

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

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFFECTO DE TRES NIVELES DE NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE
ARROZ (*Oryza sativa* L.), CON CUATRO VARIEDADES Y UNA
LINEA PROMISORIA BAJO EL SISTEMA DE RIEGO POR
INUNDACIÓN EN LA LOCALIDAD DE MALACATOYA**

AUTOR: Br. María Teresa Rodríguez Pérez

**ASESORES: Ing. Agr. Mag Sc. Dennis Hernández Blandón
Ing. Agr. Ligia María Alvarado Peralta**

Managua, Nicaragua, Junio 1999

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

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFECTO DE TRES NIVELES DE NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE
ARROZ (*Oryza sativa* L.), CON CUATRO VARIEDADES Y UNA
LINEA PROMISORIA BAJO EL SISTEMA DE RIEGO POR
INUNDACIÓN EN LA LOCALIDAD DE MALACATOYA**

AUTOR: Br. Maria Teresa Rodriguez Pérez

**Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como
requisito parcial, para obtener el grado profesional de INGENIERO
AGRONOMO con orientación en Fitotecnia.**

Managua, Nicaragua, Junio 1999

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a los seres más queridos:

A Dios:

El forjador de mi ser.

A mis queridos padres:

Maria Graciela Pérez y Pedro Juaquin Rodriguez quienes me brindaron la oportunidad para mi formación social.

A mis hermanos:

Leopoldo Rodríguez Pérez, Pedro Pablo Rodríguez Pérez, Alfonso Rodríguez Pérez, Petronila Rodríguez Pérez y Auxiliadora Rodríguez Pérez, que con sus valiosos aportes me ayudaron a finalizar mi profesión.

A mi amado esposo:

Emilio José Romero Gaitán, por ser gran apoyo y por ser quien me ayudó a finalizar mi carrera profesional.

A mi adorado hijo:

Enmanuel Josúe Romero Rodríguez.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento al Ingeniero Dennis Hernández Blandón, director del Programa de validación técnica (PVT) de ANAR (Asociación Nicaragüense de arroceros) por su valiosa asesoría técnica en la culminación del presente trabajo y a ANAR por haber brindado la oportunidad de desarrollar este trabajo.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA), Facultad de Agronomía (FAGRO), a la Escuela de Producción Vegetal y profesores que brindaron muy valiosos aportes y conocimientos ayudando a mi formación profesional.

Gracias también a los Ing. Marbell Aguilar y Moisés Blanco, por su asesoría en la culminación del presente trabajo.

De manera especial mis más expresivos agradecimientos a los Ing. Leda Córdoba (q.e.p.d.) y Camilo Somarriba, por su apoyo y orientación en el desarrollo de este trabajo.

Gracias también a la Ing. Ligia María Alvarado Peralta, por su ayuda y aporte en la fase de campo de este experimento también quiero agradecer a mis suegros, Nelly Gaitán Soza y Guillermo Romero Castañeda por el apoyo que me brindaron.

A los trabajadores de la empresa agropecuaria Las Lajas, por el apoyo incondicional en el inicio de este trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para que este trabajo llegara a su realización.

INDICE GENERAL

INDICE	PAG.
INDICE DE TABLAS	i
RESUMEN	ii
I. INTRODUCCION	1
II.- MATERIALES Y METODOS	5
2.1. Descripción del ensayo	5
2.1.1. Localización	5
2.1.2. Diseño Experimental	6
2.2. Manejo Agronómico	8
2.2.1. Preparación del suelo	8
2.2.2. Siembra	8
2.2.3. Control de malas hierbas	8
2.2.4. Fertilización	9
2.2.5. Protección de espiguillas	10
2.2.6. Cosecha	10
2.3. Variables evaluadas	10
2.3.1. Altura de la planta	11
2.3.2.- Volcamiento (Lg)	11
2.3.3.- Longitud de panículas	12
2.3.4.- Número de panícula por metro cuadrado	12
2.3.5.- Número de granos por panícula	13
2.3.6.- Fertilidad de las espiguillas	13
2.3.7.- Peso de mil granos	13
2.3.8.- Rendimiento del grano	14
III RESULTADOS Y DISCUSION	15
3.1. Altura de la planta	19
3.2. Volcamiento	21
3.3. Longitud de panículas	24
3.4. Número de panícula por metro cuadrado	26
3.5. Número de granos por panícula	27
3.6. Fertilidad de las espiguillas	29
3.7. Peso de mil granos	32
3.8. Rendimiento del grano	35
IV.- CONCLUSIONES	38
V.- RECOMENDACION	40
VI.- REFERENCIA	41
VII.- ANEXO	44

INDICE DE TABLAS

INDICE	PAG.
Tabla 1.- Temperatura (°C), precipitación (mm) y humedad Relativa (%) promedio reportados en la zona de Malacatoya entre los años 1991-1995	6
Tabla 2.- Datos climáticos de temperatura (°C), precipitación (mm) y humedad relativa (%) promedio de la zona experimental donde se realizó el ensayo del año 1991	6
Tabla 3.- Descripción de los tratamientos en estudio Empresa Agropecuaria Las Lajas, Malacatoya. Ciclo de verano 95/96 ANAR	7
Tabla 4.- Dimensiones del ensayo. Empresa Agropecuaria Las Lajas, Malacatoya. Ciclo de verano 95/96 ANAR	8
Tabla 5.- Etapas fenológicas del cultivo del arroz	14
Tabla 6.- Floración (DDG), altura de planta (cm) y acame (%) de cuatro variedades y una línea evaluada Empresa Agropecuaria Las Lajas, Malacatoya. Ciclo de verano 95/96 ANAR	24
Tabla 7.- Componentes del rendimiento y categoría estadísticas de los materiales evaluados. Empresa Agropecuaria Las Lajas, Malacatoya. Ciclo de verano 95/96 ANAR.	34
Tabla 8.- Rendimiento (Ton/ha, Kg/ha y qq/mz) de cuatro Variedades y una línea promisoría sometida a 3 Niveles de nitrógeno. Empresa Agropecuaria Las Lajas Malacatoya. Ciclo de verano 95/96 ANAR	37
Tabla 9.- Significancia estadística y coeficiente de variación encontrados en los datos de las variables de altura, componentes del rendimiento y rendimiento de los materiales evaluados sometidos a 3 niveles de nitrógeno Empresa Agropecuaria Las Lajas, Malacatoya ciclo de verano 95/96 ANAR.	37

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Empresa Agropecuaria Las Lajas ubicada en el municipio de Malacatoya, departamento de Granada. El trabajo de campo estuvo comprendido entre el 19 de abril y 12 de octubre de 1996 con el propósito de evaluar el efecto de tres diferentes niveles de nitrógeno en el cultivo de arroz *Oryza sativa* L. con cuatro variedades y una línea promisorio bajo el sistema de riego por inundación. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (BCA) con 15 tratamientos y 3 repeticiones. Se evaluaron 8 variables entre las cuales se encuentran: altura, volcamiento, longitud de panícula, panículas por metro cuadrado, número de granos por panícula, fertilidad de espiguillas, peso de 1 000 granos y rendimiento. En base a los resultados obtenidos se llegó a las conclusiones siguientes: Para el ciclo de verano en la zona de Malacatoya el mejor material con respecto a las características agronómicas, componentes del rendimiento fue la variedad testigo Oryzica llanos-4 con el primer y segundo nivel de nitrógeno equivalente a 74.2 y 89.1 kilogramos, de nitrógeno por hectárea respectivamente además esta variedad presentó el mejor rendimiento 5 412.59 kg/ha y 5 632.29 kg/ha y con ambos niveles no presentó volcamiento, obteniendo escala 1 de volcamiento o acamene.

I.- INTRODUCCION

El arroz *Oryza sativa* L. es uno de los principales cultivos agrícolas a nivel mundial, ocupando éste el segundo lugar en áreas cultivadas se ha determinado que el 40 % de la población mundial consume el arroz como su principal fuente de calorías y que representa para 130 millones de personas más de la mitad de todo su alimento y para otros 400 millones de personas representa entre el 25 y 50 % de todo su alimento (De Datta, 1986).

En Nicaragua, es uno de los principales componentes de la dieta alimenticia, estimándose aproximadamente el consumo nacional en 100 mil toneladas métricas (Górrez, 1996).

El comportamiento de la producción de arroz en los últimos cinco ciclos agrícolas comprendidos entre 1988/93 mostró una tendencia creciente al pasar de 70 000 toneladas de arroz oro a 125 000 toneladas, debido principalmente al incremento de un 54 % de las áreas cultivadas (Montiel y MAG, 1993).

Para el ciclo 1995/96 se cultivaron 54 802.8 hectáreas que produjeron 103 400 toneladas teniendo como rendimiento promedio 1.88 toneladas por hectárea (ANAR, 1996).

El bajo nivel de productividad es uno de los más serios problemas en Nicaragua entre 1990 y 1992 el rendimiento promedio anual se estimó aproximadamente en 1.82 toneladas por hectáreas, si comparamos, con el promedio centroamericano aproximado a 2.51 toneladas por hectáreas y el promedio mundial de 3.52 toneladas por hectáreas; la baja producción de arroz por unidad de superficie a nivel nacional es causada por prácticas culturales muy pobres que incluyen una inadecuada preparación nivelación del suelo, un uso excesivo del agua, mal control de malezas, deficientes secuencias de las actividades de producción, voleo desparejo de la semilla, deterioro genético y el uso no adecuado de los fertilizantes nitrogenados (Górrez y UPANIC, 1996).

Se ha observado que el cultivo del arroz responde a las fertilizaciones nitrogenadas jugando un papel fundamental en la producción del mismo, pues una planta provista con la cantidad correcta de nitrógeno presenta buen desarrollo de tallos y hojas así como también desarrolla un ahijamiento fértil adecuado lo que permite un mayor rendimiento en producción (MAG, 1991).

Una de las limitantes al utilizar nitrógeno es el volcamiento, se ha observado que el nitrógeno aumenta la susceptibilidad de las plantas al acamado (Arzola *et al.*, 1986).

Ante la problemática del bajo rendimiento que enfrenta el sector arrocero en Nicaragua y en base a una nueva alternativa La Asociación Nicaraguense de Arroceros (ANAR) en los últimos años, tratando de dar solución a esta problemática ha introducido nuevas variedades que presentan excelente rendimiento pero que enfrentan problemas de volcamiento, así como también ha introducido líneas promisorias con el mismo problema de volcamiento.

Por esta razón se realizó el presente trabajo con el objetivo siguiente:

Evaluar las características agronómicas, componentes del rendimiento y el grado de volcamiento en cuatro variedades y una línea promisoría, por efecto de tres niveles de nitrógeno.

II.- MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.- Descripción del ensayo

2.1.1.- Localización

Este experimento fue establecido en la Empresa Agropecuaria Las Lajas ubicada en el municipio de Malacatoya, departamento de Granada en el periodo comprendido entre el 19 de Abril de 1996 y el 12 de Agosto de 1996.

La zona del ensayo se encuentra ubicada en los 12° 04' 40" latitud norte y los 86° 01' 55" longitud oeste, a una altura de 50 metros sobre el nivel del mar. Los suelos de la zona se caracterizan por ser arcillosos, pesados e hidromorficos pertenecientes al orden vertisoles.

La temperatura, precipitación y humedad relativa de la zona son descritas en las tablas 1 y 2.

Los tratamientos en estudio fueron 15; descritos en la tabla 3, dentro de los cuales encontramos cuatro variedades, tres de ellas procedentes de Filipinas y la otra de Colombia, así como también una línea promisoría originaria de Cuba, cada una de ellas con tres diferentes niveles de nitrógeno especificados en la tabla tres. Siendo utilizada la variedad comercial Oryzica Llanos-4 como la variedad testigo.

2.1.2.- Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de bloque completamente al azar (BCA), con tres repeticiones y 15 tratamientos por repetición las dimensiones del ensayo son descritas en la Tabla 4.

Tabla 1.- Temperatura (°C), precipitación (mm) y humedad relativa (%) promedio, reportada en la zona de Malacatoya entre los años 1991-1995

Año	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
1991	27.1	957	72
1992	27.3	815	72
1993	27.4	1415	74
1994	27.00	1018	74
1995	27.3	1357	75

INETER 1996

Tabla 2.- Datos climáticos de temperatura (°C), precipitación (mm) humedad relativa (%) promedio de la zona experimental donde se realizó el ensayo del año 1996

Mes	Temperatura	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
Enero	25.6	21.3	73
Febrero	20.8	0.0	67
Marzo	27.5	5.3	63
Abril	29.4	0.0	63
Mayo	27.7	240.8	76
Junio	27.2	221.6	79
Julio	26.7	282.3	80
Agosto	26.4	121.3	81
Septiembre	26.6	275.9	83
Octubre	26.4	315.6	84
Noviembre	25.9	127.1	80
Diciembre	25.8	2.1	71
Promedio anual	26.3	134.5	75

INETER 1996

Tabla 3.- Descripción de los tratamientos en estudio Empresa Agropecuaria "Las Lajas" Malacatoya ciclo de verano 95/96 ANAR

Trat.	Línea y variedad	Origen	Observación
1	Filipinas	IR-59	Variedad con nivel N2
2	Filipinas	IR-59	Variedad con nivel N3
3	Filipinas	IR-59	Varieda con nivel N1
4	Filipinas	IR-64	Variedad con nivel N1
5	Filipinas	IR-64	Variedad con nivel N3
6	Filipinas	IR-64	Variedad con nivel N2
7	Filipinas	IR-72	Variedad con nivel N3
8	Filipinas	IR-72	Variedad con nivel N1
9	Filipinas	IR-72	Variedad con nivel N2
10	Cuba	Ecía-386	Línea con nivel N1
11	Cuba	Ecía-386	Línea con nivel N3
12	Cuba	Ecía-386	Línea con nivel N2
13	Colombia	Orizyca-4	Variedad con nivel N3
14	Colombia	Orizyca-4	Variedad con nivel N1
15	Colombia	Orizyca-4	Variedad con nivel N2

N1: Primer nivel de fertilización equivalente a: 74.2 Kg/ha de N

N2: Segundo nivel de fertilización equivalente a: 89.1 Kg/ha de N

N3: Tercer nivel de fertilización equivalente a: 104 kg/ha de N

Oryzica llanos 4: Variedad utilizada comercialmente que se uso como variedad testigo en el ensayo.

Los niveles no incluyen 23.2 kilogramos de nitrógeno por hectárea correspondiente a la fertilización básica.

Tabla 4.-Dimensiones del ensayo. Empresa Agropecuaria Las Lajas, Malacatoya. Ciclo de verano 95/96 ANAR.

Descripción	Largo	Ancho	Total
Parcela experimental (PE)	5 m	4 m	20 m ²
Parcela útil (PU)	4 m	3 m	12 m ²
Area entre repetición (AR)	88 m	2 m	176 m ²
Area de repetición	88 m	5 m	440 m ²
Area total (AT)			1672 m ²

2.2. Manejo agronómico

2.2.1. Preparación del suelo

Se hizo por el método de fanguero directo (movimiento de tierras inundadas) empleando tractor con arado de rotovator.

2.2.2. Siembra

Se realizó de forma manual (al voleo), utilizándose semilla pregerminada, empleando una densidad de siembra de 130 kilogramos por hectárea.

2.2.3.- Control de malas hierbas

Se aplicaron los herbicidas post-emergentes. Metosulfurohetil (Ally) contra hoja ancha a razón de 7 gramos por hectárea. Prasosulfuron (Sirius) contra la hoja ancha y Cyperacea a razón de 224 gramos por hectáreas.

2.2.4.- Fertilización

La fertilización básica y nitrogenada se realizó al voleo. La fertilización básica se hizo momento de la siembra aplicando el fertilizante completo 18-46-00 a razón de 130 kilogramos por hectárea y Muriato de potasio a razón de 65 kilogramos por hectárea.

La fertilización nitrogenada se realizó utilizando como fuente de nitrógeno urea al 46 % de concentración y por ser objeto de estudio se aplicaron en tres niveles por cada variedad y línea de las siguientes formas:

- Primer nivel equivalente a 74.2 kilogramos de nitrógeno por hectárea.
- Segundo nivel equivalente a 89.1 kilogramos de nitrógeno por hectárea.
- Tercer nivel equivalente a 104 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

Para cada nivel se realizó de forma fraccionada en tres aplicaciones al cultivo; el primer fraccionamiento se aplicó a los 22 días después de germinado al inicio del macollamiento (Etapa 2) a razón de 29.7 kilogramos de nitrógeno por hectárea por nivel, el segundo fraccionamiento se realizó a los 45 días después de germinado al máximo macollamiento razón de 29.7 kilogramos de nitrógeno por hectárea, por nivel; el tercero y último fraccionamiento se realizó a los 56 días después de germinado a iniciación de panícula (etapa 4) a razón de 14.8, 29.7 y 44.6 kilogramos de nitrógeno por hectárea para el primero, segundo y tercer nivel respectivamente.

2.2.5. Protección de espiguillas

Se aplicó Metamidofos (MTD-600) contra el chinche hediondo (*Oebalus* spp) a razón de 1.5 lts/ha cuando se encontraron tres chinches por cada 10 panículas; se aplicó contra enfermedades fungosas como la pudrición del cuello de la panícula o quemazón (*Piricularia oryzae*) Benomyl (Benlate) a razón de 0.45 kg/ha y contra la mancha parda o helmitosporiosis (*Helmithosparium oryzae*) se aplicó Mancoceb (Manzate) a razón de 1.4 kg/ha.

2.2.6. Cosecha

Se realizó a la madurez fisiológica cuando el grano alcanza una humedad de 21-24 % que en condiciones del trópico se alcanzó entre los 28-32 días después de la floración. La cosecha fue manual, siendo trillada la granza mediante golpeo en barriles (aporreo), luego fue limpiada y secada a temperatura ambiente hasta alcanzar 14% de humedad para medir su rendimiento.

2.3.- Variables evaluadas:

En el presente trabajo se evaluaron la siguientes variables: altura de planta, volcamiento, longitud de la panícula, número de panículas por metro cuadrado, número de granos por panícula, fertilidad de las espiguillas, peso de mil granos y rendimiento del grano. Estas variables fueron medidas en la etapa 9 (etapa de maduración del grano).

Se realizó análisis de varianza de: altura de planta, longitud de la panícula, número de panículas por metro cuadrado, número de granos por panículas, fertilidad de las espiguillas, peso de mil granos y rendimientos del grano. Utilizando para la separación de medias la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad del error.

En la evaluación del volcamiento se hizo según el sistema estandar para arroz utilizado por el CIAT (1983). Empleándose rango de 1 al 9 los cuales son descritos a continuación: conciderándose los rangos del 1 al 3 como excelentes, del 3 al 5 buenos, del 5 al 9 como no deseables dentro de una posible variedad.

2.3.1.- Altura de la planta

Fue medida desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta excluyendo las aristas. Tomándose como muestra 10 plantas al azar dentro de la parcela útil obteniéndose posteriormente una media, la cual se tomó como dato de altura para el análisis de varianza.

2.3.2.- Volcamiento

Es el desplazamiento inelástico de las plantas desde su posición vertical, tomándose como característica positiva la habilidad de los tallos a permanecer erectos en el campo. Estimándose de forma subjetiva (visual) el porcentaje de volcamiento que presentaba cada parcela para aplicar la siguiente escala.

- 1: Tallos fuertes: Sin volcamiento
- 3: Tallos moderadamente fuertes: La mayoría de las plantas (más del 59 %) presentan tendencia al volcamiento.
- 5: Tallos moderadamente débiles: Plantas moderadamente volcadas en su mayoría.
- 7: Tallos débiles la mayoría de las plantas casi caídas
- 9: Tallos muy débiles: Todas las plantas volcadas

2.3.3. Longitud de panículas

Se cosecharon diez panículas al azar por parcelas útil, las cuales se midieron en centímetros desde el nudo ciliar hasta el extremo superior excluyendo las aristas, obteniéndose posteriormente una media, datos utilizado en el análisis de varianza.

2.3.4. Número de panículas por metro cuadrado

Se delimitó un metro cuadrado al azar dentro de cada parcela útil y se procedió a contar las panículas por cada parcela experimental y posteriormente al dato se le realizó un ANDEVA.

2.3.5.- Número de granos por panículas

De las diez panículas de cada tratamiento por parcela o repetición tomadas para determinar la variable longitud de la panícula se procedió a contar los granos totales por panícula para extraer posteriormente la media por panícula para realizarle un ANDEVA.

2.3.6.- Fertilidad de las espiguillas

De las diez panículas cosechadas por tratamiento en cada parcela se contaron los granos llenos y los granos vacíos para luego sacar el porcentaje de fertilidad, por panícula para realizarle un ANDEVA.

2.3.7.- Peso de mil granos

Se tomó una muestra de 1000 granos llenos por tratamientos y se pesaron en gramos cuando estos presentaban 14 % de humedad y posteriormente realizarle el análisis de varianza.

2.3.8.- Rendimiento del grano

Se determinó el rendimiento en kilogramos por hectárea de arroz granza con un 14 % de humedad. El área cosechada, fue de 12 metros cuadrados (parcela útil), descartándose los bordes de la parcelas.

Tabla 5.- Etapas fenológicas del cultivo del arroz

Estado	Etapas
Germinación o emergencia	0
Plántula	1
Macollamiento	2
Elongación del tallo	3
Iniciación de panícula	4
Desarrollo de panícula	5
Floración	6
Etapas lechosa	7
Etapas pastosa	8
Etapas de maduración	9

Según CIAT (1983).

III.- RESULTADOS Y DISCUSION

El mejoramiento de variedades es de gran importancia en la economía de un país que depende en gran parte de la agricultura.

En un país netamente agrícola no habrá un bienestar social y económico mientras no tenga bien simentadas las bases de los programas de investigación para la obtención de variedades de alta productividad (ICA y FEDEARROZ, 1973).

Sin embargo para que las nuevas variedades tengan éxito deben comportarse bien en una serie de condiciones ambientales que puedan encontrarse en una área potencial de distribución (Elliot, 1964).

Según Tinarelli (1989), concidera que las adaptabilidad o plasticidad va unida a la capacidad de una variedad para dar producciones igualmente buenas en cualquier ambiente pedológico, climático y en una campaña favorable y no que se debe a factores genéticos poco conocidos. También se debe tomar en cuenta que la adaptabilidad se debe a una combinación de factores de carácter fisiológico, principalmente el comportamiento frente a la luz y temperatura, junto con las reacciones biológicas de síntesis que se mantiene entre límites muy estrechos incluso en circunstancias difíciles y en condiciones de cultivo. Además afirma que la adaptabilidad es un concepto que se deriva de la necesidad de obtener genes aptos para distintos lugares.

El impacto del tipo de planta mejorada es más evidente cuando se aplican al cultivo de arroz grandes cantidades de fertilizante nitrogenados; con el incremento de niveles de nitrógeno las variedades modernas forman macollas más abundantes, producen mayor la cantidad de grano por unidad de área y por supuesto permanecen sin volcarse hasta la cosecha (Chandler, 1984).

La producción del grano de arroz aumenta proporcionalmente con las aplicaciones de nitrógeno hasta cierto nivel aunque el arroz pueda cultivarse y producir granos con poco o ningún nitrógeno adicional.

El nitrógeno y el espaciamiento son factores importantes en las determinaciones de las producciones del grano, para obtener altas producciones de arroz es necesario aumentar las aplicaciones de nitrógeno y densidades de siembra, así como también deben tomarse en cuenta los factores climáticos y variedades estos tienen importancia como factores independientes pero más cuando interactúan (PCCMCA, 1992).

El ICA y FEDEARROZ (1973), afirman que experiencias mundiales de países destacados como importantes productores de arroz, aplican dosis de nitrógeno que oscilan entre 60 y 220 kilogramos por hectárea con una media de 130 kilogramos por hectárea, alcanzando en algunas ocasiones rendimientos de 7 a 10 toneladas por hectárea de arroz cáscara.

Sin embargo, en recomendaciones de fertilización se aconseja que cuando se aplica menos de 50 kilogramos por hectárea de fósforo, la dosis adecuada de nitrógeno podría encontrarse entre 100 y 140 kilogramos por hectárea.

La utilización pobre de los fertilizantes nitrogenados por parte del arroz se debe principalmente a pérdidas ocurridas en el sistema suelo-planta y se da a través de volatilización, desnitrificación, escorrentía y percolación. Según Mitsui (1954) citado por García (1990) encontró que tan solo 30-40 % del nitrógeno aplicado al arroz es recuperado por la planta, sostiene que la época de aplicación del nitrógeno depende de los requerimientos del cultivo en los diferentes estados de crecimientos y de la capacidad del suelo de suministrar este elemento en diferentes cantidades en dichos estado.

Chandler (1984), asegura que también se reconoce que al aplicar fertilizantes nitrogenado superficialmente al cultivo de arroz con un sistema radicular sano y activo la eficiencia es alta porque el nitrógeno es absorbido antes que pueda transformarse o perderse.

Según Tinarelli (1989) plantea que el nitrógeno absorbido se almacena en las hojas fundamentalmente en las más jóvenes y principalmente en la hoja bandera, siendo este en menor medida en el tallo. Después de la floración se realiza el transporte, de gran parte hacia la panícula y el grano en formación y a la maduración la cariopside tiene 75% del nitrógeno absorbido.

El nitrógeno es asimilable desde las primeras etapas cuando la planta ha consolidado su sistema radicular e inicia el macollamiento hasta la etapa de grano pastoso. En todas partes donde se cultiva el arroz, en casi todos los suelos esta planta responde positivamente a las aplicaciones de fertilización nitrogenada (Arzola *et al.*, 1986).

El arroz por inundación cultivado en Malacatoya responde en la inmensa mayoría de los casos a las aplicaciones de nitrógeno (ANAR, 1986).

La fertilización nitrogenada, juega un papel fundamental en la producción de arroz. Según el MAG (1991) una planta provista con la cantidad correcta de nitrógeno se traduce en altos rendimientos, la fertilización nitrogenada debe manejarse con cuidado pues un exceso o escasez tienen efectos importantes sobre el rendimiento, el exceso de nitrógeno entre otro efecto aumenta la tendencia al acame y por la otra parte una escasez provoca disminución del número de hijos por macollas, del número de espiguillas por panícula y de la cantidad de granos bien desarrollados; en ambos casos hay menor rendimiento.

Debido a que el nitrógeno representa un incremento en la producción del cultivo de arroz y en algunos casos causa problemas de acame, se realizó el presente trabajo con cuatro variedades y una línea promisorias que presentan buen rendimiento pero son susceptibles al acame. Tascón y García, (1985) consideran que el nitrógeno es quizás el nutrimento que más influye en el rendimiento y en la mayoría de los casos se le considera factor limitante de la producción.

La fuente amoniacal es la menos susceptible a las pérdidas por lixiviación, ya que el ion amonio es más fuertemente retenido por el complejo coloidal que el ion nítrico; sin embargo en condiciones de inundación las pérdidas de forma amoniacal pueden ser significativas.

En la evaluación de estos materiales presentaron diferencias significativas en las características agronómicas, componentes del rendimiento por lo que se seleccionó el material que presentó mejores resultados en base a variables estudiados.

3.1.- Altura

La altura de la planta especialmente cuando se utiliza nitrógeno es un caracter que tiene mucha importancia. La altura de la planta es otra característica varietal que influye en la respuesta del arroz a las aplicaciones de nitrógeno, debido a que cuasa elongación excesiva de los entrenudos (Tascón y García 1985). Según la Escuela de Agricultura de la Universidad de Filipinas (1990) la fuerza de los tallos y por consiguiente la resistencia al acame disminuye al incrementar la altura de la planta.

Los tallos cortos y gruesos resisten al volcamiento sin embargo, no todas las plantas enanas tienen tallos fuertes (Jeannings *et al.*, 1981).

Las alturas fluctuaron entre 95.3 cm con la variedad IR-59 en el tercer nivel de nitrógeno, para la menor altura de todos los tratamientos y 111.6 cm para la mayor altura obtenida por la línea ECIA-386 en el segundo nivel de fertilización.

En el análisis de varianza realizado se determinó que hubo efecto altamente significativo agrupándose en diez categorías estadísticas.

En la primera y segunda categoría se agrupó la variedad IR-59 con el tercer y segundo nivel de fertilización con 95.3 y 98 cm respectivamente; en la tercer categoría la variedad IR-72 con el primer nivel con 101 cm; en la cuarta categoría se encuentran las variedades Oryzica llanos-4 con el primer y tercer nivel de nitrógeno con 101.3 y 102 cm. La variedad IR-72 y la variedad IR-59 con el tercer y primer nivel con 102 cm para ambas; en la quinta categoría se encuentra la variedad IR-72 con el segundo nivel con 102.6 cm; en la sexta categoría se encuentra la variedad IR-64 con el tercer y primer nivel de fertilización con 105.6 y 106 cm; en la septima categoría se ubican la variedad Oryzica llanos-4 y la variedad IR-64 ambas con el segundo nivel de nitrógeno con altura de 108.3 y 109 cm; en la octava, novena y décima categoría se ubicó la línea ECIA-386 con el primero, tercero y segundo nivel de nitrógeno con 109.6, 110.6 y 111.6 cm respectivamente (ver tabla 6).

La línea ECIA-386 y las variedades IR-64 IR-72 y la variedad testigo Oryzica llenos-4 incrementaron la altura a medida que incrementó el nivel del fertilizante nitrogenado coincidiendo con Tinerelli (1989, que afirma que plantas con exceso de fertilización nitrogenadas incrementan su altura, sin embargo estos materiales con el tercer nivel de nitrógeno obtuvieron menor altura cumpliéndose la ley del máximo de la fertilización. Es importante señalar que únicamente la variedad IR-59 disminuyó su altura a medida que incrementó el nivel de nitrógeno causado por el efecto interactivo de los factores descrito por Pedroza

(1993), que indica que a medida que se aumenta un elemento disminuye el otro elemento.

3.2.- Volcamiento

El volcamiento es un factor importante que debe tomarse en cuenta al aplicar niveles crecientes de nitrógeno. Los tallos cortos y fuertes más que ningún carácter determinan la resistencia al volcamiento. El acame o volcamiento temprano de tallos largos y delgados altera la distribución de las hojas, aumenta el sombrijo mutuo, interrumpe el transporte de nutrientes, causando esterilidad y reduce el rendimiento (Tascón & García, 1985).

La observación común es que el nitrógeno aumenta la susceptibilidad de las plantas al volcamiento, atribuible al efecto de este elemento al aumentar el peso, la altura y el área foliar (Arzola *et al.*, 1986).

El volcamiento presentó tres escalas, (ver la tabla 6), la primera corresponde a tallos fuertes (escala 1), en esta escala se encontró la variedad testigo *Oryzica llanos-4* con los tres niveles de nitrógeno, la segunda escala le corresponde a los tallos moderadamente fuertes (escala 3) en esta escala, encontramos la variedad IR-72, IR-64 cuando se le aplicó el primer nivel de nitrógeno. En la última escala correspondiente a tallos débiles (escala 7) encontramos las variedades IR-72 con el segundo y tercer nivel nitrógeno, también se encuentran en esta escala, la variedad IR-59, IR-64 y la línea ECIA-386 en los tres niveles de fertilización.

La variedad testigo *Oryzica llanos-4* se mostró resistente al volcamiento con los tres niveles de nitrógeno independientemente de la altura, que indica que esta variedad posee tejidos del tallo con paredes celulares gruesas y muy elásticas que le permiten mantenerse erguidas sin volcamiento.

La variedad IR-72 obtuvo menor altura y menor volcamiento con el primer nivel de nitrógeno y con el segundo y tercer nivel de nitrógeno logró obtener mayor altura y mayor volcamiento que demuestra que a medida que aumenta el nivel de nitrógeno aplicado aumentaba la altura y en correspondencia incrementó el porcentaje de volcamiento coincidiendo con lo afirmado por Tascón y García (1985); que la aplicación de nitrógeno a la planta de arroz causa elongación excesiva de entrenudos haciendo la planta susceptible al volcamiento.

Con respecto a las variedades IR-64, IR-59 y la línea ECIA-386 obtuvieron escala 7 de volcamiento con la adición de niveles de nitrógeno aplicado independientemente de la altura; que demuestra que el volcamiento obtenido por estos materiales no se debió a los niveles de nitrógeno que se le aplicó y que dicho volcamiento fue debido a que estos materiales poseen tallos débiles o muy inelásticos o que se debe ensayar con niveles de nitrógeno inferiores a los empleados en el presente trabajo. Tinarelli (1989), explica que la resistencia al acamado tienen base genética que controla factores o caracteres de los que depende la altura, espesor de paredes celulares y tejidos del tallo, ahijamiento junto con factores climáticos y nutritivos.

Es importante señalar que el porcentaje de acame o volcamiento mostrado por los materiales fue influenciado por fuertes vientos provocados por la presencia del huracán llamado César que incrementó el volcamiento.

Tabla 6.- Floración (DDG), altura de planta (cm) y volcamiento (%) de cuatro variedades y una línea evaluada. Empresa Agropecuaria Las Lajas, Malacatoya. Ciclo de verano 95/96. ANAR

Trat	Genotipos	N. de nitrógeno	Floración (DDG)	Altura (CM)	Volcami - ento (%)
1	IR-59	N2	71	98.0 b	7
2	IR-59	N3	71	95.3 a	7
3	IR-59	N1	71	102.0 d	7
4	IR-64	N1	65	106.0 f	3
5	IR-64	N3	65	105.0 f	7
6	IR-64	N2	65	109.0 g	7
7	IR-72	N3	74	102.0 d	7
8	IR-72	N1	74	101.0 c	3
9	IR-72	N2	74	102.6 e	7
10	ECIA-386	N1	74	109.6 h	7
11	ECIA-386	N3	74	110.6 i	7
12	ECIA-386	N2	74	111.6 j	7
13	Oryzica llanos-4	N3	73	102.0 d	1
14	Oryzica llanos-4	N1	73	101.3 d	1
15	Oryzica llanos-4	N2	73	108.3 g	1

Nota: Medias con letra en común no difieren estadísticamente entre si al 5% de la prueba de rangos múltiples de Duncan

*Escala utilizada por el CIAT (1983), para el volcamiento en el cultivo de arroz

3.3.- Longitud de panículas

Según Jeannings citado por Sequeira (1996) debería de esperarse rendimientos más altos de líneas que combinan buen macollamiento con panículas largas.

Las longitudes de panículas oscilaron entre 24.1 cm perteneciente a la variedad IR-72 con el segundo nivel de fertilización y 202.2 cm para la variedad IR-59 con el primer nivel de fertilización con la longitud de panículas más pequeña.

En los análisis estadísticos de varianza realizado a los tratamientos el resultado fue significativo agrupándose en siete categorías estadísticas.

En la primera categoría se ubicó la variedad IR-72 con el segundo nivel de fertilización nitrogenada con 24.1 cm; en la segunda categoría la variedad IR-64 con el primer nivel con 23.9 cm; en la tercera categoría se ubicaron la variedad IR-72 con el tercer nivel con 23.5 cm, la línea ECIA-386 con el segundo y tercer nivel de nitrógeno con 23.1 y 22.8 cm y la variedad IR-64 con el segundo nivel con 23.1 cm; en la cuarta categoría la variedad testigo Oryzica llenos-4 con el primer, segunda y tercer nivel de nitrógeno con 21.8, 22 y 22.5 cm, la variedad IR-72 con el primer nivel con 22.4 cm, la línea ECIA-386 con el primer nivel con 22.3 cm, la variedad IR-59 con el segundo nivel con 22 cm, la variedad IR-64 con el tercer nivel con 21.6 cm; en la quinta categoría se agrupó la variedad Oryzica llenos-4 con el segundo nivel con 21.6 cm; en la sexta y séptima categoría se ubicó la variedad IR-59 con el tercer y primer nivel de nitrógeno con 21.2 y 20.2 cm. Estos datos son detallados mejor en la tabla 7.

Los materiales Oryzica llanos-4, IR-59, IR-72 y ECIA-386 aumentaron la longitud de panícula a medida que se incrementó el nivel de nitrógeno concidiendo con lo que afirma Arzola *et al.*, (1986) que la disponibilidad de nitrógeno en el periodo de cambio de promedio y formación de panícula aumenta la longitud de la panícula sin embargo. La longitud de la panícula de los materiales IR-59 IR-72 y ECIA-386 con el tercer nivel de nitrógeno disminuyó al cumplirse la ley del máximo de la fertilización (ver

tabla 6), la variedad testigo Oryzica llanos-4 aunque con los tres niveles de fertilización la longitud de panícula resultó con categoría estadística iguales, sin embargo el comportamiento de las longitudes mostró tendencia a incrementar.

La variedad IR-64 mostró que a medida que aumentaba el nivel de nitrógeno decrecía la longitud de la panícula, causando probablemente por el efecto interactivo descritos por Pedroza (1993) que señala que al aumentar un elemento disminuye el efecto del otro elemento.

3.4.- Número de panículas por metro cuadrado

En la fase vegetativa se determina el número de vástagos que equivale al número potencial de panículas (De Datta, 1986). El nitrógeno absorbido por la planta desde el ahijamiento hasta la iniciación de panícula tiende a incrementar el número de hijos y panícula (Górrez y UPANIC, 1996). Sin embargo, Angladette (1975) afirma que debido a que no todos los hijos de la planta de arroz llevan panícula, de hecho el ahijamiento efectivo se mide por el número de vástagos con panícula.

Los resultados del análisis de varianza fue no significativo y agrupándose en una sola categoría estadística; estos resultados obtenidos son mostrados en la Tabla 7.

El número de panícula por metro cuadrado varió de 461.6 a 360.3, correspondiendo a la variedad IR-64 con el tercer nivel de nitrógeno el mayor número de panícula con 461.6 seguido de las variedades IR-72, IR-64 y Oryzica llanos-4 con el segundo y primer nivel de nitrógeno con 432, 426.6, 426 y 422.3 la variedad IR-72 y la variedad IR-59 con el tercer nivel con 414.6 y 405.6, la variedad IR-59 con el primer nivel con 399.6, la variedad testigo Oryzica llanos-4 con el tercer nivel 389, la línea ECIA-386 y las variedades IR-64, IR-59, IR-72 con el segundo nivel de nitrógeno con 388.6, 387.3, 375.3 y 363; por último la línea ECIA-386 con el tercer y primer nivel de nitrógeno con 361.3 y 360.3 panículas por metro cuadrado.

Debido a que el resultado del ANDEVA fue no significativo y en la separación de media se agruparon en una sola categoría estadística, podemos concluir que todos los niveles de nitrógeno aplicados a cada material genético no ayudaron a incrementar el número de panícula por metro cuadrado.

3.5.- Número de granos por panícula

El número de granos por panícula representa una parte esencial que puede incrementar el rendimiento. Según el CIAT (1986) los primeros diez días de desarrollo de panícula son más importantes en término del número de espiguillas debido a que durante este período se diferencian en ramas primarias y secundarias que portan las espiguillas.

El nitrógeno absorbido durante el desarrollo de la panícula que comprende desde el inicio de formación de panícula hasta la floración aumenta el número de espiguillas (De Datta, 1986).

En el análisis estadístico de significancia resultó no significativo y se agruparon en cinco categorías, variando el número de granos por panícula de 134.6 perteneciente a la variedad testigo Oryzica llanos-4 con el primer nivel de nitrógeno y la menor cantidad de granos a la variedad IR-59 con el primer nivel de nitrógeno con 80.3.

En la primer categoría se encontró la variedad testigo Oryzica llanos-4 con el segundo nivel de nitrógeno con 134.6 granos por panícula; en la segunda categoría se ubican la variedad Oryzica llanos-4 con el tercer nivel de nitrógeno con 126.3 granos, la variedad IR-72 con el segundo nivel de nitrógeno con la línea ECIA-386 con el tercer y segundo nivel de nitrógeno 120 y 117 granos; en la tercer categoría encontramos la variedad Oryzica llanos-4 con el primer nivel con 114, la variedad IR-64 con el primer y segundo nivel con 111.6 y 105.3 granos, la variedad IR-59 con el segundo y tercer nivel con 108.6 y 101 granos, la variedad IR-72 con el primer y tercer nivel con 106 y 103.6 granos, y la línea ECIA-386 con el primer nivel con 101.6 granos; en la cuarta categoría encontramos la variedad IR-64 con el tercer nivel con 92.3 granos y en la quinta categoría y última encontramos, ubicada la variedad IR-59 con el primer nivel de nitrógeno con 80.3 granos por panícula. Estos resultados se muestran en la tabla 7.

Aunque en los resultados no hubieron diferencias significativas que nos indica que el nitrógeno no aumentó el número de granos las variedades Oryzica llanos-4, IR-59, IR-72 y la línea ECIA-386 mostraron una tendencia a aumentar el número de granos por panícula de acuerdo con lo observado por Górriz y UPANIC (1996) que aseguran que incrementar las cantidades de nitrógeno aumenta el número de granos por panícula, así también se observó que las variedades Oryzica llanos-4, IR-59 e IR-72 con el tercer nivel de nitrógeno disminuyeron el número de granos por panícula al cumplirse la ley del máximo de la fertilización. Con respecto a la variedad IR-64 fue el único material que mostró un comportamiento interactivo al disminuir el número de granos a medida que se aumentó el nivel de fertilización. Los fuertes vientos causados por el huracan César provocaron caída del grano de las panículas por desgrane que pudo haber influido en disminuir el número de granos, por panícula y en el resultado de los análisis estadísticos que en un ensayo comparativo puede ser comprobada esta variable.

3.6.- Fertilidad de las espiguillas

La fertilidad de las espiguillas es con requisito obvio para obtener altos rendimientos y este porcentaje de granos llenos o fertilidad los determina la cantidad de espigas vacías. Con un buen manejo del cultivo y un crecimiento apropiado se obtiene altos rendimientos para una esterilidad del 10 a 15%, pero la esterilidad es común en materiales mejorados (Ulloa, 1996). Entre los factores que más influyen pueden mencionarse

las altas dosis de nitrógeno aumenta l/a fertilidad de las espiguillas y disminuye en algunas variedades, debido a que aumenta la susceptibilidad al acamado y este produce perturbación en el movimiento de los asimilados y en la absorción de la raíz (López, 1991).

El porcentaje de fertilidad varió de 83.3% para la variedad IR-64 con el primer nivel de nitrógeno correspondiente a la mayor fertilidad y 66.2 para la menor fertilidad correspondiente a la variedad testigo oryzica llanos-4 con el primer nivel de nitrógeno.

En el análisis estadístico el resultado no fue significativo, obteniéndose en la separación de medias cinco categorías. En la primera categorías se ubicó la variedad IR-64 con el primer nivel de fertilización nitrógenada con 83.3 % ; en la segunda categoría la línea ECIA-386 con el primer nivel de nitrógeno con 82.3%; en la tercer categoría se encontró la variedad IR-59 con el segundo y tercer nivel con 79.3 y 73.9 % la variedad IR-64 con el tercer y segundo nivel con 78.5 y 71.5 % la línea ECIA-386 con el segundo y tercer nivel con 76.7 y 74.6%, la variedad IR-72 con el tercer y segundo nivel con 75.8 y 73% y la variedad testigo Oryzica llanos-4 con el tercer nivel de nitrógeno con 74%; en la cuarta categoría encontramos la variedad IR-59 con 69.4% con el primer nivel la variedad IR-72 con el primer nivel y con 68.6% y en la última categoría variedad testigo Oryzica llanos-4 con el segundo y primer nivel con 67.5% y 66.2%. Estos resultados son detallados mejor en la tabla 7.

Si bien no hubieron diferencias estadísticas significativas en la fertilidad de espiguillas, la variedades-Oryzica llanos-4, IR-59 e IR-72 aumentaron la fertilidad a medida que se incrementó el nivel de nitrógeno coincidiendo con lo afirmado con De Datta (1986), que el nitrógeno absorbido aumenta el porcentaje de fertilidad; únicamente la variedad IR-59 con el tercer nivel disminuyó la fertilidad de las espiguillas. Un exceso de nitrógeno, entre otros efectos disminuye la fertilidad de las espiguillas (MAG, 1991).

La línea ECIA-386 mostro un efecto interactivo al disminuir la fertilidad de las espiguillas a medida que aumentaba la cantidad de nitrógeno aplicado. La variedad IR-54 mostró un comportamiento similar a la línea ECIA-386 con tendencia a disminuir con el segundo nivel de fertilización pero igual en categoría al tercer nivel de nitrógeno; lo anterior pudo ser debido al desgrane y volcamiento causado por los fuertes vientos; de igual forma, el porcentaje de fertilidad de las espiguillas de todo los materiales evaluados se vió disminuido por el desgrane causado por fuertes vientos del huracan César.

En los resultados se muestra que la variedad testigo Oryzica llanos-4 ocupó la última categoría estadística con el segundo y primer nivel de nitrógeno. Los bajos porcentajes de fertilidad de los materiales pudo ser debido al grado de acame que presentaron influenciados por el clima exceptuando la variedad testigo que no presentó volcamiento.

3.7.- Peso de mil granos

El peso de los granos es una características varietal determinada en gran parte por el tamaño de la cáscara. Las plantas expuestas a un óptimo suministro de nitrógeno en cada fase de crecimiento, con numerosas hojas activas y en condiciones adecuadas de ambiente producen gran cantidad de carbohidratos durante la fase reproductiva y de maduración, lo cual a su vez da como resultado un gran número de granos con buen peso por panícula (Tascón & García 1985).

El peso de mil granos fluctuó entre 28.2 gramos para el mayor peso correspondiente a la línea ECIA-386 con el segundo nivel de nitrógeno y el menor peso, para la variedad IR-72 con el segundo nivel de nitrógeno.

Con respecto a la prueba de significancia realizada a los pesos el resultado fue altamente significativo, separándose en nueve categorías estadísticas detalladas en la tabla 7.

La línea ECIA-386 se ubicó en la primera categoría con los tres niveles de nitrógeno obteniendo 28.2 gramos con el segundo nivel de nitrógeno, con el tercero 27.8 gramos y con el primer nivel de nitrógeno 27.6 gramos también se ubicó en esta categoría la variedad IR-64 y la variedad testigo Oryzica llanos-4 con el segundo nivel de fertilización con 27.9 gramos; en la segunda categoría se ubica la variedad IR-64 con el primer nivel con 26.8 gramos; en la tercer categoría se ubicaron la variedad Oryzica llanos-4 con el primer nivel y 26.3 gramos y la variedad IR-64 con el tercer nivel con 26.2 gramos; en la cuarta categoría se ubicó la variedad IR-59 con el segundo y primer nivel de nitrógeno con 25.5 y 25.1 gramos; en la quinta

3.7.- Peso de mil granos

El peso de los granos es una característica varietal determinada en gran parte por el tamaño de la cáscara. Las plantas expuestas a un óptimo suministro de nitrógeno en cada fase de crecimiento, con numerosas hojas activas y en condiciones adecuadas de ambiente producen gran cantidad de carbohidratos durante la fase reproductiva y de maduración, lo cual a su vez da como resultado un gran número de granos con buen peso por panícula (Tascón & García 1985).

El peso de mil granos fluctuó entre 28.2 gramos para el mayor peso correspondiente a la línea ECIA-386 con el segundo nivel de nitrógeno y el menor peso, para la variedad IR-72 con el segundo nivel de nitrógeno.

Con respecto a la prueba de significancia realizada a los pesos el resultado fue altamente significativo, separándose en nueve categorías estadísticas detalladas en la tabla 7.

La línea ECIA-386 se ubicó en la primera categoría con los tres niveles de nitrógeno obteniendo 28.2 gramos con el segundo nivel de nitrógeno, con el tercero 27.8 gramos y con el primer nivel de nitrógeno 27.6 gramos también se ubicó en esta categoría la variedad IR-64 y la variedad testigo Oryzica llanos-4 con el segundo nivel de fertilización con 27.9 gramos; en la segunda categoría se ubica la variedad IR-64 con el primer nivel con 26.8 gramos; en la tercer categoría se ubicaron la variedad Oryzica llanos-4 con el primer nivel y 26.3 gramos y la variedad IR-64 con el tercer nivel con 26.2 gramos; en la cuarta categoría se ubicó la variedad IR-59 con el segundo y primer nivel de nitrógeno con 25.5 y 25.1 gramos; en la quinta

Tabla 7.- Componentes del Rendimiento y categoría estadísticas de los materiales evaluado Empresa Agropecuaria Las Lajas, Malacatoya Ciclo de Verano 95/96 ANAR

Trat.	Genotipos	Niveles de nitrógeno	LP (cm)	NPMC	NGP	FE (%)	PMG (Gr)
1	IR-59	N2	22.0 d	375.3 a	108.6 C	79.3 c	25.5 d
2	IR-59	N3	21.2 f	405.6 a	101.0 c	73.9 c	24.9 e
3	IR-59	N1	20.2 g	399.6 a	80.3 e	69.4 d	25.1 d
4	IR-64	N1	23.9 b	426.6 a	111.6 c	83.3 a	26.8 b
5	IR-64	N3	21.6 d	461.6 a	92.3 d	78.5 c	26.2 c
6	IR-64	N2	23.1 c	387.3 a	105.3 c	71.5 c	27.9 a
7	IR-72	N3	23.5 c	414.6 a	103.6 c	75.8.c	23.1 g
8	IR-72	N1	22.4 d	432.0 a	106.0 c	68.6 d	22.7 h
9	IR-72	N2	24.1 a	363.0 a	124.6 b	73.0 c	21.6 i
10	ECIA-386	N1	22.3 d	360.3 a	101.6 c	82.3 b	27.6 a
11	ECIA-386	N3	22.8 c	361.3 a	120.0 b	74.6 c	27.8 a
12	ECIA-386	N2	23.1 c	388.6 a	117.0 b	76.7 c	28.2 a
13	Oryzica-llanos-4	N3	22.5 d	389.0 a	126.3 b	74.0 c	24.6 e
14	Oryzica-llanos-4	N1	21.8 d	422.3 a	114.0 c	66.2 e	26.3 c
15	Oryzica-llanos-4	N2	22.0 d	426.0 a	134.6 a	67.5 e	27.9 a

LP: Longitud de panículas; **NPMC:** Número de panículas por metro cuadrado; **NGP:** número de granos por panícula; **FE:** Fertilidad de espiguillas; **PMG:** Peso de mil granos. Medias dentro de un mismo componente con letras iguales son estadísticamente iguales.

3.8.- Rendimiento

La meta que realmente cuenta en la producción del arroz es el rendimiento en grano. Hay cuatro componentes o factores que contribuyen significativamente al rendimiento de arroz en grano: el número de panícula por unidad de área, el número de espiguillas o granos por panículas, el porcentaje de granos llenos y el peso de los granos (CIAT, 1986).

El rendimiento osciló entre 5632.29 kilogramos por hectárea (6.21 ton/ha) para el mayor rendimiento perteneciente a la variedad testigo Oryzica llanos-4 con el segundo nivel de fertilización y 2588.44 kilogramos por hectárea (2.85 ton/ha), para la línea ECIA-386 con el tercer nivel de nitrógeno con el menor rendimiento.

El resultado de los análisis estadísticos fue significativo y agrupándose en tres categorías estadísticas.

En la primer categoría encontramos la variedad testigo Oryzica llanos-4 con el segundo y primer nivel de nitrógeno con 5632.29 y 5412.29 kg/ha (6.21 y 5.96 ton/ha); en la segunda categoría se ubicaron la variedad Oryzica llanos-4 con el tercer nivel de nitrógeno con 4672.83 kg/ha (5.15 ton/ha), la variedad IR-59 con el tercer nivel con 4368.31 kg/ha (4.81 ton/ha), la variedad IR-64 con el primer nivel con 3787.77 kg/ha (4.17 ton/ha), la variedad IR-72 con el primer nivel de nitrógeno con 3701.56 kg/ha (4.08 ton/ha) y la variedad IR-64 con el segundo nivel de nitrógeno con 3664.71 kg/ha (4.04 ton/ha); en la tercer categoría se ubicaron: la variedad IR-64 con

el tercer nivel con 3299.7 kg/ha (3.63 ton/ha) la variedad IR-72 con el segundo y tercera nivel de nitrógeno con 3281.62 y 2809.54 kg/ha (3.61 y 3.09 ton/ha), la variedad IR-59 con el segundo y primer nivel de nitrógeno con 3142.57 y 3112.67 kg/ha (3.46 y 3.43 ton/ha) y la línea ECIA-386 con el primero, segundo y tercer nivel de fertilización con 3139.79, 2947.89 y 2588.44 kg/ha (3.46, 3.23 y 2.85 ton/ha). Estos resultados son mostrados en la tabla 8.

En el rendimiento las variedades Oryzica llanos-4 e IR-59 aumentaron el rendimiento al aumentar el nivel de nitrógeno. Estos coincide con PCCMCA (1992) que asegura que los rendimientos aumentan proporcionalmente con las aplicaciones de nitrógeno. Así mismo Bravo (1990) también afirma que los rendimientos se incrementan en relación al aumento del nivel de fertilización nitrogenada.

Las variedades IR-64, IR-72 y la línea ECIA-386 disminuyeron el rendimiento a medida aumentaba el nivel de nitrógeno causado probablemente por un efecto interactivo. El MAG (1991) afirma que un exceso de nitrógeno causa que haya menor rendimiento, esto puede explicar que para estos materiales genéticos los tres niveles de nitrógeno empleado en el presente trabajo representan un exceso de nitrógeno y que habría que realizar trabajos futuros con niveles inferiores a estos para observar el comportamiento en el rendimiento. De igual forma se explica que solo la variedad testigo Oryzica llanos-4 disminuyó su rendimiento con el tercer nivel de nitrógeno si consideramos a este nivel como exceso de nitrógeno.

Tabla 8.- Rendimiento en Ton/ha, kg/ha y qq/mz de cuatro variedades y una línea promisorio sometidas a 3 niveles de nitrógeno. Empresa Agropecuaria "Las Lajas", Malacatoya Ciclo de Verano 95/96 ANAR

Trat	genotipo	Niv. Nitr	Ton/ha	Kg/ha	qq/mz	Categ.
1	IR-59	N2	3.46	3142.57	48.67	c
2	IR-59	N3	4.81	4368.31	67.66	b
3	IR-59	N1	3.43	3112.67	48.21	c
4	IR-64	N1	4.17	3787.77	58.67	b
5	IR-64	N3	3.63	3299.70	51.11	c
6	IR-64	N2	4.04	3664.71	56.76	b
7	IR-72	N3	3.09	2809.54	43.51	c
8	IR-72	N1	4.08	3701.56	57.33	b
9	IR-72	N2	3.61	3281.62	50.83	c
10	ECIA-386	N1	3.46	3139.79	48.63	c
11	ECIA-386	N3	2.85	2588.44	40.10	c
12	ECIA-386	N2	3.23	2947.89	45.66	c
13	Oryzicallano-4	N3	5.15	4672.83	72.38	b
14	Oryzicallanos-4	N1	5.96	5412.59	83.84	a
15	Oryzicallanos-4	N2	6.21	5632.29	87.24	a

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales.

Tabla 9.- Significancia estadística y coeficiente de variación en contrados en los datos de las variables de la altura, de componentes del rendimiento y rendimiento de los materiales evaluados sometidos a 3 niveles de nitrógeno Empresa Agropecuaria Las Lajas, Malacatoya ciclo de verano 95/95 ANAR.

Fuente	ALT	LP	NPMC	NGP	F.E	PMG	Ren
Bloque	*	ns	ns	ns	**	ns	ns
Tratam	**	*	ns	ns	ns	**	*
C.V.	4.21	5.56	17.78	15.76	9.39	4.32	28.47

ALT: Altura; **LP:** Longitud de panícula; **NPMC:** número de panícula por metro cuadrado; **NGP:** número de granos por panícula; **FE:** fertilidad de espiguilla; **PMG:** peso de mil granos; **REN:** Rendimiento; *: Significativo; **: altamente significativo; ns: no significativo,

IV.- CONCLUSION

En base a los resultados obtenidos, tanto de las variables agronómicas así como de los componentes del rendimiento y rendimiento podemos afirmar lo siguiente:

1.-La variedad testigo Oryzica llanos-4 fue la variedad que presentó mayor rendimiento de todos los tratamientos logrando obtener los tres mejores rendimientos; presentando el máximo rendimiento con el primer y segundo nivel de nitrógeno pero siendo, con ambos niveles igual en categoría estadística; quedando en opción al productor hacer el análisis económico de utilizar el primer nivel de nitrógeno equivalente a 74.2 kilogramos de nitrógeno por hectárea y obtener un rendimiento de 5412.59 kilogramos por hectárea o de utilizar el segundo nivel de nitrógeno y aplicar 89.1 kilogramos de nitrógeno por hectárea para obtener un mejor rendimiento de 5632.29 kilogramos por hectárea.

2.-En cuanto al volcamiento, la variedad testigo presentó escala 1 correspondiente a tallos fuertes con los tres niveles de nitrógeno, presentando volcamiento aun después de la incidencia del huracán César que demuestra que esta variedad con este nivel se comporta resistente al volcamiento, mientras que la variedad IR-72 con el primer nivel de nitrógeno obtuvo escala 3 correspondiente a tallos moderadamente fuertes y al incrementar el nivel de nitrógeno con el segundo y tercer nivel presentaron escala 7 correspondiente a tallos débiles que indica que al aumentar el nivel de nitrógeno incrementó en

estas variedades el grado de volcamiento, no así la variedad IR-59, IR-64 y la línea ECIA-386 que obtuvo escala 7 con los tres niveles de nitrógeno considerándose como susceptibles al volcamiento, las escalas de volcamiento de las variedades IR-72, IR-64, IR-59 y la línea ECIA-386 se vieron agravadas por la influencia del clima.

3.-Las variedades IR-59, IR-64, IR-72 y la línea ECIA-386 lograron superar en la mayoría de los casos con los tres niveles de nitrógeno en los componentes del rendimiento como longitud de panícula y peso de mil granos a la variedad testigo Oryzica llanos-4 pero no lograron superar a esta en el rendimiento que según nuestra evaluación fue provocada por el grado de volcamiento y las condiciones ambientales.

4.-La influencia del fenómeno climático limitó el objetivo del trabajo de medir la influencia de los niveles de nitrógeno en el volcamiento y a su vez no permitió expresar al máximo el potencial de rendimiento de los materiales en estudio.

- Górrez, F. 1996. Programa de producción de arroz en Nicaragua. Managua, Nicaragua 7 pp.
- Górrez, F. y UPANIC. 1996. Nutrición de la planta de Arroz. Uso de fertilizantes. Managua, Nicaragua 11 pp.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) y (FEDEARROZ). (Federación Nacional de Arroceros) 1973. Curso de Arroz. Bogotá, Colombia 230 pp.
- INETER. 1995. Resumen Meteorológico 1991-1995. Managua, Nicaragua 70 pp.
- INETER. 1997. Informe Técnico. Dirección de Ordenamiento Territorial. Managua, Nicaragua 9-13 pp.
- Jeannings, P.R., Coffman, W.R. y Kouffman, H.E. 1981. Mejoramiento de Arroz. Cali, Colombia. 237 pp.
- López Bellido, L. 1991. Cultivos herbáceos. Cereales 1a. Edición. Barcelona, España 539 pp.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) 1991. El cultivo del arroz en Nicaragua. Guía técnica. Managua, Nicaragua 46 pp.
- Montiel, G. R. y MAG. 1993. Algunas consideraciones sobre la problemática del arroz en Nicaragua. Versión preliminar. Managua, Nicaragua 44 pp.
- Pedroza P, H. 1993. Fundamentos de Experimentación Agrícola. Managua, Nicaragua 226 pp.
- (PCCMCA). Programa Cooperativo de Centro América para el mejoramiento de cultivos, Animales y alimenticios 1992. Memorias, XXXVIII Reunión Anual. Managua, Nicaragua 273 pp.
- Sequiera Ortega, C.J. 1996. Estudio comparativo de nueve líneas promisorias con dos variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa* L.) en el sistema de riego. Tesis de grado. Managua, Nicaragua 27 pp.

- Tascón J., E. & García D., E. 1985. Arroz: Investigación y producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT. Cali, Colombia. 696 pp.
- Tinarelli, A. 1989. El arroz. Versión Española. Barcelona, España. 575 pp.
- Ulloa Sequeira, A.J. 1996. Estudio del comportamiento con dos variedades comerciales en el agroecosistema de secano favorecido. Tesis de grado. Managua, Nicaragua 40 Pp.

ANEXO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA
ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO**

Nombre: ANAK
Fecha: 16 de Abril de 1996

Finca: Malacatoya
Granada
Dpto. y Municipio: _____

N°	Identificación	Prof.(cm)	pH		MO %	N %	P ppm	meq/100 g s.					ppm				Al meq/100g s	CE mS/cm	
			H2O	KCl				K	Ca	Mg	Na	CIC	Fe	Cu	Zn	Mn			
1	458 ANAR		6.6		3.09	0.15	3.12	1.98					60	21	8.3	3.4	5.9		0.18

NOMBRE : INTA
FECHA : 01 DE OCTUBRE DE 1998

FINCA : LAS LAJAS
DEPTO. : GRANADA

No.	IDENTIFICACION	PROF (cm)	pH		%		ppm	meq /100g suelo					ppm				mg/100	mS/cm
			H2O	KCl	M.O	N		P	K	Ca	Mg	CIC	Fe	Cu	Zn	Mn		
01	1308	0-30	7.3		2.33	0.11	6.52	1.53								1.18		

Rango de contenidos de macronutrientes.

Nutrientes	Unidades	Pobre	Medio	Alto
Nitrogeno N	%	N < 0.07	0.07 - 0.15	>0.15
Fósforo P	Partes por millón	P < 10	10 - 20	>20
Potasio K	Méq/100 gr suelo	K < 0.2	0.2 - 0.3	>0.3
Calcio Ca	Méq/100 gr suelo	Ca < 2.5	2.5 - 5.5	>5.5
Magnesio Mg	Méq/100 gr suelo	Mg < 0.3	0.3 - 1.0	>1.0
Mat. Organica	%	MO < 2	2 - 4	>4

Rangos de contenidos de micronutrientes (extracción Olsen Mod.)

Nutriente	Unidades	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto
Hierro Fe	ppm	5 - 10	10 - 16	16 - 21	21-27
Zinc Zn	ppm	1 - 2	2.1 - 3.1	3.1 - 4.2	4.2 - 5.3
Cobre Cu	ppm	0.2 - 0.8	0.8 - 1.5	1.5 - 2.2	2.2 - 3.0

Clave: