud de mazorca.

Respecto al factor densidad existe diferencia significativa en la longitud de mazorca, siendo estadísticamente similares las poblaciones de 30 y 50 mil pl/ha que a la vez presentan la mayor longitud. La población de 70 mil pl/ha es diferente a las anteriores presentando mazorcas de menor tamaño (Tabla 8), lo que significa que al aumentar la densidad de siembra se reduce la longitud de mazorca. Estos resultados coinciden con Cuadra (1988) quién afirma que las plantas sometidas a altas densidades de población producen mazorcas de tamaño reducido.

Las variedades estudiadas presentaron efecto significativo, obteniéndose la mayor longitud con la variedad Sintético población 73 y la menor con la Sintético Regional Sequía (Tabla 8).

3.2.3 Número de hileras por mazorca

El número de hileras por mazorca es un elemento correlativo del rendimiento del grano. Debido a que la mazorca y la espiga se diferencian y desarrollan en la etapa reproductiva, el número de hileras de grano de la mazorca está determinado desde el principio de la diferenciación de ésta (Jugenheimer, 1990).

Los niveles de nitrógeno no presentaron diferencias significativas para el número de hileras por mazorca (Tabla 8). Estos resultados coinciden con Arana & Cruz (1993) quienes aseguran que la fertilización nitrogenada no influye sobre esta variable. Tanaka & Yamaguchi (1981), consideran que el número de hileras es un carácter genético que no es afectado por las condiciones del cultivo.

Las densidades reflejan diferencias significativas, siendo la de 30 mil pl/ha la que permite obtener el mayor número de hileras por mazorca, superando a las de 50 y 70 mil pl/ha que a la vez son estadísticamente similares entre sí (Tabla 8). Si comparamos los valores con los del diámetro de mazorca (Tabla 8) podemos observar que con la población que se presenta el mayor diámetro se obtiene más hileras por mazorca, lo que coincide con Centeno & Castro (1993), quienes indican que el número de hileras por mazorca está en dependencia del diámetro de mazorca.

Para las variedades se encontró diferencias significativas, presentando un comportamiento similar las variedades Sintético Población 76 y Sintético Población 73 con mayor número de hileras por mazorca. La variedad Sintético Regional Sequia es diferente por presentar el menor número de hileras por mazorca (Tabla 8). Estos resultados concuerdan con Centeno & Castro (1993), quienes expresan que el número de hileras está determinado por la variedad e influenciado por factores ambientales y condiciones en que se desarrolla el cultivo.

3.2.4 Número de granos por hilera

Esta variable al igual que el número de hileras, longitud y peso de la mazorca, son elementos correlativos del rendimiento (Reyes, 1990). Jugenheimer (1990), encontró que el número de granos por hilera está determinado por la longitud de la mazorca.

El análisis realizado para el número de granos por hilera demuestra que no existen diferencias significativas para los niveles de nitrógeno estudiados. Sin embargo se observa un ligero incremento en el número de granos por hilera con el nivel de 75 kg de N/ha (Tabla 8). Este resultado no coincide con lo expresado por Tanaka & Yamaguchi(1981), quienes encontraron menor número de granos por hilera cuando disminuyó el nivel de nitrógeno.

Las poblaciones estudiadas presentaron diferencias significativas, obteniéndose el mayor número de granos por hilera con la población de 30 mil pl/ha. Por lo que podemos afirmar que al aumentar las poblaciones disminuye el número de granos por hilera(Tabla 8).

Estos resultados coinciden con Tanaka & Yamaguchi (1981), quienes indican que, el número de granos por hilera decrece con el incremento de las poblaciones.

Para las variedades se obtuvo diferencias significativas, presentando el mayor número de granos por hilera la variedad Sintético Población 73, y los valores más bajos la variedad Sintético Población 76 y Sintético Regional Sequía que a la vez son estadísticamente similares (Tabla 8).

Estos resultados coinciden con Tanaka & Yamaguchi(1981) y Jugenheimer(1990), quienes indican que el número de granos por hilera además de estar determinado por la variedad, está influenciado por los cambios ambientales, así como también por las condiciones del cultivo.

Tabla 8. Influencia de los factores en estudio sobre las características de la mazorca..

Factor	Díámetro de mazorca (cm)	Longitud de mazorca (cm)	Hileras por mazorca	Granos por hilera
Nitrógeno (kg/ha)				
75	4.2 a	14.3a	14.1a	33.1a
150	4.2.a	14.2a	14.5a	32.3a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
Densidad(1000 pl/ha)				
30	4.3a	15.0a	14.6a	34.6a
50	4.2ab	14.3a	14.1b	32.8b
70	4.1b	13.5b	14.1b	30.7c
ANDEVA	*	*	*	*
Variedades				
SP-73	4.2b	15.1a	14.6a	34.1a
SP-76	4.4a	14.5b	14.6a	32.2b
SR. Sequía	3.9c	13.2c	13.8b	31.8b
ANDEVA	*	*	*	*
C.V %	4.93	5.37	5.36	6.62

Nota: Datos con la misma letra son iguales estadísticamente.

3.2.5 Plantas cosechadas/ha

Es bien sabido que a mayor número de plantas que lleguen al momento de la cosecha, así será también el rendimiento del producto a cosechar; esto resulta valedero al lograr el número óptimo de plantas por unidad de superficie(Tapia, 1980).

Los niveles de nitrógeno no presentaron diferencias significativas para esta variable (Tabla 9). Estos resultados coinciden con Cuadra(1988), que en ensayo similar realizado en La Compañía, Carazo (IV Región), no encontró diferencias significativas para el factor nitrógeno asegurando que este factor no tiene influencia alguna en el aumento o disminución del número de plantas cosechadas.

Para el factor densidad se encontraron diferencias significativas, en el número de plantas cosechadas encontrándose el mayor número plantas con la población de 70 mil pl/ha (Tabla 9), por lo que podemos afirmar que el número de plantas a cosechar es mayor al aumentar las densidades. Estos resultados coinciden con Tanaka & Yamaguchi(1981) y Cuadra(1988), quienes aseguran que el número de plantas a cosechar puede incrementarse con el aumento de las poblaciones.

Las variedades estudiadas presentaron diferencias significativas, obteniéndose el mayor número de plantas cosechadas con la variedad Sintético Población 73 y el menor valor con la Sintético Regional Sequía(Tabla 9).

La interacción Densidad X Variedad presento diferencias significativas, siendo los tratamientos con altas poblaciones 70 mil pl/ha y las variedades Sintético Población 73 y Población 76 los que presentan el mayor número de plantas cosechadas(Anexo 4). De tal manera que la densidad ejerce influencia sobre la variedad.

3.2.6 Número de plantas acamadas/ha

El número de plantas acamadas es un factor de suma importancia ya que influye en el rendimiento del cultivo. Altos niveles de nitrógeno ocasionan una mayor producción de tejidos y un mayor peso de la planta, mientras que altas densidades de población disminuyen el diámetro del tallo, teniendo estos dos factores una influencia en el incremento a la susceptibilidad al acame en la planta de maíz(Cuadra, 1988).

Los niveles de nitrógeno no tuvieron efecto significativo para el número de plantas acamadas. Aunque existe un ligero incremento en el número de plantas acamadas con la aplicación de 150 kg de N/ha(Tabla 9).

Al respecto Aldrich & Leng citado por Baca (1989), señalan que a medida que se incrementan las dosis de nitrógeno desde 0 hasta 180 kg de N/ha, se incrementa el vuelco de las plantas del maíz.

El factor densidad mostró diferencias significativas, para el número de plantas acamadas, obteniéndose el mayor valor con la densidad de 70 mil pl/ha y el menor valor con la población más baja 30 mil pl/ha(Tabla 9). Este resultado coincide con Cuadra(1988), y López(1990), quienes mencionan que al incrementarse la densidad de plantas se incrementa el acamado en el cultivo del maíz.

Referente a las variedades, estas no mostraron diferencias significativas pero se encontró un mayor número de plantas acamadas con la variedad sintético población 76 y el menor valor con la sintético población 73(Tabla 9).

3.2.7 Mazorcas cosechadas/ha

Reyes (1990), considera que el número de mazorcas por unidad de superficie es un carácter de gran importancia por ser un elemento correlativo en el rendimiento de grano. Además se ve afectado por el medio ambiente. El número de mazorcas totales está determinado por el número de plantas por área, así como también del nivel nutricional del suelo (Rivas, 1993).

En nuestros resultados, no se encontró diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno estudiados para el número de mazorcas cosechadas(Tabla 9).

Respecto al factor densidad se presentaron diferencias significativas , entre las poblaciones estudiadas. Obteniéndose el mayor número de mazorcas cosechadas con la población de 70 mil pl/ha(Tabla 9), lo que nos lleva a afirmar que al aumentar la población aumenta el número de mazorcas cosechadas.

Los resultados obtenidos coinciden con Tanaka & Yamaguchi (1981), quienes manifiestan que el número de mazorcas por unidad de superficie sembrada se ve incrementado fácilmente aumentando la población de plantas.

Al comparar las variedades estas mostraron diferencias significativas, entre ellas, obteniéndose el mayor número de mazorca cosechadas con la variedad Sintético Población 73 (Tabla 9). Esto puede ser debido a que con esta variedad se obtiene el mayor número de plantas cosechadas.

La interacción Densidad x Variedad, se mostró significativa, obteniéndose el mayor número de mazorcas cosechadas en los tratamientos con poblaciones de 70 mil pl/ha y la variedad SP-73. (Anexo 5).

3.2.8 Número de mazorcas podridas/ha

Esta variable es un elemento de gran importancia ya que influye directamente en la calidad del rendimiento obtenido en el cultivo del maíz.

El número de mazorcas podridas es afectado por altos niveles de nitrógeno, altas densidades de población así como la susceptibilidad a plagas, enfermedades y las condiciones ambientales (Cuadra, 1988).

El factor nitrógeno no mostró diferencia significativa para el número de mazorcas podridas. Esto coincide con Benavides y Siles (1990), quienes no encontraron efecto del factor nitrógeno sobre esta variable, (Tabla 9).

Para el factor densidad existe diferencia significativa, obteniéndose el mayor daño de mazorca con las poblaciones de 70 y 50 mil pl/ha que al mismo tiempo son estadísticamente iguales. La

población de 30 mil pl/ha es diferente por presentar el menor número de mazorcas dañadas (Tabla 9). Nuestros resultados contradicen lo encontrado por Cuadra (1988), quien afirma que el aumento de la densidad de plantas por hectárea disminuye el número de mazorcas podridas.

Respecto a las variedades se presentaron diferencias significativas, pudiéndose notar que las variedades Sintético Población 73 y Sintético población 76 no difieren estadísticamente entre sí, presentando el menor número de mazorcas podridas. La variedad Sintético Regional Sequia es diferente a las anteriores por presentar el mayor número de mazorcas dañadas (Tabla 9).

La interacción Densidad x Variedad es significativa para mazorcas podridas, reflejando los menores valores para la combinación de 30 y 50 mil pl/ha y las variedades SP-76 y SP-73, las que son estadísticamente similares (Anexo 6).

3.2.9 Peso de 250 granos

La producción en peso de grano de una planta está definitivamente afectada por muchos de los factores ecológicos, tales como fertilidad del suelo y la disponibilidad de agua (Bustamante 1990).

Los resultados no presentan diferencia significativa para el factor nitrógeno sobre esta variable. El mayor peso se obtiene con 75 kg de N/ha, disminuyendo el peso del grano al aumentar la dosis de nitrógeno (Tabla 9). Estos resultados no coinciden con lo expresado por Lencoff & Loomis citado por Bustamante (1990), quienes manifiestan que el peso de 250 granos está fuertemente influenciado por el suministro de nitrógeno.

Respecto al factor densidad no se encontró diferencia significativa entre las poblaciones estudiadas, sobre el peso de 250 granos, obteniéndose el mayor peso con la densidad de 30 mil

pl/ha y el menor con las densidades de 70 y 50 mil pl/ha (Tabla 9), por lo que se observa una tendencia de disminuir el peso del grano al aumentar la población.

Las variedades no presentaron diferencia significativa. Sin embargo, el mayor peso promedio lo obtuvo la variedad Sintético Regional Sequía, y el menor la variedad Sintético Población 76 (Tabla 9).

Por consiguiente podemos decir que ninguno de los factores en estudio tuvo influencia sobre el peso de 250 granos.

Tabla 9. Influencia de los factores en estudio sobre las plantas cosechadas y acamadas por hectárea, mazorcas cosechadas y podridas por hectárea y el peso de 250 granos.

Factor	Pl. cosechadas	Pl. acamadas	Mazorcas cosechadas	Mazorcas podridas	Peso de 250 granos (g)
Nitrógeno (kg/ha)					
75	42812.5a	9895.8a	43229.2a	9479.2a	65.9a
150	42083.3a	10104.2a	43437.5a	10312.59a	59.6a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS
Densidad(1000 pl/ha)					
30	26354.2c	4166.7c	28333.3c	6041.7b	64.4a
50	44062.5b	9791.7b	44895.8b	10416.70a	61.4a
70	56875.0a	15937.5a	56979.2a	13229.27a	62.5a
ANDEVA	*	*	*	*	NS
Variedades					
SP-73	45312.5a	8854.2a	45937.5a	6458.3b	62.3a
SP-76	42916.7b	11145.8a	43854.2b	7187.5b	61.5a
SR. Sequía	38958.0c	10000.0a	40312.5c	16041.7a	64.5a
ANDEVA	*	NS	*	*	NS
C.V %	12.09	39.28	11.58	39.32	11.36

3.2.10 Rendimiento de grano kg/ha.

El rendimiento de grano es el principal objetivo a alcanzar en el cultivo del maíz, que es la resultante de una serie de factores que en su mayoría pueden modificarse en forma artificial. Dos de estos son, el nivel nutricional del suelo y la competencia que se genera entre las plantas individuales, una vez emergidas (Tapia, 1980).

En nuestros resultados, no se obtuvieron diferencias significativas en los rendimientos de grano entre los niveles de nitrógeno estudiados. Sin embargo, con el nivel de 75 kg de N/ha se obtuvieron rendimientos ligeramente superiores (Tabla 10). Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Ballesteros (1972), Quintana (1983), FAO (1986), Reyes (1990), Menocal (1990), López (1990), y Parsons (1991), quienes mencionan una respuesta positiva en los rendimientos del cultivo al aumentar la dosis de nitrógeno.

Con respecto al factor densidad, este muestra diferencias significativas, entre las poblaciones estudiadas para el rendimiento de grano. El mayor rendimiento promedio se obtuvo con la densidad de 70 mil pl/ha, y el menor con la población de 30 mil pl/ha (Tabla 10), lo que nos lleva a afirmar que al aumentar las poblaciones se incrementan los rendimientos del cultivo. Los resultados obtenidos coinciden con Tapia (1980), Cuadra (1988), Jugenheimer (1990), y Menocal (1990), quienes señalan una respuesta positiva del incremento de la densidad de población sobre el rendimiento de grano.

Referente a las variedades, éstas muestran diferencias significativas, para el rendimiento de grano, en el cual la variedad Sintético población 73 es la que presenta el mayor rendimiento promedio, a la vez es estadísticamente similar a la Sintético población 76 (Tabla 10). Esto es debido a que con estas variedades se obtuvo el mayor número de mazorcas cosechadas (Tabla 9). La Sintético Regional Sequía presentó el menor rendimiento.

Otro aspecto importante de resaltar es que las variedades que presentaron los mayores rendimientos son las que obtuvieron los mayores promedios en altura de mazorca. Estos resultados coinciden con Horner et al, citado por Jugenheimer(1990) quienes encontraron una reducción de 16.4 kg/ha del rendimiento por cada cm de reducción de la altura de inserción de la mazorca. Lo que no coincide con lo planteado por Reyes(1990), quien encontró que a menor altura de mazorca se aumentan los rendimientos del cultivo.

También puede apreciarse que las variedades que más rindieron, tienen un ciclo vegetativo ligeramente mayor, que la variedad de menor rendimiento.

La interacción Nitrógeno x Densidad x Variedad muestra diferencia significativa, presentándose el mayor rendimiento en el tratamiento con 150 kg de N/ha, población de 70 mil pl/ha y la variedad SP-76(Figura 2).

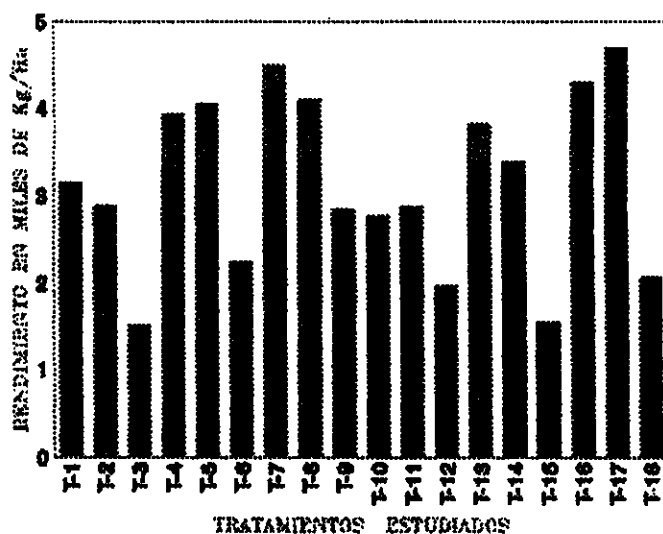


Figura 2. Rendimiento de grano, Interacción NxDxV (kg/ha)

3.2.11 Biomasa total

La planta de maíz acumula materia seca (m.s.) rápidamente después del desarrollo inicial de las hojas, alcanzando un máximo cuando la planta llega a su madurez fisiológica (Agric. Técnica, 1983).

Para la producción de Biomasa no se presentaron diferencias significativas en los niveles de nitrógeno estudiados (Tabla 10).

Se presentaron diferencias significativas, entre las densidades, obteniéndose el mayor valor medio con la población de 70 mil pl/ha (Tabla 10). Esto se debe a que hay mayor cantidad de plantas cosechadas (Tabla 9), además con esta densidad se obtuvo el mayor rendimiento de grano (Tabla 10). Coincidiendo con Bolaños y Barreto (1991), quienes manifiestan que la alta producción de materia seca está asociada al alto rendimiento de grano.

Las variedades presentaron diferencias significativas para esta variable. Los mayores valores se obtuvieron con las variedades Sintético Población 73 y Sintético Población 76 (Tabla 10). Esto puede ser debido a que estas variedades produjeron el mayor número total de hojas (Tabla 6).

La interacción Densidad x Variedad presentó diferencias significativas, presentándose los mayores valores de biomasa con densidades de 70 mil pl/ha y las variedades Sintético población 73 y 76 (Anexo 7).

La interacción Nitrógeno x Densidad x Variedad presentó diferencias significativas, obteniéndose la mayor producción de biomasa en el tratamiento con 150 kg de N/ha, la población de 70 mil pl/ha y la variedad SP-76 (Figura 3).

Tabla 10. Influencia de los factores en estudio, sobre el rendimiento de grano y la producción de materia seca.

Factor	Rendimiento de grano Kg/ha	Biomasa total Ton./ha
Nitrógeno (kg/ha)		
75	3247.5a	12.9a
150	3052.7a	12.8a
ANDEVA	NS	NS
Densidad(1000 pl/ha)		
30	2528.1c	9.3c
50	3166.5b	13.8b
70	3755.7a	15.5a
ANDEVA	*	*
Variedades		
SP-73	3746.3a	14.6a
SP-76	3670.7a	13.7a
SR. Sequia	2033.3b	10.3b
ANDEVA	*	*
C.V %	12.61	12.05

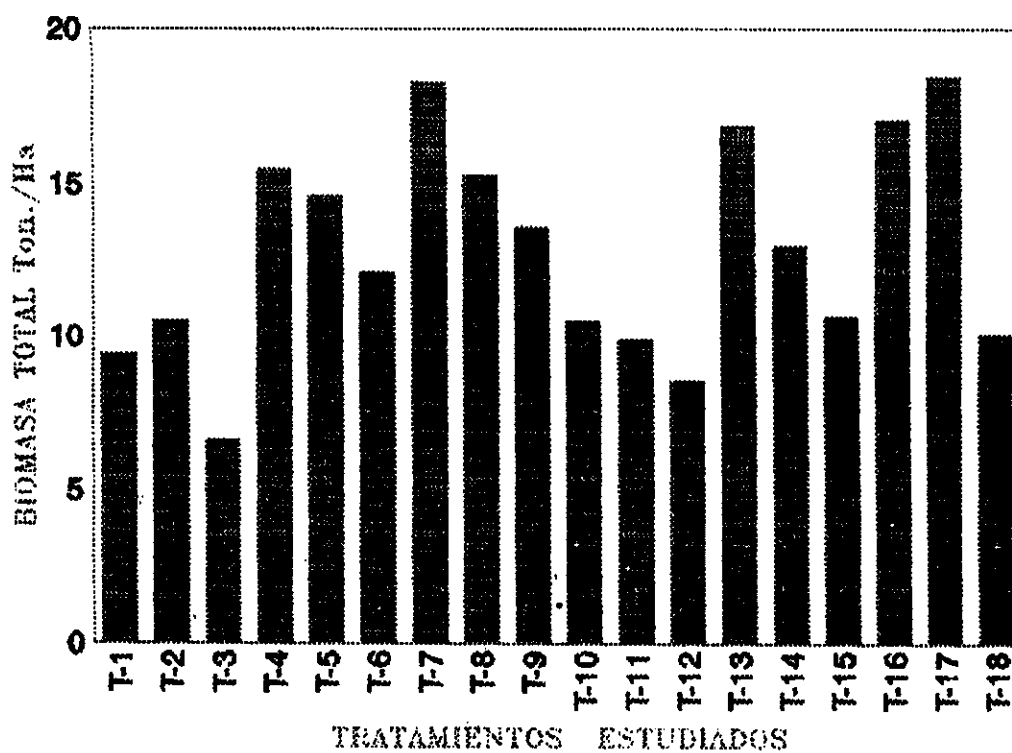


Figura 3 Producción de biomasa. Interacción N x D x V (Ton/ha).

3.3 Análisis económico de los tratamientos estudiados.

El costo de producción es uno de los indicadores fundamentales del trabajo realizado para la mayoría de los pequeños y medianos productores ya que determina la magnitud de la ganancia y el nivel de rentabilidad de la producción.

A los tratamientos del presente trabajo de investigación, se les realizó un análisis económico, con el objetivo de determinar cual de las alternativas es más adecuada desde el punto de vista económico y así formular recomendaciones para los agricultores a partir de datos de campo, de manera que en la producción este se ajuste a los objetivos y circunstancias de los productores y mejoren la productividad de sus recursos.

Los resultados del análisis económico de los tratamientos (Tabla 11), se puede observar que el tratamiento N1D3V1 presenta la mayor tasa de retorno marginal con 449 por ciento, superando al tratamiento 17 (N2D3V2), que fue el tratamiento que presentó los mayores valores para el rendimiento de grano en la interacción N x D x V (Figura 2). Este mismo tratamiento (N2D3V2), obtuvo el mayor ingreso bruto, sin embargo, a como puede observarse en la (Tabla 11) también presentó mayores costos totales, y por consiguiente, no se obtuvo el mayor ingreso disminuyendo su rentabilidad.

Tabla 11 Análisis económico de los tratamientos estudiados.

Trat.	Costos fijo	Costos variable	Costo total C\$	Rend kg/ha	Precio C\$/kg	Ingreso bruto C\$	Beneficio neto C\$	Rentabilidad (%)
N1D1V1	1165	580	1745	3143.7	2.2	6916.1	5171.1	296.3
N1D1V2	1165	581	1746	2886.3	2.2	6349.9	4603.9	263.7
N1D1V3	1165	584	1749	1509.4	2.2	3320.7	1571.7	89.8
N1D2V1	1165	609	1774	3939.7	2.2	8667.3	6893.3	388.6
N1D2V2	1165	610	1775	4058.1	2.2	8927.8	7152.8	403.0
N1D2V3	1165	615	1780	2240.5	2.2	4929.1	3149.1	177.0
N1D3V1	1165	638	1803	4499.2	2.2	9898.2	8095.2	449.0
N1D3V2	1165	639	1804	4106.0	2.2	9033.2	7229.2	401.0
N1D3V3	1165	646	1811	2844.5	2.2	6257.9	4446.9	245.5
N2D1V1	1165	1118	2283	2776.1	2.2	6107.4	3824.4	167.5
N2D1V2	1165	1119	2284	2875.8	2.2	6326.8	4042.8	177.0
N2D1V3	1165	1122	2287	1977.2	2.2	4349.8	2062.8	90.2
N2D2V1	1165	1147	2312	3822.0	2.2	8408.4	6096.4	263.7
N2D2V2	1165	1148	2313	3388.9	2.2	7455.6	5142.6	222.3
N2D2V3	1165	1153	2318	1549.6	2.2	3409.1	1091.1	47.1
N2D3V1	1165	1176	2341	4297.4	2.2	9454.3	7113.3	303.9
N2D3V2	1165	1177	2342	4708.9	2.2	10359.6	8017.6	392.4
N2D3V3	1165	1184	2349	2078.2	2.2	4572.0	2223.0	44.63

IV CONCLUSIONES.

- La altura de planta y mazorca se vio influenciada por la densidad de siembra y las variedades, no así por los niveles de nitrógeno. Obteniéndose la mayor altura de planta con la interacción de 70.000 pl/ha y 75 kg de N/ha.
- De los factores estudiados solamente la variedad influye sobre el número total de hojas y hojas bajo la mazorca. Obteniéndose los mayores valores con la interacción de 150 kg de N/ha y la variedad SP-73.
- Los días a floración se ve influenciada por los factores en estudio, siendo la dosis de 150 kg de N/ha y la densidad de 70.000 pl/ha, los que presentaron los mayores valores. Las variedades presentaron diferencias significativas, siendo la variedad Sintético Regional Sequia quien presentó menores días a floración.
- Para las características de la mazorca (diámetro, longitud, número de hileras y número de granos por hilera), no se encontraron respuestas para las dosis de nitrógeno en estudio, no así para las densidades en estudio, donde se obtuvieron los mayores valores con 30.000 pl/ha. Las variedades presentaron diferencias significativas para esta variable.
- El nitrógeno no influyó sobre las plantas cosechadas, plantas acamadas, mazorcas cosechadas y mazorcas podridas. Si se detectaron diferencias para las densidades y variedades por separado y en interacciones. El mayor número de plantas acamadas se obtuvo con la densidad de 70.000 pl/ha, siendo también esta densidad en interacción con las variedades SP-73 Y SP-76 las que presentaron el mayor número de plantas cosechadas, con 63,020 y 61,250 pl/ha respectivamente.

- No se detectaron diferencias significativas para las variables de rendimiento de grano y biomasa, para los niveles de nitrógeno estudiados, pero si fueron influenciados por los factores densidad y variedad.

- La interacción NxDxV, mostró significancia, presentando los mejores promedios de rendimientos para estas variables el tratamiento de 150 kg de N/ha; 70.000 pl/ha y la variedad Sintético Población 76.

- El tratamiento 75 kg de N/ha; 70.000 pl/ha y la variedad Sintético Población 73, presentó la mejor rentabilidad con valores de 449 %.

V RECOMENDACIONES

En base a nuestros resultados presentamos las siguientes recomendaciones:

- Para las condiciones en que se desarrolló este ensayo se recomienda utilizar el tratamiento N1D3V1, ya que fue el que presentó la mejor rentabilidad en el análisis económico.
- Establecer este ensayo en campo de productores para validar estos resultados.

VI REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGRICULTURA TECNICA. 1983. Instituto de Investigación Agropecuaria. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. Vol. 43.
- ARANA, M. V. & Y. G. CRUZ. 1993. Determinación de la eficiencia de absorción del fertilizante nitrogenado en el cultivo del maíz (*Zea mays L.*) Var. NB-6 de acuerdo al momento de aplicación utilizando N_{15} como trazador. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- BACA, C, P.B. 1989. Influencia de cuatro niveles y cuatro formas de fraccionamiento del nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays L.*) Var. NB-3. Tesis Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 30 P.
- BALLESTEROS, P. 1972. Efecto de la densidad de población y la fertilización edáfica NPK sobre el rendimiento del maíz "Branquítico 2". Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería Managua Nicaragua. 26 p.
- BENAVIDES, C. D. y R. G. SILES, 1990. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays L.*) Var. NB-6. Tesis Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 30 P.
- BOLAÑOS, J. A., & H. J. BARRETO, 1991. Análisis de los componentes de rendimiento de los Ensayos Regionales de Maíz de 1990. Programa Regional de Maíz para Centro América, Panamá y El Caribe. Guatemala. p 17.

BUSTAMANTE, M. M. 1990. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays L.*) Var. NB-12. Tesis Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 30 P.

CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F; México. p 79.

CUADRA, R. M. 1988. Efecto de diferentes niveles de Nitrógeno, espaciamientos y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays L.*) Var NB-6. Tesis Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 39 p.

CENTENO, M.J. & V. L. CASTRO. 1993. Influencia de cultivos antecesores y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento; desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays L.*) y sorgo (*Sorghum bicolor (L) Moench*). Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 67 p

DEMOLON, A. 1975. Crecimiento de los vegetales cultivados. Edición revolucionaria. Habana, Cuba. p 199.

FAO, 1986. Necesidad de nutrientes de los principales cultivos IN: Guía de fertilizantes y nutrición vegetal. Roma, Italia. Vol. 9 p (125-127).

FAO (1994). Cultivo en: Anuario de producción de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. Vol. 48 P(65-182)

- JUGENHEIMER, W. R. 1990. Maíz. Variedades Mejoradas. Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Cuarta reimpresión. Editorial Limusa, S.A. México, D.F. México. 834 p
- LOPEZ, B. L. 1990. Maíz en: Cereales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. P(305-391).
- MAG, 1971. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. Levantamiento de Suelos de la Región del Pacífico de Nicaragua. Vol.2. Parte 2. 163 p.
- MENOCAL, B, U. A. 1990. Evaluación de tres niveles de nitrógeno y tres densidades de poblacional de maíz (*Zea mays L.*) Var. NB-6 en dos ciclos de siembra en seis localidades de la IV Región. Tesis Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 55 p
- MIRANDA, B. 1990. Diagnóstico sobre producción, consumo, generación y transferencia de tecnología para los granos. MAG-DGTA. CNIGB-DER. Nicaragua. p 57
- MONTALDO, P. 1982. Agroecología del Trópico Americano. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. 206 p.
- PARSONS, B. D. 1991. Maíz. Manuales para educación agropecuaria. Editorial Trillas, S.A. México. 56 p
- PRM, 1995. PROGRAMA REGIONAL DEL MAIZ. Plan Operativo Anual (POA).Guatemala.
- QUINTANA, O. 1983. Suelos y fertilización. Técnicas para la producción de maíz. MIDINRA. Managua, Nicaragua. 25 p

- REYES, C. P. 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editorial México, D.F., México. Tercera edición. 460 p
- REYES, H. S. A. 1992. Efecto de tres cultivos antecesores sobre la cenosis de malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor (L) Moench*). Cv. D- 55, en la Hacienda Las Mercedes. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 37 P.
- RIVAS, P, S. 1993. Influencia de cultivos antecesores y métodos de control sobre la cenosis de malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays L.*) Var. H-503. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 53 p
- RODRIGUEZ, I. y MURILLO G. U. 1996. Descripción de las Propiedades y Características el suelo en el CNIA. INTA. Managua, Nicaragua. 8 p.
- SALDAÑA, F. Y M. CALERO, 1991. Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de malezas en los cultivos de maíz (*Zea mays L.*), sorgo (*Sorghum bicolor (L) Moench*) y pepino (*Cucumis sativus L.*). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- SALGADO, M., A. 1990. Efecto de la fertilización nitrogenada, fraccionamiento y momento de aplicación sobre el crecimiento y rendimiento del maíz (*Zea mays L.*) Var. NB-12. Tesis Ing. Agr. (UNA). Managua, Nicaragua. 26 p
- TANAKA, A y J. YAMAGUCHI. 1981. Producción de Materia Seca, Componentes del Rendimiento y Rendimiento del grano en maíz. Segunda Impresión. Editorial Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de México. México. 125 p.

TAPIA, B. H., 1980. Tópicos Importantes de uso común para la Impartición de Asistencia Técnica en Granos Básicos. División de Semillas. INRA-Proagro. Managua, Nicaragua. P 196.

TISDALE, S. & NELSON, W. L. 1988. El crecimiento y los factores que lo afectan en. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Primera edición. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, S. A. de C. V. México. P (22-77).

URBINA, A. R. 1991. Guía Tecnológica para la producción de maíz. Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos (CNIGB). MAG. Managua, Nicaragua. 19 p

VII ANEXOS.

Anexo 1 Características Agronómicas de las variedades en estudio.

Característica	SP-73	SP-76	SR-sequia
Días a floración femenina	56	58	59
Altura	235 cm	226	190
Textura del grano	Semi-dentado	Semi-cristalino	Semi-cristalino
Color del grano	Blanco	Blanco	Blanco
Días a cosecha	110	110	105
Madurez relativa	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Rendimiento comercial qq/mz	60 a 70	60 a 70	60
Densidad 1000 pl/ha	50 a 55	50 a 55	50 a 55
Regiones recomendadas	A1,A2,B3,B5,C6	A1,A2,B3,B5,C6	A1,A2,B3,B5
Enfermedad que tolera	Achaparramiento	Achaparramiento	Achaparramiento

Anexo 2 Altura de planta (cm), 71 dds, interacción Nitrógeno por Densidad.

Nitrógeno (Kg/ha)	Densidad (Miles pl/ha)		
	30	50	70
75	189.0 c	194.5 bc	206.4 a
150	196.6 bc	193.2 bc	199.6 ab

Anexo 3 Número total de hojas/pl, interacción Nitrógeno por Variedad.

Nitrógeno (Kg/ha)	Variedades		
	SP-73	SP-76	SR. Sequia
75	20.4b	20.3b	20.1b
150	20.7a	20.2b	19.8c

Anexo 4 Número de plantas cosechadas/ha, interacción Densidad por Variedad.

Densidad (Miles pl/ha)	Variedades		
	SP-73	SP-76	SR. Sequia
30	25520.8h	26875.0g	26562.5g
50	47395.8c	40625.0f	44270.8e
70	63020.8a	61250.0b	46145.8d

Anexo 5 Número de mazorcas cosechadas/ha, interacción Densidad por Variedad.

Densidad (Miles pl/ha)	Variedades		
	SP-73	SP-76	SR. Sequia
30	27083.3i	27916.7h	29895.8g
50	47708.3c	42187.5f	44791.6e
70	63020.8a	61458.3b	46354.2d

Anexo 6 Número de mazorcas podridas/ha, interacción Densidad por Variedad.

Densidad (Miles pl/ha)	Variedades		
	SP-73	SP-76	SR. Sequia
30	3958.3e	3333.3e	10937.5c
50	6770.8e	5208.3e	19479.2a
70	8541.7d	13229.2b	17916.7a

Anexo 7 Biomasa Total(t/ha), interacción Densidad por variedad.

Densidad (Miles pl/ha)	Variedades		
	SP-73	SP-76	SR. Sequia
30	9.9c	10.2c	7.5d
50	16.2a	13.8b	11.4c
70	17.7a	16.9a	11.9c