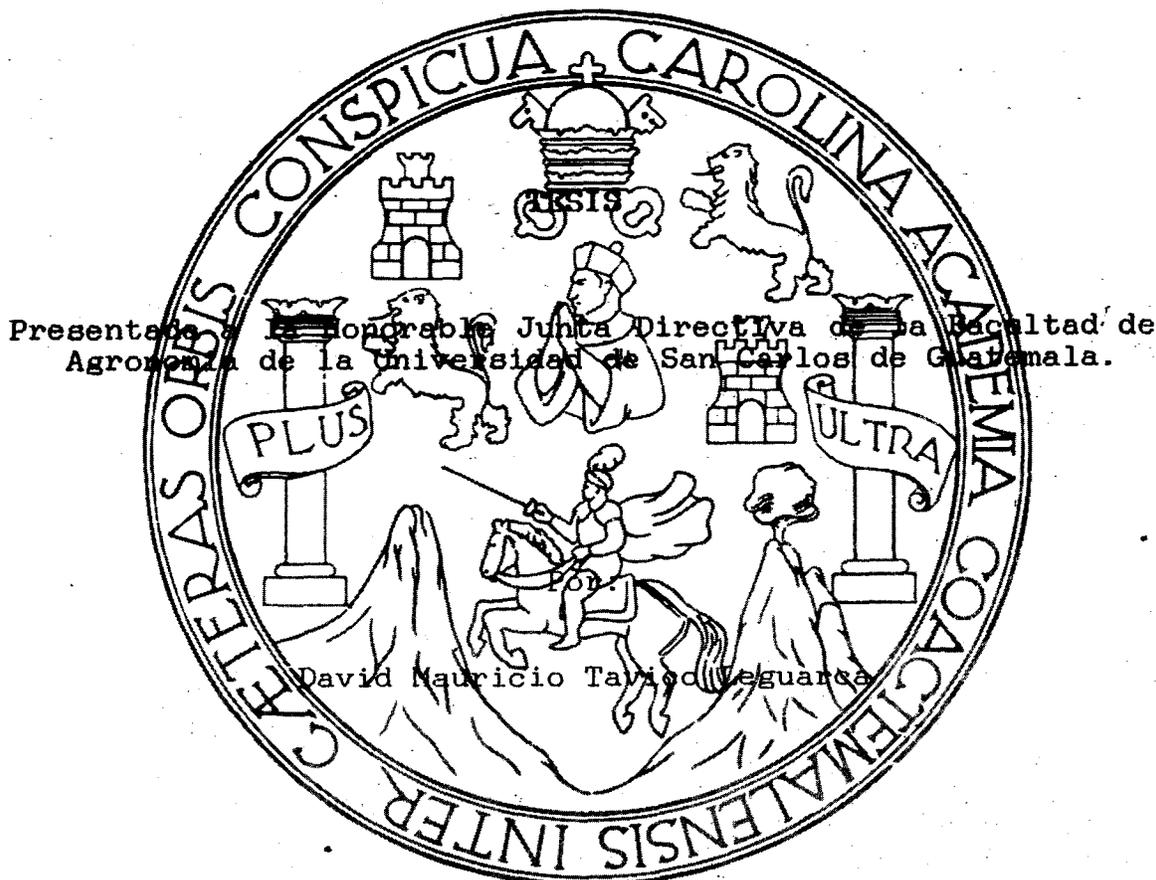


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

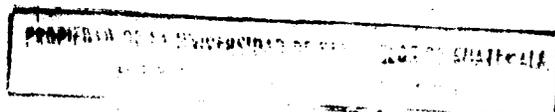
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

EVALUACION DEL EFECTO DE CINCO MOMENTOS DE COSECHA SOBRE LA CALIDAD MOLINERA DE CUATRO LINEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), EN CRISTINA, LOS AMATES IZABAL.



Al conferírsele el Título de
INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS
DE PRODUCCION AGRICOLA
en el Grado Academico de Licenciado.

Guatemala, Octubre de 1990.



DW
01
T(1174)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE
LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
VOCAL 1o.	ING. AGR. MAYNOR ESTRADA.
VOCAL 2o.	ING. AGR. EFRAIN MEDINA G.
VOCAL 3o.	ING. AGR. WOTZBELI MENDEZ ESTRADA.
VOCAL 4o.	P. A. ALFREDO ITZEP M.
VOCAL 5o.	P. A. MARCO TULLIO SANTOS.
SECRETARIO:	ING. AGR. J. ROLANDO LARA ALECTO.

Guatemala, Octubre de 1990.

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador.

De conformidad con lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DEL EFECTO DE CINCO MOMENTOS DE COSECHA SOBRE LA CALIDAD MOLINERA DE CUATRO LINEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE AROZ (*Oryza sativa* L.), EN CRISTINA, LOS AMATES, IZABAL."

Presentandolo como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agronomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el Grado Academico de Licenciado.

Esperando que el mismo sea merecedor de vuestra aprobación.

Respetuosamente,



David Mauricio Tayico L.
Carnet 82-10026

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

**Nicolasa Leguarca de Tavico (QEPD)
Isabel Tavico**

A MIS HERMANOS

**Angelina, Salvador, Roberto,
Miriam Isabel, Eva Noemí, Héctor
Isaías, Oscar Israel y Nelson
Gerardo.**

A MIS TIOS

Pedro y Paula.

A MIS SOBRINOS

A todos con mucho aprecio.

**A MIS AMIGOS
Y COMPANEROS**

**Jaime Gonzáles, Rolando Barahona,
Fredy Ozuna, Mario O. Enriquez,
Raúl Alfaro, Enrique J. Liconá,
Sergio Quiquívix, Giovany Zamora,
César A. Espinoza, Manuel Pérez y
a Mario Arturo De León M. (Donde
se encuentre).**

A TODOS MIS DEMAS FAMILIARES Y AMIGOS.

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

A GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS, ICTA.

AL INSTITUTO NACIONAL CENTRAL PARA VARONES

AL INSTITUTO NORMAL MIXTO RAFAEL AQUECHE

A LA ESCUELA NACIONAL PARA VARONES No. 12, SERAPIO CRUZ.

A TODOS LOS AGRICULTORES CAMPESINOS DE NUESTRO PAIS.

AGRADECIMIENTOS

- Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), por haberme permitido realizar el presente trabajo de investigación.
- Al Ingeniero Agrónomo Walter Ramiro Pazos M., por permitirme realizar éste trabajo con el Programa de Arroz del ICTA, y por haberme asesorado en la conducción y presentación del mismo.
- Al Ingeniero Agrónomo David H. Juarez, por haberme asesorado, por sus observaciones y revisiones en el informe del presente trabajo.
- A los técnicos del Programa de Arroz del ICTA y particularmente al P.A. Byron Medina y Sr. Pedro España por su apoyo y colaboración en los trabajo de campo y laboratorio.
- A mi amigo Sergio Alvaro Quiquivix Rodriguez, por su valiosa y paciente colaboración en la escritura, corrección y presentación final de éste trabajo de investigación.
- A todas aquellas personas, que de una u otra manera hicieron posible la culminación de éste trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	i
I. INTRODUCCION	1
II. JUSTIFICACION	3
III. HIPOTESIS	4
IV. OBJETIVOS	5
V. REVISION DE LITERATURA	6
V.1 Período de maduración del arroz.	6
V.2 Época de cosecha del arroz.	8
V.3 Calidad Molinera del arroz.	11
V.4 Algunas investigaciones sobre el momento de cosecha del arroz.	13
VI. METODOLOGIA	20
VI.1 Localización y descripción del area experimental.	20
VI.2 Materiales experimentales.	21
VI.3 Factores a evaluar.	24
VI.4 Modalidades de los factores bajo estudio	24
VI.5 Tratamientos.	25
VI.6 Diseño experimental.	25
VI.7 Aleatorización del experimento.	26
VI.8 Variables respuesta	26
VI.8.1 Rendimiento de grano cosechado.	27
VI.8.2 Rendimiento de molino.	27

	Página
VI.8.3 Índice de pilada.	28
VI.8.4 Apariencia del grano.	28
VI.9 Manejo del experimento.	29
VI.9.1 Preparación del suelo.	29
VI.9.2 Siembra del ensayo.	30
VI.9.3 Fertilización.	30
VI.9.4 Control de enfermedades.	30
VI.9.5 Control de plagas de insectos.	31
VI.9.6 Control de malas hierbas.	31
VI.9.7 Cosecha del arroz.	31
VI.10 Metodología de análisis	32
VI.10.1 Modelo estadístico.	32
VI.10.2 Análisis de los resultados.	33
VI.10.3 Determinación de la apariencia del grano.	34
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	35
VII.1 Rendimiento de arroz en granza.	35
VII.2 Rendimiento de molino (RM%).	41
VII.3 Índice de Pilada (IP%).	48
VII.4 Apariencia del grano molido.	58
VII.5 Características agronomicas.	59
VII.6 Medición de daños por enfermedades.	62
VIII. CONCLUSIONES	67
IX. RECOMENDACIONES	69

	Página
X. BIBLIOGRAFIA	70
XI. ANEXO	72

INDICE DE CUADROS

1. Rendimiento de arroz en granza (tm/ha), de 4 líneas avanzadas y una variedad de arroz	36
2. Análisis de varianza para el rendimiento de arroz en granza, de 5 materiales de arroz en 5 momentos de cosecha.	37
3. Comparación de medias para el rendimiento de arroz en granza, para establecer el mejor momento de cosecha.	40
4. Rendimiento de molino (RM %) de 4 líneas avanzadas y una variedad de arroz en 5 momentos de cosecha .	42
5. Análisis de varianza para el rendimiento de molino (RM %), de 5 materiales de arroz, en 5 momentos de cosecha	43
6. Prueba de medias para el rendimiento de molino (RM %), obtenido en 5 materiales de arroz.	44
7. Prueba de medias para el rendimiento de molino (RM %), obtenido en 5 momentos de cosecha.	46
8. Índice de pilada (IP %) y apariencia del grano de 4 líneas avanzadas y una variedad de arroz, en 5 momentos de cosecha.	49
9. Análisis de varianza para el índice de pilada (IP %), de 5 materiales de arroz en 5 momentos de cosecha.	50
10. Prueba de medias para el índice de pilada (IP %), de 4 líneas y una variedad de arroz evaluadas.	51

	Página
11. Comparación de medias de índice de pilada (IP %), para determinar el mejor momento de cosecha.	53
12. Prueba de medias para el índice de pilada (IP %), para establecer el mejor momento de cosecha de 3 líneas y la variedad de arroz evaluadas.	55
13. Características agronómicas observadas de 4 líneas avanzadas y una variedad de arroz en 5 momentos de cosecha.	61
14. Incidencia y severidad de enfermedades observadas en 4 líneas avanzadas y una variedad de arroz en 5 momentos de cosecha.	64

INDICE DE FIGURAS

1. Cambios típicos a través del tiempo en el rendimiento y las pérdidas de grano.	6
2. Rendimientos de arroz en granza (tm/ha) promedio de 5 materiales de arroz, obtenidos en 5 momentos de cosecha.	38
3. Rendimientos de molino (RM %) de 5 materiales de arroz, obtenidos en 5 momentos de cosecha.	47
4. Índices de pilada (IP %), de 5 materiales de arroz, obtenidos en 5 momentos de cosecha.	57

La información que se presenta en éste trabajo de tesis, es propiedad del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y se publica con la autorización correspondiente, según Resolución de Gerencia No.GG - 76 - 235 y según oficio de la Dirección Técnica No. DTV - 89 - 460.

" EVALUACION DEL EFECTO EN CINCO MOMENTOS DE COSECHA SOBRE LA CALIDAD MOLINERA DE CUATRO LINEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), EN CRISTINA, LOS AMATES IZABAL. "

" EVALUATION OF THE EFFECT OF FIVE MOMENTS OF HARVEST ON THE MILLING QUALITY OF FOUR PROMISING RICE LINES AND ONE VARIETY (*Oryza sativa* L.), CRISTINA, LOS AMATES IZABAL. "

RESUMEN

Muchos agricultores realizan la cosecha del arroz, después de haber llegado éste a su madurez fisiológica. Bajo estas condiciones, el cultivo permanece más allá del tiempo necesario, expuesto a factores ambientales adversos, lo que determina pérdidas de grano en el campo y mala calidad de arroz en el molino.

El presente estudio, se llevó a cabo en el Centro de Producción Cristina, con el objetivo de establecer el o los mejores momentos de cosecha, que permitan obtener altos rendimientos en el campo y la máxima calidad de grano en el molino; también indentificar líneas genéticas con calidad de grano más estable y con buen rendimiento de grano, independientemente del momento de cosecha.

Se evaluaron 4 líneas y la variedad indicadora ICTA Polochic cosechandolas a la madurez fisiológica y con retraso a los 5, 10, 15 y 20 días de la misma. El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con arreglo factorial en parcelas divididas, con 3 repeticiones y 25 tratamientos.

Los resultados indican que los mejores momentos de cosecha fueron a la madurez fisiológica, a los 5 y 10 días después de

la misma, en los cuales se obtuvieron los mayores rendimientos de grano en el campo, altos índices de pilada y la mejor apariencia del grano molinado. Retrasar la cosecha más de 15 días después de la madurez fisiológica de cualquiera de los materiales evaluados, significa disminuir los rendimientos unitarios y propiciar el deterioro de la calidad molinera del arroz.

Las líneas IG 2237, IG 2213 e IG 2236, en ése orden, superaron a la variedad testigo ICTA Polochic, en los aspectos de rendimiento en el campo y molino, índice de pilada y apariencia del grano beneficiado, al ser cosechadas en diferentes momentos. La línea CU 4032 fue inferior a los demás materiales, en los aspectos evaluados.

I. INTRODUCCION

El momento oportuno para realizar la cosecha del arroz (*Oryza sativa* L.), es uno de los principales problemas de los agricultores, ya que generalmente el arroz fisiológicamente maduro, permanece en el campo durante varios días, hasta que el agricultor decide cosecharlo.

Lo anterior determina que el grano de arroz, bajo éstas condiciones ambientales, pierda su calidad molinera, la cual se expresa en el índice de pilada y en la apariencia del grano, además de que se producen pérdidas en el rendimiento de grano en el campo, debido a varios factores.

Por eso es importante establecer el momento óptimo de cosecha, para obtener la máxima calidad de arroz molinado y altos rendimientos de grano, como también, identificar líneas superiores para el desarrollo de variedades que produzcan un grano más estable en calidad y que tengan buen rendimiento de grano, aún bajo condiciones de campo adversas, durante y después de la madurez fisiológica del cultivo.

Por ésta razón, el Programa de Arroz del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), consideró de importancia realizar el presente estudio, el cual contempla investigar, el efecto de cinco momentos de cosecha a partir de la madurez fisiológica del arroz. El otro factor a evaluar lo constituye el comportamiento de cuatro líneas experimentales

y la variedad testigo ICTA Polochic, considerada en el estudio como planta indicadora.

El diseño experimental utilizado fue en Bloques Completos al Azar, con arreglo factorial en Parcelas Divididas, con 25 tratamientos y 3 repeticiones.

La fase de campo de éste trabajo, se realizó de junio a noviembre del año 1989, en el Centro de Producción Cristina, ubicado en los Amates, Izabal.

La segunda etapa, de laboratorio y gabinete, se realizó en diciembre del año 1989 y durante los meses de enero y febrero del año 1990.

El análisis estadístico se hizo, con los datos de rendimiento de grano cosechado, rendimiento de molino (RM %), índice de pilada (IP%). Además se calificó la apariencia del grano de los materiales incluidos, cosechados en los diferentes momentos evaluados.

II. JUSTIFICACION

En las zonas arroceras del departamento de Izabal, el arroz de secano madura generalmente en plena estación lluviosa y muchas veces la recolección del grano se retrasa, de tal manera que los agricultores realizan la cosecha en diferentes momentos, después que la planta ha alcanzado su madurez fisiológica. Esta práctica generalizada, determina que disminuyan los rendimientos de grano y al mismo tiempo se afecta la calidad molinera del arroz. Las pérdidas de grano en el campo, se deben principalmente al desgrane natural de las panículas, además existe desgrane y acame de plantas por el viento. También se considera el daño causado por pájaros y roedores.

Por otro lado, las condiciones ambientales como la lluvia o el rocío y las variaciones de temperatura causadas por la radiación solar, ocasionan cambios intermitentes en la humedad del grano, por lo que éste se torna quebradizo y presenta una mancha blanca o yesosa al ser beneficiado en el molino.

Por lo anterior, es importante establecer si algún momento de cosecha es oportuno para obtener altos rendimientos de grano en el campo y la máxima calidad de molino del arroz. También es importante identificar líneas promisorias de arroz, que puedan originar una nueva variedad, las cuales mantengan alto rendimiento de grano y buena calidad molinera al ser cosechadas en diferentes momentos por el agricultor.

III. HIPOTESIS

Ho : Realizar la cosecha de arroz a los 0, 5, 10, 15 y 20 días después de la madurez fisiológica de la planta, no afecta el rendimiento de grano cosechado ni la calidad molinera, de cualquiera de los cinco materiales de arroz evaluados.

Ha : Cosechar a los 0, 5, 10, 15 y 20 días después de la madurez fisiológica, afecta el rendimiento de grano cosechado y la calidad molinera, de al menos uno de los cinco materiales de arroz evaluados.

Ho : Los cinco materiales de arroz presentarán igual rendimiento de grano en el campo y la misma calidad molinera, al cosecharse en diferentes momentos.

Ha : Los materiales de arroz evaluados, presentarán entre sí diferentes rendimientos de grano y distinta calidad molinera, en cinco momentos de cosecha.

IV. OBJETIVOS

General :

- 1.- Determinar si el momento de cosecha después de la madurez fisiológica, incide en el rendimiento de grano en el campo, rendimiento de molino, índice de pilada y en la apariencia del grano molinado, de cuatro líneas promisorias y una variedad de arroz .

Específicos :

- 1.- Establecer el o los mejores momentos de cosecha, para obtener buen rendimiento de grano en el campo y la máxima calidad de arroz molinado de los cinco materiales de arroz evaluados.
- 2.- Identificar líneas de arroz que mantengan alto rendimiento de grano y buena calidad molinera al ser cosechadas en diferentes momentos después de la madurez fisiológica de la planta.

V. REVISION DE LITERATURA

MADUREZ, COSECHA Y CALIDAD MOLINERA DEL ARROZ

(Oryza sativa L.)

V.1 Período de maduración del arroz.

La determinación del momento óptimo de cosecha resulta fundamental dentro de la economía del cultivo en una region. La Figura 1, tipifica las situaciones posibles en relación con el tiempo de cosecha, así como las pérdidas que ocurren y el rendimiento efectivo de grano.

(13)

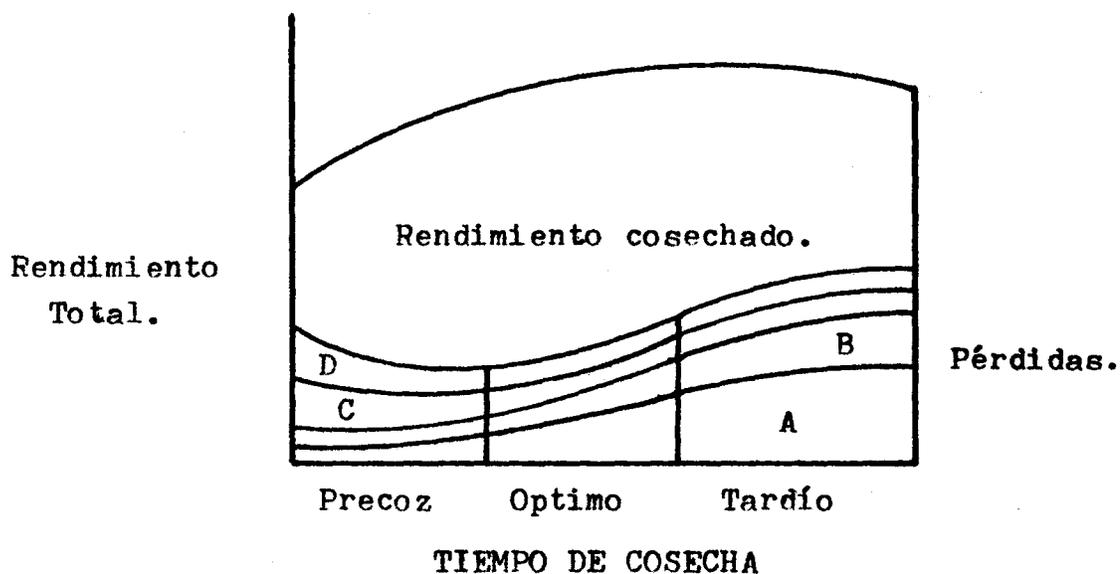


Figura 1. Cambios típicos a través del tiempo en el rendimiento y las pérdidas del grano.

- a) Desgrane natural y por el clima.
- b) Desgrane por cortadora o arranque.
- c) Pérdidas en la trilla.
- d) Pérdidas en la limpieza.

Según Tascon y García (13), para la determinación del momento de cosecha se debe tener en cuenta la humedad del grano, el contenido de materia seca del mismo, la germinación y vigor de la semilla, el porcentaje de granos inmaduros o yesosos y, el rendimiento en el molino de granos enteros y quebrados.

A los 30 días después de la floración, los granos alcanzan el estado de madurez en el trópico cálido; en áreas más frescas el proceso se retarda con ganancia en el llenado y peso de los granos. La planta entera está fisiológicamente madura cuando el 90 % de los granos han madurado y muestran un color amarillo pajizo, aunque algunas espiguillas nunca se llenan y pueden permanecer de color verde. (13)

Grist (16), afirma que el período de maduración del arroz puede variar de los 90 a los 260 días y, dentro de ciertos límites su maduración se ve afectada por las condiciones ambientales y el clima.

Por lo común, el ahijamiento varía con el período de maduración; esto es, las variedades cuyo tiempo de maduración es largo producen mas hijuelos que aquellas de maduración temprana.

La Universidad de Filipinas (14), determinó que la fase de maduración (de la floración a la madurez), ocupa un período de 25 a 35 días sea cual fuere la variedad. El

grano de arroz se desarrolla después de la polinización y la fecundación. El desarrollo de los granos es un proceso continuo y dichos granos sufren cambios evidentes antes de madurar por completo.

En la etapa de sobremaduración, la paja muere y los granos demasiado maduros se desgranar de la panoja. Además puede producirse un resquebrajamiento del endosperma dentro de la cáscara (gluma y palea), mientras que los granos todavía están sujetos a la panoja, con la consiguiente pérdida en la molienda y el grado de calidad para el mercado. (14)

V.2 Epoca de cosecha del arroz.

La Universidad de Filipinas (14), afirma que muchos agricultores de los trópicos esperan demasiado tiempo para cosechar sus cultivos. Este atraso da como resultado pérdidas de grano debido al desgrane, al acame, a las ratas, a los pájaros, a los insectos y otras plagas. Asimismo, la calidad de los granos sufre cuando los cultivos permanecen demasiado tiempo sobre el terreno. Estas pérdidas combinadas, son frecuentemente mayores que el incremento obtenido por los granos adicionales que se llenan durante ese período.

La recolección efectuada en el momento oportuno contribuye a que la calidad de los granos sea óptima y que, por tanto, tenga mayor aceptación en el mercado por parte de los consumidores. Cuando se descascara el

grano tiene menos posibilidades de romperse, con la ventaja de ser claro y traslúcido. Además, en esa forma habrá menos posibilidades de que la cosecha sufra daños por los elementos meteorológicos. Por otra parte, la latencia de las semillas que da protección contra la germinación, se mantiene dentro de un margen seguro.

En 1962, Crauford, citado por Grist (6), determinó que debido a que el humedecimiento y el secado producen quebradura del grano, la cosecha debe hacerse antes de que el cultivo madure por completo, ya que las rajaduras se forman con más facilidad cuando el grano está bastante duro. Con el secado lento se logra un mayor porcentaje de granos enteros y el contenido de humedad es menos crítico en el molino. Las rajaduras causadas por el sol no tienen importancia si el arroz se va a sancochar, siempre que se seque lentamente después de hacerlo. Una cosecha demasiado temprana o muy tardía, conducen a que mucho grano resulte quebrado en el molino.

Grist (6), cita a Have, quien en 1963 estableció que un contenido de humedad del 19 al 21 % en palay (granza), es una buena guía para la madurez. Se ha encontrado que en la semana que sigue al día en que el cultivo está listo para cosecharse, una disminución del 1 % del contenido de humedad, indica un aumento de alrededor del 2 % de grano quebrado en el molino.

En 1934, Stahel, según Grist (6), demostró que un contenido de humedad del 15% es crítico para la formación de rajaduras y que el secado o absorción que pasen de ese punto aumentan las rajaduras internas.

Al segar, el grano por lo general contiene alrededor de 23% de humedad. Para fines de un día cálido, puede haberse reducido al 14%, para elevarse de nuevo durante la noche con el rocío. También pueden presentarse durante el día interrupciones en el secado por las lluvias. La pérdida y absorción alterna de humedad por el grano, ocasionan que se formen rajaduras en su interior.

Tascon y García (13), mencionan que en 1968 el IRRI (Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz), teniendo en cuenta los riesgos por dehisencia natural del grano, volcamientos, aves y ratas, desastres y pérdidas de valor comercial, la cosecha debe realizarse tan pronto el grano alcance su madurez, para lo cual el mejor indicador es la humedad del grano, pero también puede tomarse el color del mismo.

Cheaney y Sanchez (2), en 1973 recomendaron cosechar cuando el 95% de los granos de las panojas tengan un color amarillo paja y el resto esten amarillentos.

Según Tascon y García (13), un resumen con relación a la humedad de cosecha sería:

- Mayor de 27% : menor rendimiento y granos yesosos.
- Entre 20 y 27% : humedad óptima.
- Menor de 18% : pérdida de granos y mala calidad de molino.

V.3 Calidad molinera del arroz.

Grist (6), en 1982, afirma que la calidad molinera del arroz en granza (palay), depende de la forma y del tamaño del grano, es decir, la variedad, de las condiciones en que fue cultivado, del grado de madurez y del tiempo que se haya expuesto al sol. Las sobremadurez y la exposición excesiva al sol son conducentes al desarrollo de rajaduras en el grano, lo que a su vez produce una ruptura excesiva en el molino. La edad del grano, su contenido de humedad y las condiciones en que se ha secado y almacenado, también afectan la calidad molinera del arroz.

Según la Universidad de Filipinas (14), la molinada o eliminación de la cubierta exterior o cáscara y de la cubierta de las semillas (salvado) de los granos de arroz en granza, comprende dos operaciones separadas, las cuales son necesarias para transformar el arroz en granza y darle una forma adecuada para el consumo humano. Las operaciones en la molienda del arroz son las siguientes :

a.- Descascaramiento : Eliminación de la cubierta

exterior del arroz en granza (palay).

- b.- Pelado : Eliminación del salvado.
- c.- Pulido : Separación de la capa interna de la cubierta de las semillas (salvado muy fino), para que la superficie quede limpia y brillante.
- d.- Recuperación total de molienda o redimiento de molino (RM %).

Es la relación entre el arroz molido que se recupera a partir de la cantidad original y el arroz en bruto (cantidad original). Se determina mediante la ecuación :

$$\text{Rendimiento de Molino} = \frac{\text{arroz limpio}}{\text{arroz bruto}} \times 100$$

- e.- Recuperación de granos enteros o índice de pilada (IP %).
Se refiere a los granos completos o de más de 3/4 partes de longitud que se recupera a partir de la cantidad original de arroz en bruto, expresado también en porcentaje.
- f.- Granos rotos : se refiere a los granos de arroz blanco, hasta menos de la mitad de su longitud original.
- g.- Arroz café : se trata de los granos a los que solamente se ha quitado la cáscara.
- h.- Arroz en granza o palay : es el arroz en bruto o el grano con cáscara, a partir del cual se inicia el proceso de molinería.

Tascon y García (13), señalan que el mejor rendimiento en un molino arrocero se obtiene mediante una adecuada calibración y mantenimiento de las máquinas que componen el molino, para lo cual, es de gran importancia contar con un operario calificado, ya que pequeñas variaciones en los rendimientos de molino afectan notoriamente las entradas del mismo, ya que el precio del arroz blanco entero es muy superior al partido o a la harina.

A manera de guía, los rendimientos que se pueden obtener de un 100% de arroz en granza, con 13% de humedad, en un molino arrocero pueden ser : (13)

- 58 a 60% de arroz entero (excelso o corriente).
- 20 a 23% de cascarilla.
- 8 a 10% de arroz partido grande o cristal (1/2 o 3/4 de largo) .
- 2 a 4% de arroz partido pequeño (menos de 1/4 de largo) .
- 6 a 8% de harina de blanqueo o pulimento.
- 1% de impurezas, polvos y vanos.

Los rendimientos citados, son los obtenidos industrialmente, donde el arroz cáscara inicial se ha secado y sometido a un proceso de prelimpieza. El arroz entero, es el que tiene más de 3/4 del tamaño del grano.

V.4 Algunas investigaciones sobre momentos de cosecha del arroz.

Tascon y García (13), citan los siguientes trabajos de diferentes autores los cuales afirman que el rendimiento

es una función del aumento de materia seca en el grano y que se incrementa hasta 30 días desde la floración. El IRRI (1968), realizó un ensayo con seis variedades, tanto en época húmeda como en época seca y encontró que a los 30 días después de la floración, el rendimiento de grano como el de molino eran máximos. También afirman que Velez en 1971, en una área cálida peruana y con tres variedades, encontró rendimientos máximos a los 30 días después de la floración para dos variedades y 40 días para la otra y, una reducción a partir de los 40 días en las tres variedades y, el grano quebrado disminuyó hasta los 30 días, aumentando después de esa fecha.

En 1973, Cheaney y Sánchez (2), evaluaron la línea 13 y, afirman que la determinación del momento óptimo para la cosecha es una de las etapas más importantes en el cultivo del arroz y que una falla puede incidir seriamente en el rendimiento de molinería, afectar el valor del grano y como consecuencia directa, reducir el ingreso. Comentan además, que para obtener arroz de buena calidad, es necesario que la maduración en el campo sea uniforme y que por eso todas las operaciones, desde la preparación del suelo hasta la recolección, deben ser conducidas de tal manera que las plantas crezcan y maduren iguales. Señalan también que en los resultados de un experimento en que se estaba tratando de encontrar un mejor rendimiento de molinería de una línea promisoría, se obtuvo que los granos yesados

llegaron a un mínimo con el 27% de humedad y los granos enteros llegaron al máximo con el 25% de humedad. Por debajo del 20% se tuvieron más granos partidos y también problemas de desgrane en el campo. Con base en estos resultados, recomiendan cosechar entre un 20 y 27% de humedad, comentando que con un 17 a 18% al caer las lluvias y seguidos de un intenso sol, los granos se fraccionan en el campo.

En 1965, Wasserman, Miller y Golden, informa la Universidad de Filipinas (14), en California, dejaron que el arroz madurara sobre el terreno, hasta que su contenido fue de 25 a 27%, antes de que se iniciara la recolección. Los rendimientos por espiga (porcentaje de granos no rotos) fueron más altos para el arroz cosechado inmediatamente después de la maduración.

Cuevas y Hosein (5), en 1986, determinaron que el efecto de la llovizna no fue significativo en el contenido de humedad del grano de arroz cosechado con demora de tres semanas. Las muestras de arroz en granza de 125 gramos fueron secadas y molidas utilizando un equipo estandar McGill. (Ver Anexo XI.2)

Las variedades INTI de Perú y Sinaloa A-80 de México, parecen tener al inicio un aceptable rendimiento de molino y tasa de calidad, lo que sugiere cierto grado de tolerancia a una cosecha demorada.

Similarmente, dentro del grupo de variedades con una

rápida tasa de pérdida de calidad bajo la lluvia simulada, la variedad BR IRGA-409 puede ser también calificada como tolerante. Variedades con ésta clase de comportamiento, pueden ser utilizadas en áreas donde la cosecha retrasada es común y la calidad molinera es demandada. (5)

En 1986, Cuevas y Berrio (4), afirman que el efecto de las cosechas retrasadas en el rendimiento de grano de dos variedades de arroz, varió de acuerdo a la fecha de siembra. La variedad CICA 8, no presentó una reducción en el rendimiento de grano de arroz, como resultado de la cosecha en 3 de 7 evaluaciones; del mismo modo fue cierto para ORYZICA 1, en 4 de ellas. Las dos variedades se comportaron de manera similar varias veces, y la mitad de las evaluaciones de cada variedad presentaron tolerancia a las cosechas retrasadas. Este resultado, sugiere que una selección de los genotipos de arroz para tolerancia a las cosechas retrasadas en el campo, podría requerir que se aislara o diferenciara ampliamente el componente ambiental.

Crauford, en 1962, citado por Grist (6), en Africa Occidental, encontró que las rajaduras del grano eran ocasionadas por las condiciones atmosféricas asociadas, como la radiación solar y el viento seco llamado "Harmattan". Las rajaduras son provocadas por los rocíos que se forman temprano en las mañanas y que

ocasionan que se condense agua en la panojas. El mencionado autor, sugiere que la forma de evitar que se produzcan esas rajaduras, es cosechar cuando el grano aún no ha llegado a tener menos del 15% de humedad. Esto puede lograrse vigilando los cambios diarios en la humedad del grano y cosechar el día antes que la humedad baje del 15%.

En la Universidad de Filipinas (14), Malabuyoc y colaboradores, en 1966, encontraron que los rendimientos de grano y la calidad de molino del arroz, de seis variedades recomendadas por la Seedboard de las Filipinas, cosechadas a los 20, 25, 30 y 35 días después de la formación de las panojas, se compararon para determinar la factibilidad de cosechar el arroz antes de que los granos estuvieran completamente maduros. Las variedades probadas en la estación húmeda fueron : Tjeremas y Peta (de maduración temprana), BPI-76 y Bengawan (de maduración media) y Raminad Str. y BE-3 (de maduración tardía).

Los resultados de las pruebas en la estación húmeda no fueron significativos; sin embargo, una variación importante se reportó entre los tratamientos de recolección durante la estación seca. Las variedades cosechadas 30 y 35 días después de la formación de las panojas, dieron generalmente el mayor rendimiento en grano y el peso más alto en las semillas. La germinación fue satisfactoria a partir del vigésimo día

y la recuperación de la molienda fue estable dentro de los 25 a 35 días después de la formación de las panojas. No obstante, el porcentaje de arroz por panoja sólo resultó satisfactorio cuando se recolectaba durante los 25 a 30 días después de la formación de las panojas.

Según Martínez (9), en se estudió en tres localidades distintas de Peru, el efecto de varias épocas de cosecha y de trilla sobre el porcentaje de granos enteros de la variedad CICA 8. Los mejores resultados, en términos de mayores porcentajes de granos enteros, se obtuvieron cuando el arroz se cosechó y se trilló en tiempo oportuno, esto es, cuando el grano tenía un 20 -24% de humedad y cuando la trilla se hizo inmediatamente después de la cosecha. El mismo autor, indica que también se estudio el efecto de la época de trilla sobre el porcentaje de granos enteros de CICA 8 y tres líneas (18476, 18521 y 18522); la trilla tardía disminuyó el porcentaje de granos enteros.

También menciona Martínez (9), que tal como lo han informado varios investigadores, existen diferencias varietales en cuanto al efecto de dejar sobremadurar el arroz en el campo. Esto se comprobó en el CIAT, al comparar el porcentaje de arroz entero de 34 variedades cosechadas en dos épocas distintas: en la madurez fisiológica y 10 días después. Las variedades IR 28 y Anayasi, no presentaron pérdida en el porcentaje de

granos enteros, mientras que en otras variedades como: IR 8, IR 30, y CR 201, las pérdidas fueron grandes; en otras variedades como CR 113, Tikal 2 y CICA 4, hubo pérdidas pequeñas.

VI. METODOLOGIA

VI.1 Localización y descripción del área experimental .

El Centro de Producción Agrícola Cristina, se encuentra ubicado en el municipio de Los Amates del departamento de Izabal, dentro del área que conforma el Valle del Motagua.

Según De la Cruz (3), el Valle del Motagua en la Costa Atlántica, se cataloga ecológicamente como Bosque Muy Humedo Subtropical (cálido).

El Valle del Motagua, se caracteriza por una precipitación anual de 3000 a 3500 mm, con aproximadamente 1920 mm durante el ciclo de cultivo del arroz (mayo-octubre). (10)

El Centro de Producción Cristina, en ésta área, está localizado 211 km al noreste de la ciudad de Guatemala. Tiene una extensión de 45 ha y sus suelos son de textura arcillosa, con un pH de 4.5 a 5.5, deficientes en fósforo y materia orgánica; la precipitación anual es de 3500 mm, la temperatura media es de 28 grados C y la humedad relativa de 80%. (10)

Simmons et al (11), describe la localidad a un altura de 69 msnm, con una precipitación promedio anual de 2000 mm y una temperatura promedio anual de 27 grados C. Los

suelos corresponden a la serie Cristina y se caracterizan por ser poco profundos, mal drenados, desarrollados en regiones cálidas y húmedas sobre materiales aluviales lavados de áreas de roca serpentina y, ocupan superficies casi planas o suavemente inclinadas. El suelo superficial a una profundidad de 40 cms es arcilloso, muy plástico, que va de un color gris oscuro a café grisaseo muy oscuro.

Toda el área se puede usar para potreros y éste es quizás el mejor uso, ya que el suelo es difícil de cultivar. Las superficies más planas se pueden usar para la producción de arroz irrigado. (3)

VI.2 Materiales Experimentales.

Los materiales que se evaluaron en diferentes momentos de cosecha, lo constituyen 4 líneas promisorias y una variedad comercial de arroz. A continuación se presentan las principales características de los mismos para las condiciones del área del estudio.

Líneas y variedad de arroz :

A₁ = Línea IG 2237

Pedigree : Selección 81-1B

Cruce : CICA 7/BG 90-2/L-9

Plantas vigorosas, 97 días hasta la floración, con senescencia intermedia, es decir presenta amarillamiento de las hojas superiores cuando el grano está maduro. No presenta acame, panícula con excersión moderada, plantas

de 95 cms de altura, con buena aceptabilidad fenotípica. Presenta de 1 a 5% de daño por Pyricularia oryzae y de igual magnitud se presenta en el cuello de la panícula. De 1 a 5% de granos manchados en la panícula por hongos, el rendimiento de granos es de aproximadamente 5.95 tm/ha, con un contenido de 14% de humedad en el grano.

A₂ = Línea CU 4032

Selección del Programa Nacional de Arroz de Cuba
(L-24 VIOAL 88 SOG. y HB.)

Plantas vigorosas, llegan a la floración en 97 días, presentan senescencia intermedia, todas las panículas con buena excursión, la altura de plantas es de 98 cms, con regular aceptabilidad fenotípica. Presentan de 1 a 5% de daño por P. oryzae, tanto en el follaje como en el cuello de la panícula, presentan además algunas lesiones apicales por Rhynchosporium oryzae o escaldado de la hoja, menos del 1% de las espiguillas manchadas por hongos y de 1 a 3% de las mismas con daño por falso carbón, Ustilaginoidea virens.

A₃ = Línea IG 2236

Pedigree : P5589-1-1-3P-1-2P

Cruce : CAROLINA/TOX 1785-19-8/COL-1/TOX 1011-4-1

Plantas vigorosas, llegan a florear a los 88 días, de senescencia lenta, hojas de color verde intenso, no presentan acame, todas las panículas con buena excursión, la altura de plantas es de 105 cms y buena aceptabilidad fenotípica. Menos del 1% de los granos manchados por hongos. El rendimiento promedio de esta

línea es de 6.53 tm/ha, con un contenido de humedad del grano del 14%.

A₄ = Línea IG 2213

Pedigree : P 4711 F2-6-5-M-5P

Cruce : 18429/RUSTIC/5006 130 MAD

Plantas vigorosas, que presentan un 10% de desgrane, su floración es a los 98 días, de senescencia intermedia, tallos moderadamente débiles, algunas volcadas por el viento, buena excursión de la panícula. La altura de planta es de 110 cms, de regular aceptabilidad fenotípica. Presenta menos del 1% de daño en el área foliar por *P. oryzae*, en el cuello de la panícula de 1 a 5%. El rendimiento de grano con 14% de humedad es de aproximadamente 5.4 tm/ha, presenta de 1 a 5% de grano manchado por hongos.

A₅ = Variedad ICTA Polochic.

Variedad de arroz con un desarrollo inicial vigoroso y buen macollamiento. Tiene una altura de planta de 95 cms, florece de los 100 a 105 días y, se puede cosechar de 130 a 140 días después de sembradas, por sus tallos fuertes es resistente al acame. En el campo tiene un rendimiento de 4.5 a 6.5 tm/ha (70 a 100 qq/mz). El grano es largo, con un rendimiento de molino de 70 a 74% y, un 60 a 65% de arroz de primera calidad (índice de pilada). Es moderadamente resistente a *P. oryzae* y moderadamente susceptible a *R. oryzae* y *Helminthosporium oryzae*. (7)

La información que caracteriza a las líneas A₁, A₂, A₃

y A₄, se obtuvo de los correspondientes Viveros Internacionales de Observación para América Latina (VIOAL), que el Programa de Arroz del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), ha evaluado hasta el año de 1988, en el Centro de Producción Cristina, bajo las condiciones del Valle del Motagua. Los viveros de donde provienen las líneas mencionadas, corresponden al Programa Internacional de Pruebas de Arroz para América Latina, auspiciado por el Instituto Internacional de Investigaciones de Arroz (IRRI) en Filipinas y del Centro Internacional de Agricultura Trópicos (CIAT) en Cali, Colombia.

VI.3 Factores a evaluar .

Los factores evaluados en éste trabajo fueron:

A_n = Cuatro líneas y una variedad de arroz

C_n = Cinco momentos de cosecha, a partir de la madurez fisiológica del arroz.

VI.4 Modalidades de los factores bajo estudio.

Los materiales experimentales de arroz evaluados fueron:

A₁ = Línea IG 2237

A₂ = Línea CU 4032

A₃ = Línea IG 2236

A₄ = Línea IG 2213

A₅ = Variedad ICTA Polochic.

Los momentos de cosecha fueron :

C_1 = 0 días después de la madurez fisiológica.

C_2 = 5 días después de la madurez fisiológica.

C_3 = 10 días después de la madurez fisiológica.

C_4 = 15 días después de la madurez fisiológica.

C_5 = 20 días después de la madurez fisiológica.

La madurez fisiológica se determinó, tal como se indica en la sección VI.9.7.

VI.5 Tratamientos.

En un arreglo bifactorial 5 x 5, se evaluaron 25 tratamientos, los cuales se distribuyeron en un arreglo de Parcelas Divididas.

1) A_1C_1	6) A_2C_1	11) A_3C_1	16) A_4C_1	21) A_5C_1
2) A_1C_2	7) A_2C_2	12) A_3C_2	17) A_4C_2	22) A_5C_2
3) A_1C_3	8) A_2C_3	13) A_3C_3	18) A_4C_3	23) A_5C_3
4) A_1C_4	9) A_2C_4	14) A_3C_4	19) A_4C_4	24) A_5C_4
5) A_1C_5	10) A_2C_5	15) A_3C_5	20) A_4C_5	25) A_5C_5

VI.6 Diseño experimental.

Se realizó un diseño experimental en Bloques Completos al Azar, con un arreglo bifactorial en Parcelas Divididas, con tres repeticiones y una localidad, donde:

(8)

Parcela Grande = Líneas y variedad de arroz.

Parcela Chica = Momentos de cosecha (días).

De acuerdo con recomendaciones del Programa de Arroz del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), las

especificaciones del experimento fueron:

Cada tratamiento fue de 6 surcos de 5 m de largo y 0.3 m entre sí, en una parcela bruta de 1.8 m x 5.0 m = 9.0 m². La parcela neta fueron 4 surcos centrales, en una área comprendida de 1.2 m x 4.4 m = 5.28 m². El área de cada repetición fue de 45 m x 5 m = 225 m² y el área experimental total fue de 225 m² x 3 repeticiones = 675 m².

Cada repetición tuvo 1 m de calle por lado.

VI.7 Aleatorización de tratamientos.

Con una tabla de números aleatorios, se procedió a sortear los 25 tratamientos y las 3 repeticiones de la siguiente forma :

- a.- Sortear cada momento de corte (parcela chica), dentro de cada línea o variedad de arroz (parcela grande).
- b.- Sortear cada línea o variedad de arroz (parcela grande), dentro de cada repetición.
- c.- Sortear cada repetición o bloque.

La distribución de tratamientos en el campo, se muestra en el Anexo XI.3

VI.8 Variables respuesta.

En el presente estudio se evaluaron las siguientes variables :

VI.8.1 Rendimiento de grano cosechado (arroz en granza).

En los diferentes momentos de corte establecidos, se tomó el peso del arroz en granza (grano con cáscara) obtenido en la parcela neta y se midió el contenido de humedad del grano, con un medidor de humedad tipo DOLE. Posteriormente, se determinó el peso del grano con 12% de humedad (humedad de almacenamiento), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Peso Final} = \frac{100 - \text{humedad de campo}}{100 - \text{humedad final}} \times \text{peso de campo.}$$

El rendimiento de grano se expresó en tm/ha.

VI.8.2 Rendimiento de molino (RM %).

De cada tratamiento se tomó una muestra de grano, la cual se puso previamente a secar hasta obtener un contenido de humedad en el grano menor al 13%. Posteriormente, se realizó el "venteador" o soplado del grano, para separar granos vanos y basuras. Un kilogramo de grano de cada tratamiento se llevó al Laboratorio de Calidad Molinera del Programa de Arroz del ICTA, ubicado en Bárcenas, Villa Nueva y, con el Equipo Standard McGill (Vease anexo XI.2), se determinó el rendimiento de molino (RM %), definido como el porcentaje de arroz molinado, entero y quebrado, que se obtiene de la muestra original (1 kg) de arroz en granza. (Ver sección V.3, inciso d.-)

VI.8.3 Índice de pilada (IP %).

Del rendimiento de molino, se separó el grano entero y el de 3/4 o más de longitud, por medio del clasificador de grano Dockage Tester, que es una modalidad de clasificador McGill (Ver anexo XI.2). La cantidad separada se pesó y se expresó en porcentaje, con relación a la muestra original (1 kg) de arroz en granza. (Ver sección V.3, inciso e.-)

VI.8.4 Apariencia del grano.

Después de haber molinado y pulido el arroz, se tomaron muestras de cada tratamiento y se determinó la apariencia del grano. Para ello, se examinó visualmente cada muestra y se calificó de acuerdo con una tabla convencional elaborada por el Programa de Arroz del ICTA, la cual se basa en la opacidad del endosperma. Esta tabla presenta la siguiente escala convencional:

No.	% de opacidad del endosperma	Calificación
1	Traslúcido (no hay opacidad)	Excelente=Exc
2	Area con opacidad de 1 a 5%	Muy Buena/Exc= MB/Exc.
3	Area con opacidad de 6 a 10%	Muy Buena=MB
4	Area con opacidad de 11 a 15%	Buena/Muy Buena = B/MB
5	Area con opacidad de 16 a 20%	Buena = B

6 Area con opacidad de 21 a 25% Regular/Buena

R/B

7 Area con opacidad mayor de 25% No Deseable

ND

La opacidad del endosperma también se conoce como: centro blanco, dorso blanco, panza blanca, grano yesoso, entre otros.

Dicha opacidad, se debe a que a veces no se da la compactación de las partículas de almidón y proteínas del grano, y en otros casos, debido a que se forman poros dentro de los granulos de almidón; en ambos casos, las variaciones de temperatura y humedad en el ambiente determinan éstos cambios en el grano.

VI.9 Manejo del experimento .

De acuerdo con recomendaciones técnicas del Programa de Arroz del ICTA, se le dio el siguiente manejo al presente trabajo. (Ver también Anexo XI.4)

VI.9.1 Preparación del suelo:

Se realizó un chapeo de malezas con machete. Posteriormente, se hicieron dos pasadas de Rom - Plow (rastra pesada) al suelo, a 30 cms de profundidad, 30 días antes de la siembra. La segunda pasada de Rom - Plow se hizo en forma perpendicular a la primera.

VI.9.2 Siembra del ensayo:

Un día antes de la siembra, se realizó el surqueado del suelo con tractor a una distancia de 30 cms entre surco. La siembra se hizo a mano depositando a chorro la semilla en el surco, a razón de 65 kg/ha. Al momento de la siembra, se aplicó el insecticida Counter (Terbuphos 10%) al suelo, a razón de 10 kg/ha.

VI.9.3 Fertilización:

Al momento de la siembra, se aplicaron 23.3 y 60 kg/ha de N - P, respectivamente; ésto se logró aplicando el fertilizante compuesto 18-46-0 a razón de 133 kg/ha.

Al iniciar a macollar el arroz (30-35 días después de la siembra), se aplicaron 23.3 kg/ha de N, lo que se logró aplicando Urea a razón de 50 kg/ha.

Al inicio de la diferenciación de la panícula (70 días después de la siembra), se aplicaron nuevamente 23.3 kg/ha de N.

VI.9.4 Control de enfermedades:

Se realizaron dos aplicaciones, tanto preventivas como curativas, asperjando una mezcla a razón de 1.5 kg/ha de Polyram Combi (Metiram-complex 80%),

más 360 cc/ha de Bavistin (Carbendazin 50%). También se hizo una aplicación de Kazumin (Kasugamicina 1% + Phosdiphen 25%), a razón de 0.6 lt/ha. Las aplicaciones se hicieron antes de la iniciación de la panícula, antes del desarrollo y en el desarrollo de las panículas, para proteger las espiguillas.

VI.9.5 Control de plagas de insectos:

Se hizo una aplicación de Tamarón 600 (Metamidophos 600 g/lt), a razón de 1 lt/ha cuando el grano estuvo lechoso, para controlar las chinches de las panículas.

VI.9.6 Control de malas hierbas:

Se hizo un control químico de malezas, realizando dos aplicaciones de herbicida cuando las malezas presentaron de dos a cinco hojas verdaderas, no importando la edad del arroz. Se aplicó una mezcla de Basagram M60 (Bentazón + MCPA) y Stam LV-10 (Propanil 35%), a razón de 1.5 lt/ha más 6.0 lt/ha, respectivamente. Se hizo además una limpia o entresaque en forma manual.

VI.9.7 Cosecha del arroz:

La cosecha se realizó manualmente, utilizando hoz y machete para cortar las plantas; posteriormente se hizo la trilla o desgrane de las panículas

cosechadas por parcela neta. Se determinó la madurez fisiológica de cada línea o variedad, utilizando varios criterios, los cuales fueron: calcular 30 días después de la floración de cada material, determinar si el contenido de humedad del grano estuvo entre el 20 y 25% y, además, observar cuando más del 90% de los granos de la panícula presentaron un color amarillo pajizo. Todos los criterios anteriormente descritos, se utilizaron para determinar la madurez fisiológica de cada uno de los materiales evaluados.

VI.10 Metodología de análisis.

VI.10.1 Modelo estadístico :

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente : (12)

$$Y_{ijk} = U + B_i + A_j + E_{a_{ij}} + C_k + AC_{jk} + E_{b_{ijk}}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3$ repeticiones o bloques.

$j = A_1, A_2, \dots, A_5$ líneas o variedad de arroz

$k = C_1, C_2, \dots, C_5$ momentos de cosecha.

Y_{ijk} = Efecto de la variable respuesta en la ijk -ésima unidad experimental.

U = Efecto de la media general.

B_i = Efecto de i -ésimo bloque o repetición.

A_j = Efecto de j -ésima modalidad del factor A.

$E_{a_{ij}}$ = Efecto del error experimental en la ij -

ésima unidad experimental (parcela grande).

C_k = Efecto de la k-ésima modalidad del factor C.

AC_{jk} = Efecto de la interacción entre la j-ésima modalidad del factor A y la k-ésima modalidad del factor C.

$E_{b_{ijk}}$ = Efecto del error experimental en la ijk-ésima unidad experimental (parcela chica).

VI.10.2 Análisis de los resultados:

VI.10.2.1 Análisis de varianza:

Se realizaron ANDEVAS a las variables respuesta: rendimiento de grano o arroz en granza expresado en tm/ha, rendimiento de molino (RM %) e índice de pilada (IP %), con un nivel de significancia del 1%.

VI.10.2.2 Prueba de medias:

Se realizaron pruebas de medias por los métodos de Tuckey y DMS, a las variables respuesta que presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza. Las comparaciones de medias se hicieron con un nivel de significancia del 1%.

VI.10.2.3 Determinación de la apariencia del grano:

Después de haber molinado, pulido y clasificado el grano, se tomaron las muestras de cada tratamiento y se calificaron según se indica en la sección VI.8.4, con base en la opacidad del grano. Se reportó el promedio ponderado para cada tratamiento.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

VII. 1 Rendimiento de arroz en granza.

En el Cuadro 1, se presentan los rendimientos de arroz en granza o palay, que se obtuvieron en cinco materiales de arroz en cinco momentos de cosecha.

Dichos rendimientos se expresan en tm/ha, con un contenido de humedad del grano de 12%.

De acuerdo con el análisis de varianza, Cuadro 2, para el rendimiento de grano en el campo (tm/ha), se pudo determinar que entre las líneas evaluadas y la variedad ICTA Polochic, no existen diferencias significativas; es decir todos los materiales presentaron rendimientos estadísticamente iguales.

Con relación al momento de cosecha, se estableció que al retrasar la cosecha después de la madurez fisiológica de la planta, se afectó el rendimiento de arroz en granza, obteniendose los mayores rendimientos cuando se cosechó inmediatamente después de la madurez fisiológica.

En la figura 2, se puede ver que a medida que los cortes se fueron retrasando a intervalos de 5 días, se estableció que los rendimientos de grano disminuyeron gradualmente.

Cuadro 1.

RENDIMIENTO DE ARROZ EN GRANZA (tm/ha) DE 4 LINEAS AVANZADAS
Y UNA VARIEDAD DE ARROZ EN CINCO MOMENTOS DE COSECHA
Centro de Produccion Cristina, 1989

TRATAMIENTO	REPETICIONES			PROMEDIO TRATAMIENTO
	I	II	III	
A1 C1	3.585	4.595	3.720	3.967
A1 C2	3.317	4.470	3.244	3.677
A1 C3	2.995	3.526	3.237	3.253
A1 C4	3.781	3.142	3.104	3.342
A1 C5	2.938	3.248	2.718	2.968
A2 C1	3.738	3.202	4.314	3.751
A2 C2	2.773	3.898	5.122	3.931
A2 C3	1.954	2.389	4.579	2.974
A2 C4	1.925	2.599	3.529	2.684
A2 C5	2.774	1.954	2.646	2.458
A3 C1	4.396	3.935	4.276	4.202
A3 C2	4.422	3.797	4.248	4.156
A3 C3	4.072	3.916	4.100	4.029
A3 C4	3.356	3.046	3.712	3.371
A3 C5	3.586	3.600	3.423	3.536
A4 C1	4.728	4.878	4.519	4.708
A4 C2	4.173	4.503	4.859	4.512
A4 C3	4.122	3.947	4.493	4.187
A4 C4	3.626	3.591	3.469	3.562
A4 C5	4.283	2.828	2.348	3.153
A5 C1	3.661	4.014	4.407	4.027
A5 C2	4.084	4.128	2.696	3.636
A5 C3	3.908	3.333	3.517	3.586
A5 C4	2.865	3.093	2.695	2.884
A5 C5	2.699	2.974	2.901	2.858

Cuadro 2.

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE ARROZ EN GRANZA
(tm/ha), DE 5 MATERIALES DE ARROZ EN CINCO MOMENTOS DE COSECHA
Cristina, Los Amates, Izabal, 1989

FUENTE DE VARIACION	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F.C.	F.T. 1 %
Bloques	2	0.378	0.189	0.2114	8.65 N.S.
Factor A	4	7.563	1.891	2.1153	7.01 N.S.
Error (A)	8	7.153	0.894	---	---
Subtotal	14	15.094	1.078	---	---
Factor C	4	14.668	3.667	17.0615	3.83 **
Int. Ax C	16	2.203	0.138	0.6418	2.52 N.S.
Error (C)	40	8.595	0.215	---	---
TOTAL	74	40.560	0.548	---	---

Coefficiente de Variacion : 12.96%

Donde : Factor A = Lineas y variedad de arroz

Factor C = Momentos de cosecha

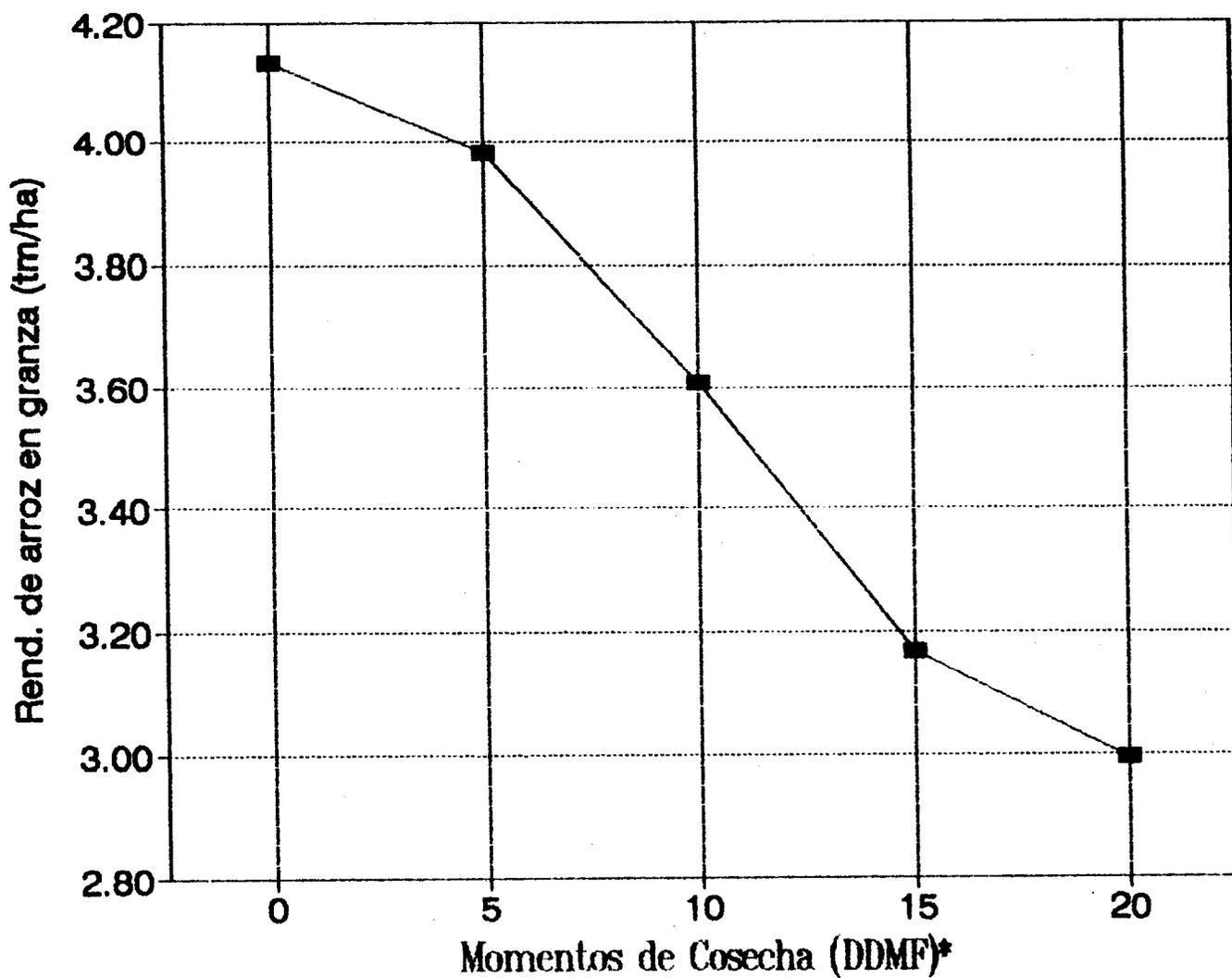


FIGURA 2.- RENDIMIENTOS PROMEDIO DE ARROZ EN GRANZA (TM/HA), DE CINCO MATERIALES DE ARROZ EN CINCO MOMENTOS DE COSECHA.

* DDMF = días después de la madurez fisiológica

Se puede decir que la pérdida en rendimiento de grano por sobremadurez, no se debe a una simple pérdida de humedad del grano, dicha humedad es mayor en la madurez fisiológica y posteriormente disminuye, ya que el factor referido a la pérdida de humedad, fué medido previamente en cada corte.

Los resultados obtenidos confirman también otros estudios, ya que se observó que la disminución en el rendimiento del grano se debió principalmente al desgrane natural de las panículas por sobremadurez y, en menor magnitud al desgrane por el viento, al acame de las plantas y el daño por pájaros y roedores, tal como ocurre en el campo de los agricultores.

La prueba de medias del Cuadro 3, indica que tanto en el corte a la madurez fisiológica como a los 5 días después de la misma, se obtuvieron los rendimientos más altos, 4.13 y 3.98 tm/ha respectivamente, siendo ambas estadísticamente iguales. El segundo grupo lo constituyen los cortes a los 10 y 15 días después de la madurez fisiológica, con 3.61 y 3.17 tm/ha, en su orden. Con el corte a los 20 días, se obtuvo el rendimiento de grano más bajo, con 3.00 tm/ha.

Cuadro 3.

COMPARACION DE MEDIAS PARA RENDIMIENTO DE ARROZ EN GRANZA
(tm/ha), PARA ESTABLECER EL MEJOR MOMENTO DE CORTE
Centro De Produccion Cristina, 1989

Momento de Cosecha	Rendimiento de grano (tm/ha)	Agrupamiento
0 DDMF *	4.131	a
5 DDMF	3.982	a
10 DDMF	3.606	ab
15 DDMF	3.169	bc
20 DDMF	2.995	c

Comparador : Tuckey (1%) = 0.59

* DDMF = dias despues de la madurez fisiologica

Todas las medias agrupadas con la misma letra, se consideran estadisticamente iguales.

VII.2 Rendimiento de molino (RM %).

En el Cuadro 4, se presentan los rendimientos de molino o arroz blanco total obtenidos, en 5 materiales de arroz evaluados en cinco momentos de cosecha.

El análisis de varianza realizado al rendimiento de molino, del Cuadro 5, establece que existe diferencia significativa entre las distintas modalidades de los factores; materiales de arroz, momentos de cosecha y la interacción de ambos factores.

La prueba de medias, Cuadro 6, establece diferencias en cuanto al rendimiento de molino de los cinco materiales evaluados; lo que implica que tal diferencia podría estar determinada por el genotipo de cada material, es decir que los distintos materiales tuvieron diferente volumen de cáscara, o bien diferente tamaño y peso de grano (endosperma).

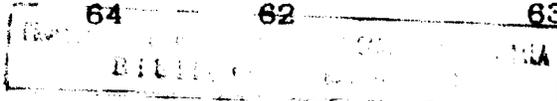
En el agrupamiento obtenido, las líneas IG 2237 e IG 2236 son estadísticamente iguales en cuanto a rendimiento de molino, con 68.27 y 65.53%, respectivamente. La línea IG 2213 y la variedad ICTA Polochic conformaron el segundo grupo, con 65.07 y 64.20%, en ese orden. La línea CU 4032 fue la de más bajo rendimiento y diferente estadísticamente a las demás, con 59.53% de rendimiento de molino.

En general, se consideran como buenos o aceptables

Cuadro 4.

RENDIMIENTO DE MOLINO (RM%) DE 4 LINEAS AVANZADAS
Y UNA VARIEDAD DE ARROZ EN CINCO MOMENTOS DE COSECHA
Centro de Produccion Cristina, 1989

TRATAMIENTO	REPETICIONES			PROMEDIO TRATAMIENTO
	I	II	III	
A1 C1	70	68	70	69.333
A1 C2	69	66	70	68.333
A1 C3	68	68	70	68.667
A1 C4	69	67	68	68.000
A1 C5	67	66	68	67.000
A2 C1	64	66	66	65.333
A2 C2	62	65	59	62.000
A2 C3	57	61	62	60.000
A2 C4	54	61	52	55.667
A2 C5	51	61	52	54.667
A3 C1	67	66	64	65.667
A3 C2	66	66	66	66.000
A3 C3	65	68	67	66.667
A3 C4	65	64	66	65.000
A3 C5	65	64	64	64.333
A4 C1	66	66	64	65.333
A4 C2	68	66	64	66.000
A4 C3	65	62	68	65.000
A4 C4	65	67	65	65.667
A4 C5	62	66	62	63.333
A5 C1	67	67	67	67.000
A5 C2	64	66	64	64.667
A5 C3	64	65	62	63.667
A5 C4	62	64	62	62.667
A5 C5	63	64	62	63.000



Cuadro 5.

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE MOLINO (RM%)
 DE 5 MATERIALES DE ARROZ EN CINCO MOMENTOS DE COSECHA
 Cristina, Los Amates, Izabal, 1989

FUENTE DE VARIACION	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F.C.	F.T. 1 %
Bloques	2	17.360	8.680	0.8002	8.65 N.S.
Factor A	4	604.987	151.247	14.736	7.01 **
Error (A)	8	86.774	10.847	---	---
Subtotal	14	709.120	50.651	---	---
Factor C	4	155.653	38.913	12.984	3.83 **
Int. AxC	16	148.081	9.255	3.088	2.52 **
Error (C)	40	119.867	2.997	---	---
TOTAL	74	1132.720	15.307	---	---

Coefficiente de Variacion : 2.68%

Cuadro 6.

PRUEBA DE MEDIAS PARA EL RENDIMIENTO DE MOLINO (RM %)

OBTENIDO EN CINCO MATERIALES DE ARROZ

Centro De Produccion Cristina, 1989

Linea/Variedad	Rendimiento de molino (%)	Agrupamiento
IG 2237	68.27 %	a
IG 2236	65.53	a
IG 2213	65.07	ab
ICTA POLOCHIC	64.20	ab
CU 4032	59.53	b

Comparador : Tuckey (1%) = 5.64

Todas las medias agrupadas con la misma letra, se consideran estadísticamente iguales.

aquellos materiales de arroz que presenten un rendimiento de molino mayor de 68%.

El momento de cosecha, también presentó rendimientos de molino con diferencias significativas, estableciéndose que a mayor sobremaduración del grano se obtiene un menor rendimiento de molino.

En la comparación de medias, Cuadro 7, se determinó que en los cortes a la madurez fisiológica, a los 5 y 10 días después de la misma, se obtienen los rendimientos de molino más altos de cualquiera de los materiales evaluados, mientras que al cosechar a los 15 o 20 días después, la reducción en los rendimientos de molino fueron considerables.

Los rendimientos de molino que se obtuvieron en los tres primeros momentos de cosecha, fueron en promedio, 66.53, 65.40 y 64.80%, respectivamente.

La Figura 3, muestra como el momento de cosecha afectó el rendimiento de molino de los materiales evaluados. Puede observarse que la línea CU 4032 fue la más afectada al retrasar la cosecha. Lo contrario sucedió con la línea IG 2237, que mantuvo un alto y estable

Cuadro 7.

PRUEBA DE MEDIAS PARA EL RENDIMIENTO DE MOLINO (RM %)
 OBTENIDO EN CINCO MOMENTOS DE COSECHA
 Centro De Produccion Cristina, 1989

Momento de Cosecha	Rendimiento de molino (%)	Agrupamiento
0 DDMF *	66.53 %	a
5 DDMF	65.40	ab
10 DDMF	64.80	ab
15 DDMF	63.40	bc
20 DDMF	62.47	c

Comparador : Tuckey (1%) = 2.204

* DDMF = dias despues de la madurez fisiologica

Todas las medias agrupadas con la misma letra, se consideran estadisticamente iguales.

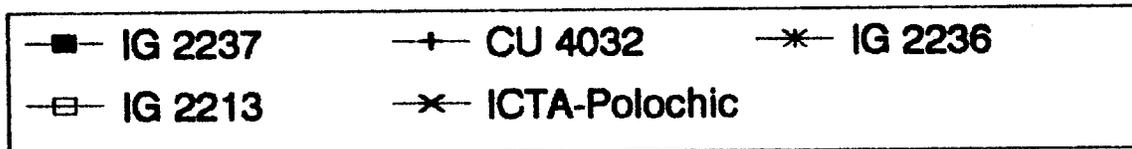
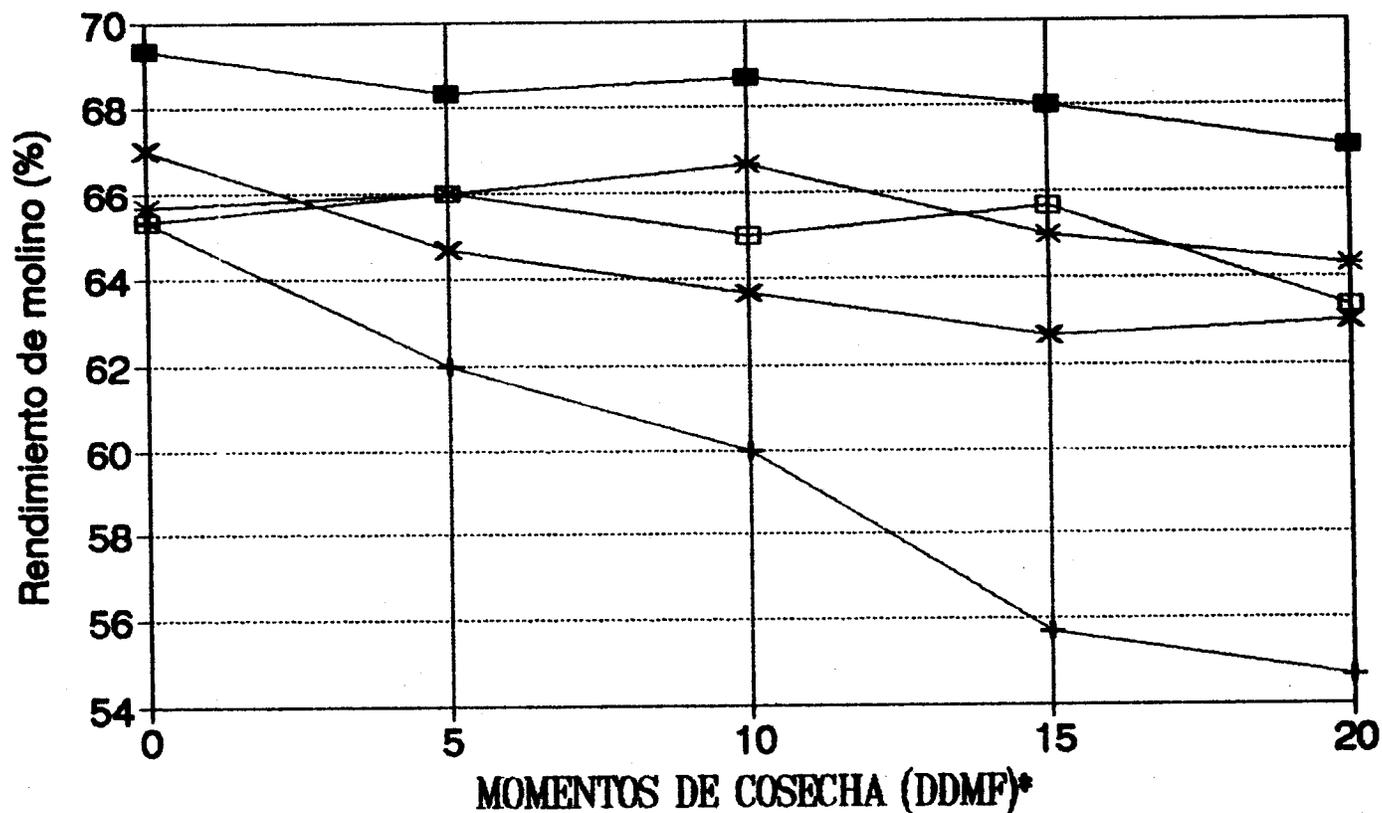


FIGURA 3.- RENDIMIENTOS DE MOLINO (RM%), DE CINCO MATERIALES DE ARROZ, EN CINCO MOMENTOS DE COSECHA.

* DDMF = días después de la madurez fisiológica.

rendimiento de molino en los diferentes momentos de cosecha. Los demás materiales presentaron un comportamiento similar con relación al rendimiento de molino, siendo poca la variabilidad observada en el comportamiento de éstos materiales con relación a los distintos momentos de cosecha.

VII.3 Índice de Pilada (IP %).

La tercera variable analizada fue el índice de pilada, que no es más que el porcentaje de grano entero y de más de 3/4 de longitud, que se obtiene de una muestra determinada (1 kg) de arroz en granza beneficiado.

En el Cuadro 8, se presentan los índices de pilada obtenidos por tratamiento, donde puede notarse que existen diferencias en el índice de pilada que se obtuvo en los distintos materiales y momentos de cosecha evaluados.

El análisis de varianza del Cuadro 9, indica que existen diferencias significativas en el índice de pilada entre los materiales evaluados, los distintos momentos de cosecha y su interacción.

En el Cuadro 10, se observa que las líneas IG 2237 e IG 2213 superaron el 55% de índice de pilada, que se considera bueno en la calidad molinera del arroz, siendo también aceptable la línea IG 2236. En la

Cuadro 8.

INDICE DE PILADA (IP %) Y APARIENCIA DEL GRANO DE 4 LINEAS AVANZADAS
Y UNA VARIEDAD DE ARROZ EN CINCO MOMENTOS DE COSECHA
Centro de Produccion Cristina, 1989

TRATAMIENTO	REPETICIONES			PROMEDIO TRATAMIENTO	APARIENCIA
	I	II	III		
A1 C1	62	62	65	63.000	MB/Exc
A1 C2	63	62	64	63.000	MB/Exc
A1 C3	60	60	62	60.667	MB
A1 C4	61	57	58	58.667	B/MB
A1 C5	57	56	57	56.667	B
A2 C1	48	49	51	49.333	MB
A2 C2	46	51	44	47.000	B/MB
A2 C3	36	35	43	38.000	R/B
A2 C4	29	24	18	23.667	ND
A2 C5	26	18	25	23.000	ND
A3 C1	57	56	54	55.667	MB
A3 C2	56	54	55	55.000	MB
A3 C3	54	56	55	55.000	MB
A3 C4	51	48	50	49.667	B
A3 C5	49	40	45	44.667	R/B
A4 C1	62	61	59	60.667	MB/Exc
A4 C2	61	59	59	59.667	B/MB
A4 C3	59	57	60	58.667	B/MB
A4 C4	55	57	55	55.667	B
A4 C5	55	54	50	53.000	B
A5 C1	53	54	53	53.333	B/MB
A5 C2	55	54	51	53.333	B
A5 C3	51	48	46	48.333	R/B
A5 C4	46	41	42	43.000	R/B
A5 C5	44	43	41	42.667	ND

Cuadro 9.

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INDICE DE PILADA (IP%)
 DE 5 MATERIALES DE ARROZ EN CINCO MOMENTOS DE COSECHA
 Cristina, Los Amates, Izabal, 1989

FUENTE DE VARIACION	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F.C.	F.T. 1 %
Bloques	2	37.227	18.614	5.199	8.65 *
Factor A	4	5387.920	1346.980	376.270	7.01 **
Error (A)	8	28.638	3.579	---	---
Subtotal	14	5453.790	389.556	---	---
Factor C	4	1862.720	465.680	76.092	3.83 **
Int. Ax C	16	822.078	51.380	8.395	2.52 **
Error (C)	40	244.804	6.120	---	---
TOTAL	74	8383.388	113.290	---	---

Coeficiente de Variacion : 4.86%

Cuadro 10.

PRUEBA DE MEDIAS PARA INDICES DE PILADA (IP %)
DE CUATRO LINEAS Y UNA VARIEDAD DE ARROZ EVALUADAS
Centro De Produccion Cristina, 1989

Linea/Variiedad	Rendimiento de molino (%)	Agrupamiento
IG 2237	60.40 %	a
IG 2213	57.53	a
IG 2236	52.00	b
ICTA POLOCHIC	48.13	c
CU 4032	36.20	d

Comparador : Tuckey (1%) = 3.24

Todas las medias agrupadas con la misma letra, se consideran estadisticamente iguales.

comparación de medias del Cuadro 10, se estableció que éstos mismos materiales fueron los mejores, presentando índices de pilada de 60.40, 57.53 y 52.00%, respectivamente. La línea CU 4032 con un índice de pilada de 36.20%, fué la más susceptible a quebrarse en el molino por efecto de la sobremaduración. La variedad ICTA Polochic se comportó en forma similar a la línea IG 2236 y presentó 48.13% de índice de pilada.

Las diferencias presentadas, implican que no debe obviarse el factor genético, ya que la susceptibilidad del grano a quebrarse puede ser una característica hereditaria, como lo es también la aparición de un área yesosa o blanca en el endosperma, siendo en todo caso las condiciones ambientales determinantes para la manifestación de éstas características indeseables.

La comparación de medias, Cuadro 11, establece que se obtuvieron los mayores índices de pilada en la cosecha a la madurez fisiológica y a los 5 días después de la misma, con 56.40 y 55.60% respectivamente; en un segundo grupo está el corte a los 10 días, con 52.13% y, con los menores índices de pilada e iguales estadísticamente, los cortes a los 15 y 20 días después de la madurez fisiológica.

Lo anterior, confirma diversos estudios que indican que la sobremaduración del grano en el campo determina que

Cuadro 11.

COMPARACION DE MEDIAS DEL INDICE DE PILADA (IP %) PARA DETERMINAR LOS MEJORES MOMENTOS DE CORTE
Centro De Produccion Cristina, 1989

Momento de Cosecha	Rendimiento de molino (%)	Agrupamiento
0 DDMF *	56.40 %	a
5 DDMF	55.60	a
10 DDMF	52.13	b
15 DDMF	46.13	c
20 DDMF	44.00	c

Comparador : Tuckey (1%) = 3.15

* DDMF = dias despues de la madurez fisiologica

Todas las medias agrupadas con la misma letra, se consideran estadisticamente iguales.

la calidad se vea afectada, ya que factores ambientales como: los cambios alternos de temperatura en el día y en la noche y las variaciones de humedad del grano causadas por la lluvia o el rocío, afectan no solamente la apariencia del grano, si no que éste se rompe fácilmente en el molino, de tal manera que el porcentaje de grano entero obtenido en el molino, se vea considerablemente disminuído, al retrasar la cosecha del grano en el campo.

Se consideró importante realizar una comparación para la interacción entre los materiales de arroz evaluados y los distintos momentos de cosecha, con el objeto de establecer en cada línea o variedad, el o los momentos de cosecha que determinan los mayores índices de pilada.

Para éste caso, se excluyó a la línea CU 4032, que presentó el más bajo rendimiento de grano entero e inferior apariencia del endosperma.

Según la prueba de medias, Cuadro 12, se establece que para la línea IG 2237, con los cortes a la madurez fisiológica y a los 5 días después de la misma, se pueden obtener los máximos rendimientos de grano entero; cosechar a los 10 y 15 días después y, menos aún, 20 días más tarde, no es conveniente.

Cuadro 12.

PRUEBA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE (IP %), PARA ESTABLECER
EL MEJOR MOMENTO DE COSECHA DE CADA LINEA Y
LA VARIEDAD DE ARROZ EVALUADAS

Centro de Produccion Cristina, 1989

Materiales De Arroz	D/ias despues de la madurez fisiológica				
	0	5	10	15	20
A G R U P A M I E N T O					
IG 2237	63.00	63.00	60.67	58.67	56.67
	a	a	ab	ab	b
IG 2213	60.67	59.67	58.67	55.67	53.00
	a	a	a	ab	b
IG 2236	55.67	55.00	55.00	49.67	44.67
	a	ab	ab	bc	c
ICTA POLOCHIC	53.33	53.33	48.33	43.00	42.67
	a	a	ab	bc	c

Comparador : DMS (1%) = 5.46

Todas las medias agrupadas con la misma letra dentro de cada linea o variedad, se consideran estadisticamente iguales.

Los mejores índices de pilada para la línea IG 2213, se obtuvieron desde la madurez fisiológica hasta los 10 días después de la misma, estableciéndose además, que ésta línea fue la más estable, por mantener su porcentaje de grano entero aún con retrasos en la cosecha.

Para la línea IG 2236, se obtuvieron los mayores índices de pilada a la madurez fisiológica y a los 5 y 10 días después de dicha madurez. No se obtuvieron índices de pilada adecuados, al cosechar después de los 15 días de la madurez fisiológica; esto fué similar también para la variedad ICTA Polochic, siendo la diferencia de que dicha variedad presentó siempre un índice de pilada inferior.

En la figura 4, se puede observar el comportamiento de los cinco materiales evaluados en cuanto a índice de pilada obtenido en diferentes momentos de cosecha; es decir la interacción de ambos factores. Se puede notar la estabilidad en diferentes momentos de cosecha de las líneas IG 2237 e IG 2213, así como la similitud de comportamiento de la línea IG 2236 con la variedad ICTA Polochic, aunque como ya se dijo, la línea fue siempre ligeramente superior en índice de pilada. También puede apreciarse el comportamiento de la línea CU 4032, de disminuir notoriamente su índice de pilada al retrasar la cosecha del grano en el campo.

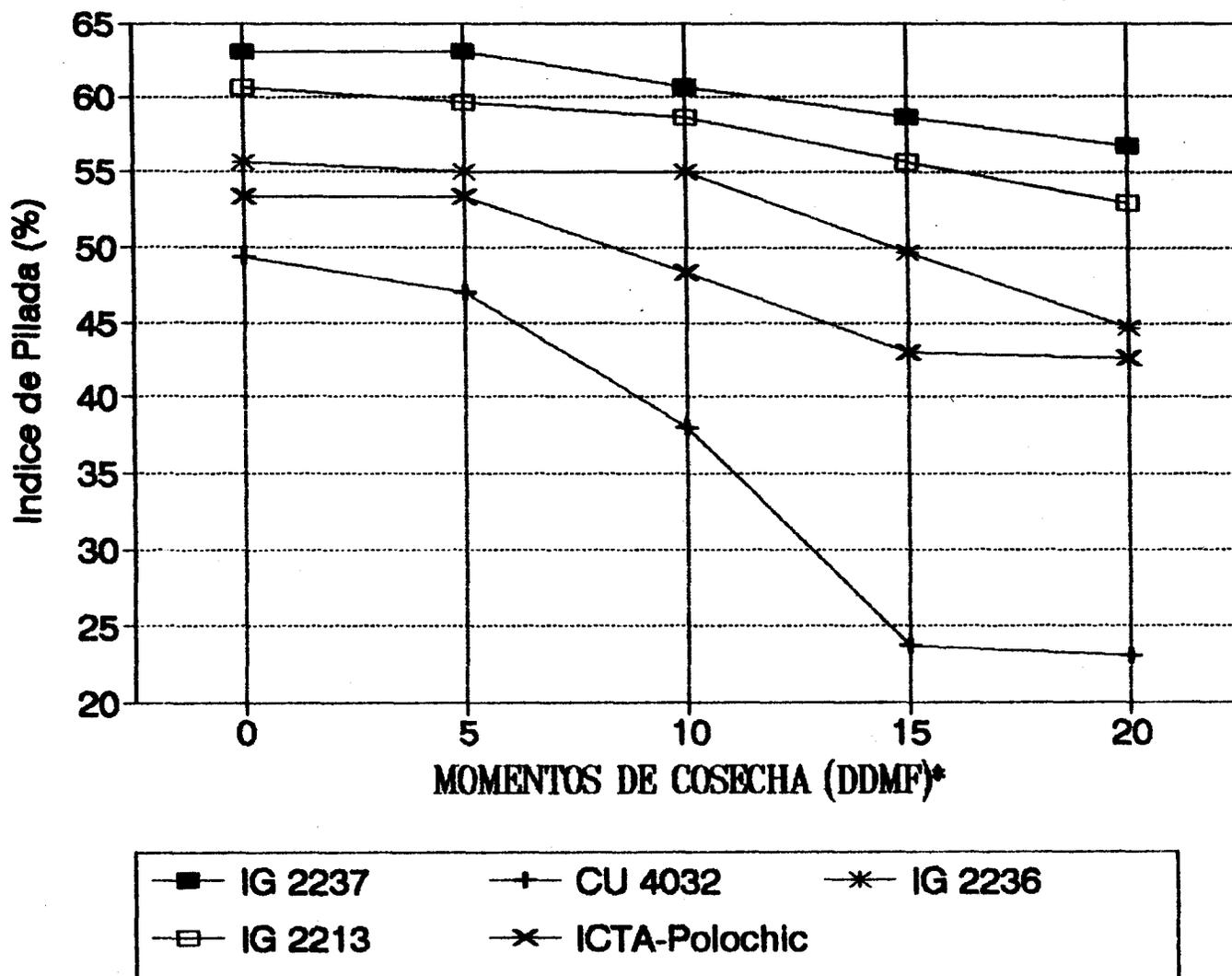


FIGURA 4.- INDICE DE PILADA (IP%), DE CINCO MATERIALES DE ARROZ, EN CINCO MOMENTOS DE COSECHA.

* DDMF = días después de la madurez fisiológica.

VII.4 Apariencia del grano molinado.

En el Cuadro 8, se presenta la calificación en promedio que cada material de arroz presentó en la apariencia del endosperma, en los distintos momentos de cosecha. Se puede notar que a medida que se retrasó la cosecha de grano en el campo, se afectó la apariencia del endosperma, ya que se incrementó la opacidad del mismo (centro blanco, panza blanca, etc.).

Se confirma con esto los resultados de diversos estudios, en el sentido de que al sobremadurar el grano en el campo, bajo condiciones ambientales adversas, se afecta la calidad molinera y se obtiene una apariencia del endosperma no deseable, ya que éste se presenta con el centro blanco o yesoso.

Las líneas que presentaron mejor apariencia al dejar sobremadurar el grano en el campo, inclusive a los 15 días después de la madurez fisiológica, superando también a la variedad ICTA Polochic, fueron: IG 2237, IG 2213 e IG 2236, en ese orden. La apariencia en general de éstos 3 materiales, fue de Muy Buena a Excelente (MB/Exc.), al cosecharse en la madurez fisiológica e incluso a los 5 días después de dicha madurez y, disminuyó a una Buena (B) apariencia al cosecharse hasta los 20 días después de la misma.

La variedad ICTA Polochic, presentó una apariencia que

fue de Buena a Muy Buena (B/MB), al cosecharse en la madurez fisiológica y, disminuyó hasta presentar una apariencia No Deseable (ND) cuando se cosechó a los 20 días de retraso.

La línea CU 4032 fue inferior a todos los materiales, inclusive desde la madurez fisiológica, empeorando su apariencia al dejar sobremadurar el grano, habiendo variado su apariencia de Muy Buena (MB) a No Deseable (ND) en los diferentes momentos de corte, lo que también indica poca estabilidad.

VII.5 Características agronómicas.

Todos los materiales se calificaron con base en el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (1), el cual se utiliza internacionalmente y es editado por el Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz (IRRI), con colaboración del Centro Internacional de Agricultura Tropical, con sedes en Filipinas y Colombia, respectivamente.

La calificación para las características agronómicas utiliza una escala general, que va de 1 a 9, en donde 1 corresponde a una expresión varietal satisfactoria o buena, la que se puede utilizar como progenitor y como variedad comercial, mientras que 9 indica una expresión desfavorable o pobre, tanto para fines de mejoramiento genético como para uso comercial.

Los promedios de las características evaluadas se presentan en el Cuadro 13, de los materiales de arroz evaluados en diferentes momentos de cosecha.

La línea IG 2236 fue la más precóz, con 87 días a floración, le siguen las líneas IG 2213 e IG 2237, con 96 y 99 días, respectivamente, siendo las más tardías la línea CU 4032 y la variedad ICTA Polochic, con 102 días a floración.

En cuanto a vigor, todos los materiales presentaron en promedio, calificación 4, por lo que se consideran como plantas vigorosas a plantas intermedias o normales.

La línea IG 2236, presentó buena excersión en todas las panículas (calificación 1), mientras que la línea IG 2237 presentó un tipo de excersión casi definida (calificación 4) y los demás materiales presentaron excersión moderada (calificación 3).

En altura, las líneas IG 2213 e IG 2236, alcanzaron un metro en promedio, por lo que se consideran como semienanas. Las más bajas fueron IG 2237 y CU 4032, con 0.83 m ambas y la variedad ICTA Polochic con 0.88 m en promedio, considerando a estos últimos 3 materiales como materiales enanos.

Cuadro 13.

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS OBSERVADAS EN 4 LINEAS AVANZADAS
Y UNA VARIEDAD DE ARROZ, EN CINCO MOMENTOS DE COSECHA
Cristina, Los Amates, Izabal, 1989

Trata- miento	Vigor	Dias flor	Excers. Panicula	Altura Planta	Senes- cencia	Acame	Acepta- bilidad
A1 C1	4.0	99	2.3	86	3.0	1.0	3.0
A1 C2	5.0	98	3.6	83	4.6	1.0	4.3
A1 C3	4.0	100	4.3	79	4.6	1.3	4.3
A1 C4	3.6	99	4.3	85	5.0	1.3	4.6
A1 C5	5.0	99	4.3	83	6.3	1.6	5.0
	4.0	99.0	4.0	83	5.0	1.0	4.0
A2 C1	4.3	102	3.3	82	3.0	1.0	4.3
A2 C2	4.0	103	3.0	84	3.0	1.0	4.3
A2 C3	4.0	102	3.0	82	3.3	1.3	5.3
A2 C4	4.6	102	3.3	85	4.0	1.3	5.6
A2 C5	4.3	101	3.3	83	7.3	1.6	6.3
	4.0	102	3.0	83	4.0	1.0	5.0
A3 C1	3.6	88	1.0	100	3.0	1.0	3.0
A3 C2	3.3	88	1.3	101	3.0	1.0	3.0
A3 C3	4.0	87	1.6	102	3.3	1.3	3.6
A3 C4	4.3	86	1.6	102	4.6	1.6	4.0
A3 C5	3.6	87	1.3	101	5.0	1.6	4.3
	4.0	87	1.0	101	4.0	1.0	4.0
A4 C1	4.0	97	2.6	103	2.3	1.0	3.0
A4 C2	3.6	96	2.3	97	3.0	1.0	3.0
A4 C3	4.0	97	3.6	101	6.6	1.3	5.0
A4 C4	4.0	96	3.6	96	7.0	1.6	5.3
A4 C5	4.0	98	4.3	96	7.6	2.0	5.6
	4.0	97	3.0	99	5.0	1.0	4.0
A5 C1	4.0	101	2.3	89	3.0	1.0	3.0
A5 C2	3.6	103	3.6	90	5.0	1.6	5.0
A5 C3	4.0	102	3.0	87	6.3	2.6	6.3
A5 C4	5.0	103	4.0	88	6.6	3.0	6.3
A5 C5	4.0	102	3.6	88	8.3	3.3	7.3
	4.0	102	3.0	88	6.0	2.0	6.0

En cuanto a senescencia, las líneas IG 2237 e IG 2213, presentaron senescencia intermedia (calificación 5), mientras que la variedad ICTA Polochic presentó un tipo de senescencia que varió de intermedia a temprana (calificación 6). Las líneas IG 2236 y CU 4032 presentaron senescencia moderadamente lenta e intermedia (calificación 4).

La variedad ICTA Polochic presentó mayor tendencia al acame (calificación 2), mientras que los demás materiales no presentaron acame, por lo que se considera que tienen tallos fuertes (calificación 1).

Las líneas IG 2236, IG 2213 e IG 2237, presentaron de buena a regular aceptabilidad fenotípica (calificación 4), mientras que la línea CU 4032 y la variedad ICTA Polochic, presentaron regular aceptabilidad fenotípica (calificaciones 5 y 6), respectivamente.

VII.6 Medición de daños por enfermedades.

Como se mencionó anteriormente, las enfermedades se calificaron con base en el Sistema de Evaluación Estandar para Arroz (1), el cual utiliza una escala de 0 a 9, donde 0 corresponde a plantas sin ningún daño por patógenos y 9 corresponde a plantas muy susceptibles o con mucho daño.

En el cuadro 14, se presenta la reacción de los

materiales evaluados con relación a las enfermedades prevalentes en el área experimental.

Con relación al daño por Pyricularia oryzae en el follaje (B1), la línea IG 2237 presentó de 5 a 6% de daño (calificación 4), mientras que CU 4032 e ICTA Polochic presentaron de 1 a 5% de daño (calificación 3); los demás materiales se consideran resistentes a P. oryzae en el follaje (calificación 0) .

El daño de P. oryzae al cuello de la panícula (NB1), fue mayor en la línea CU 4032, que presentó de 6 a 25% de daño en el eje o base de las panículas, siguiendole la línea IG 2213 e ICTA Polochic con 1 a 3% de daño en ramificaciones secundarias. Como materiales altamente resistentes, con 1% de daño en la panícula, se comportaron las líneas IG 2236 e IG 2237 (calificación 1).

Con relación a escaldado de la hoja (LSc), causada por Rhynchosporium oryzae, la línea IG 2236 y la variedad ICTA Polochic, presentaron de 1 a 5% de lesiones apicales (calificación 3), mientras que los demás materiales se comportaron como altamente tolerantes, presentando 1% de daño apical (calificación 3).

La variedad ICTA Polochic y las líneas CU 4032 e IG 2237, presentaron susceptibilidad a Helminthosporium

Cuadro 14.

INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ENFERMEDADES OBSERVADAS EN 4 LINEAS
 AVANZADAS Y UNA VARIEDAD DE ARROZ EN CINCO MOMENTOS DE COSECHA
 Cristina, Los Amates, Izabal, 1989

Trata- miento	B1	NB1	LSc	BS	FSm	GID
A1 C1	4.6	1.0	1.0	2.3	0.3	1.3
A1 C2	4.3	1.0	1.0	2.3	0.3	1.6
A1 C3	4.3	1.0	1.0	2.3	0.3	2.6
A1 C4	4.3	1.0	1.6	2.3	0.0	3.0
A1 C5	4.0	1.0	1.6	2.3	0.3	3.0
	4.0	1.0	1.0	2.0	0.0	2.0
A2 C1	3.0	5.0	1.0	3.0	1.0	3.0
A2 C2	2.3	4.3	1.0	1.0	1.0	3.0
A2 C3	3.0	5.0	1.0	3.0	1.0	3.3
A2 C4	2.6	5.0	1.0	2.6	1.0	4.0
A2 C5	3.0	5.0	1.0	3.0	0.6	6.3
	3.0	5.0	1.0	3.0	1.0	4.0
A3 C1	0.0	1.0	2.3	1.0	0.3	1.0
A3 C2	0.0	1.0	3.0	1.0	0.3	1.0
A3 C3	0.0	1.0	3.0	1.0	0.3	2.0
A3 C4	0.3	1.0	3.0	1.0	0.6	2.6
A3 C5	0.3	1.0	2.6	1.0	0.3	3.3
	0.0	1.0	3.0	1.0	0.0	2.0
A4 C1	0.3	1.6	1.0	1.3	0.3	1.6
A4 C2	0.0	1.6	1.0	1.0	0.6	2.0
A4 C3	0.3	1.3	1.3	1.6	0.0	2.6
A4 C4	0.0	1.3	1.0	1.3	0.0	2.6
A4 C5	0.0	1.6	1.3	1.6	0.3	3.0
	0.0	2.0	1.0	1.0	0.0	2.0
A5 C1	2.6	1.6	3.6	4.3	0.6	2.6
A5 C2	3.3	1.6	3.0	4.3	0.6	3.6
A5 C3	3.0	1.6	3.0	3.3	0.0	4.3
A5 C4	3.3	1.3	3.0	3.3	0.3	4.6
A5 C5	3.0	1.6	3.3	3.3	0.0	5.0
	3.0	2.0	3.0	4.0	0.0	4.0

Continuación

Cuadro 14.

Referencias :

B1 = Daño por Pyricularia oryzae en el follaje

NB1 = Daño por P. oryzae. en el cuello de la panícula

LSc = Hoja blanca o escaldado de la hoja, Rhynchosporium oryzae

BS = Helminthosporiosis o mancha café, Helminthosporium oryzae

FSm = Falso carbon, por Ustilagoidea virens

GID = Grano manchado por diversos patógenos (glumas descoloridas).

oryzae (BS), con calificaciones 4, 3 y 2, respectivamente, las cuales corresponden a daño en el área foliar de 6 a 25%, de 1 a 5% y 1%, en ése orden. Las líneas IG 2236 e IG 2213, no presentaron daño por H. oryzae .

Con relación al falso carbón (FSm), incitada por Ustilagoidea virens, únicamente la línea CU 4032 presentó 1% de daño, con calificación 1.

Respecto al grano manchado por diversos patógenos (GID), tanto la línea CU 4032 como la variedad ICTA Polochic, presentaron de 6 a 25% de espiguillas con glumas descoloridas o manchadas (calificación 4), mientras que los demás materiales presentaron de 1 a 5% de granos manchados, por lo que se consideran resistentes (calificación 2).

VII. CONCLUSIONES

- 1.- A medida que se retrasó el momento de cosecha, los rendimientos de grano en el campo disminuyeron y se afectó la calidad molinera del arroz. La calidad molinera también estuvo determinada por el genotipo de cada material evaluado.
- 2.- El rendimiento de arroz en granza o palay, fue estadísticamente igual para los cinco materiales evaluados, presentando dichos materiales 3.58 tm/ha, en promedio.
- 3.- Los mayores rendimientos de arroz, en granza, se obtuvieron cuando se cosechó a la madurez fisiológica y a los 5 días después de la misma, con 4.13 y 3.98 tm/ha, respectivamente. Un rendimiento inferior se obtuvo a los 10 días después, de 3.06 tm/ha.
- 4.- Las mejores líneas en rendimiento de molino fueron : IG 2237 e IG 2236 con 68.27 y 65.53%, respectivamente; con rendimiento menor se presentaron la línea IG 2213 y la variedad ICTA Polochic con 65.07 y 64.20%, respectivamente.
- 5.- Los mayores rendimientos de molino, se obtuvieron al cosechar a la madurez fisiológica con 66.53% y en un segundo grupo los cortes a los 5 y 10 días después de

dicha madurez con 65.40 y 64.80%, en el orden citado.

- 6.- Las líneas que produjeron las mayores índices de pilada son: IG 2237 e IG 2213, con 60.40 y 57.50%, respectivamente; les siguen la línea IG 2236 y la variedad ICTA Polochic con 52.00 y 48.13%, en ése orden.
- 7.- Los índices de pilada más altos, se obtuvieron cuando se cosechó a la madurez fisiológica y 5 días después de ésta, con 56.40 y 55.60%, en su orden; les sigue el corte a los 10 días de retraso, con 53.13%. Retrasar la cosecha por más de 10 días, disminuyo considerablemente el índice de pilada.
- 8.- Las líneas IG 2237, IG 2213 e IG 2236, en ése orden, presentaron de Muy Buena a Excelente apariencia del endosperma al cosecharse de la madurez fisiológica hasta los 10 días después, disminuyendo a Buena Apariencia al cosecharse incluso 20 días después de dicha madurez. Las líneas mencionadas presentaron mejor apariencia que la variedad testigo ICTA Polochic, en los momentos de cosecha evaluados.

IX. RECOMENDACIONES

- 1.- Evaluar una vez más el rendimiento de grano, la calidad molinera y otras características de interés, de las líneas IG 2237, IG 2213 e IG 2236, en diferentes momentos de cosecha, siendo importante considerar otras localidades y épocas, en las que el cultivo del arroz sea de importancia.
- 2.- Realizar la cosecha del arroz a la madurez fisiológica, a los 5 días o inclusive 10 días después de la misma, para obtener altos rendimientos en el campo, el máximo índice de pilada y buena apariencia del endosperma al molinar el grano. Esto es cuando el contenido de humedad del grano, se encuentre entre el 20 y 27%.
- 3.- Se recomiendan como líneas promisorias para conformar una nueva variedad: IG 2237, IG 2213 e IG 2236, las que produjeron mayor rendimiento de grano en el campo y presentaron buena calidad molinera, cuidando que dichos materiales no se cosechen después de 10 días de la madurez fisiológica.

X. BIBLIOGRAFIA

1. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (Col). 1983. Sistema de evaluación estandard para arroz. Trad. por Manuel Rosero. 2 ed. Cali, Col. 61 p.
2. CHEANEY, R.L.; SANCHES A., P. 1973. Epoca de cosechar el arroz. Cali, Col., CIAT. 3 p.
3. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
4. CUEVAS P., F.; BERRIO L., E. s.f. Influence of planting date on milling performance of rice varieties under delayed harvesting. Cali, Col., CIAT. 3 p.
5. _____; HOSEIN, A. s.f. Effect of simulated rain on head rice yields of different rice varieties under delayed harvesting. Cali, Col., CIAT. 6 p.
6. GRIST, D.H. 1982. Arroz. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, D.F., Continental. 716 p.
7. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1983. Recomendaciones técnicas agropecuarias, para los departamentos de Jutiapa y Jalapa. Guatemala. p. 14-18.
8. LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. 1987. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, D.F., Trillas. 270 p.
9. MARTINEZ, C.P. 1986. Metodologías para evaluar la calidad en arroz; algunas modificaciones. Arroz en las Américas (Col.) 7 (1): 4-8.
10. ROSERO M., M. 1981. Arroz, informe del viaje de observación a América Central. Cali, Col., CIAT. 60 p.

11. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
12. STEEL R., G.D.; TORRIE, J.H. 1988. Bioestadística; principios y procedimientos. México, Mc. Graw Hill. 622 p.
13. TASCÓN J., E.; GARCÍA D., E. 1985. Arroz; investigación y producción. Cali, Col., CIAT. 696 p.
14. UNIVERSIDAD DE FILIPINAS. 1975. Cultivo del arroz; manual de producción. Trad. por Agustín Contin. México, D.F., Limusa. 426 p.



ANEXO

ANEXO XI. 1

Estructura del grano de arroz.

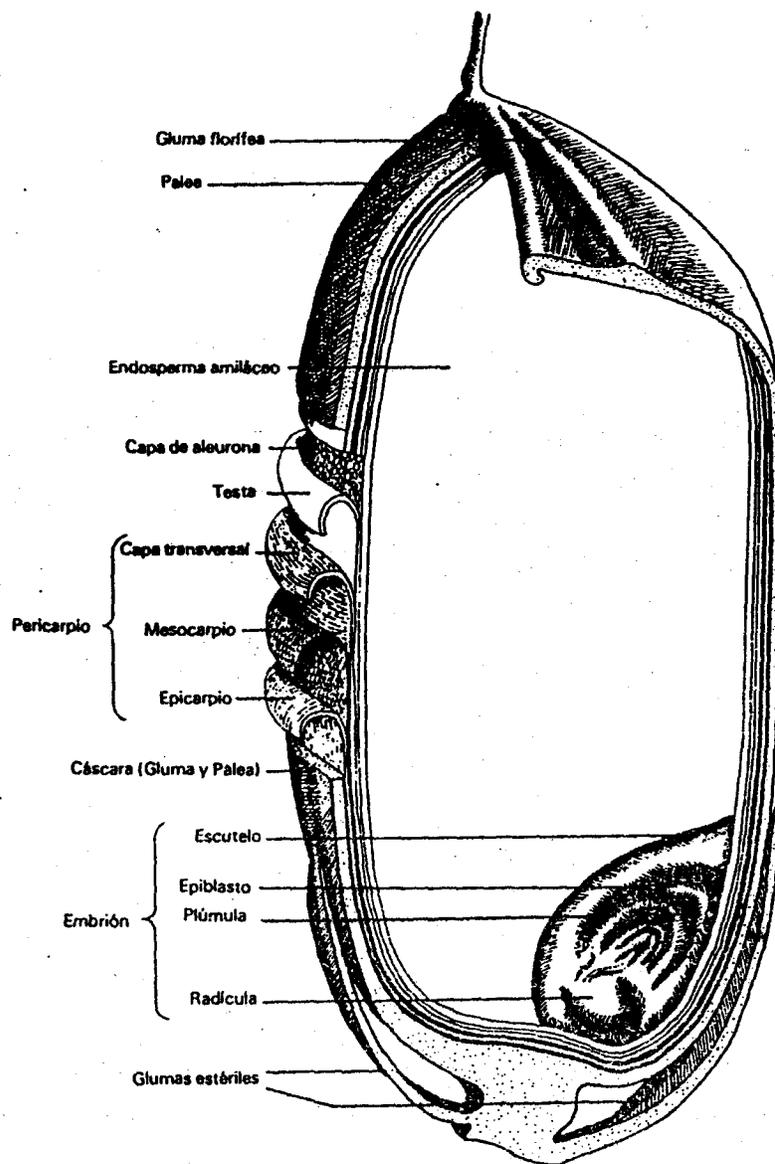


FIGURA 4.4 Estructura del grano de arroz

Tomado de : GRIST, D. H. 1982. Arroz. México, D. F., Continental, Figura 4.4 p. 116 (6)

ANEXO XI.2

APARATOS ESTANDAR QUE DETERMINAN LA CALIDAD MOLINERA DEL ARROZ

1.- El Determinador de Mermas Carter. (6)

El determinador de mermas Carter (Smith, 1955 a), que consiste en una serie de cribas y corrientes de aire, se utiliza para separar las semillas de malezas y otro material extraño del grano. una vez que el grano se ha pasado por ésta máquina se pasa a la descascaradora.

2.- La Descascaradora McGill (6)

La descascaradora McGill (Smith, 1955 b), es una máquina pequeña, que uita solo las glumas, dejando el grano con su salvado y germen intactos. Este aparato se emplea también para determinar el grado de calidad del arroz pardo (sin pulir), que se puede conseguir de una muestra de palay (grano con cáscara).

3.- El Molino de Arroz McGill (6)

Para la tercera etapa de la determinación de la calidad del palay, se utiliza el molino McGill (Smith, 1955 c), el cual quita el germen y el salvado de una manera muy semejante al descascarador de un molino comercial. El tiempo de operación se controla con exactitud.

4.- El Clasificador de Tamaños (6)

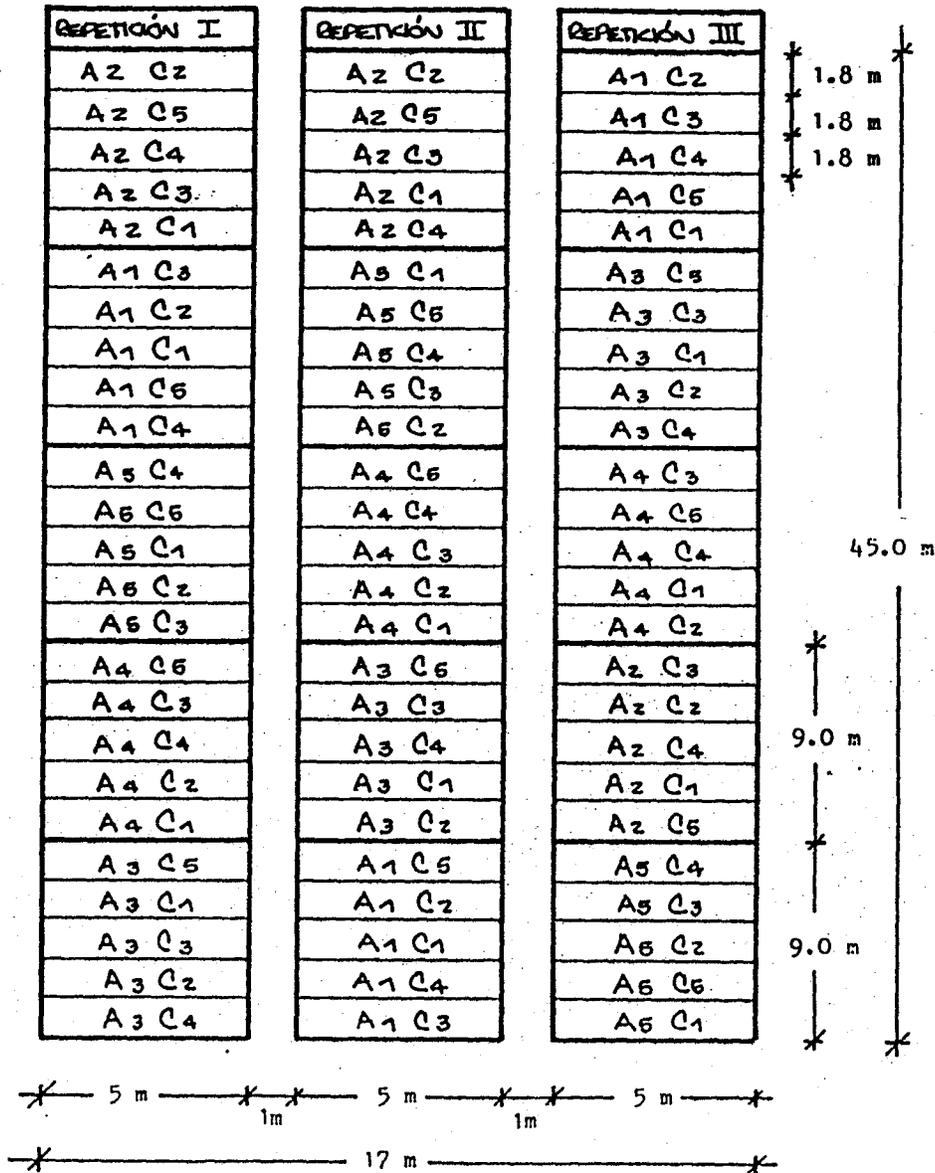
El paso final en el análisis es la determinación del grano entero (IP %) y del rendimiento total de arroz (RM %), mediante el clasificador de tamaños (Smith, 1955 d).

Las placas clasificadoras empleadas en éste aparato están construidas de tal manera que en la ranuras en las que caen los granos pardos de diferentes tamaños, son de una medida y forma que hacen posible efectuar una separación definida y uniforme por tamaños. Con esa máquina es posible determinar las cantidades de arroz para cervecería, los desperdicios de criba, el arroz quebrado y el arroz entero de una muestra.

ANEXO XI.3

DISEÑO DE CAMPO

Ensayo : "Efecto de cinco momentos de cosecha (Cn), sobre la calidad molinera de cinco materiales de arroz (An), en Cristina, Los Amates - Izabal."



ANEXO XI.4

CALENDARIO DE ACTIVIDADES

Ensayo : "Calidad molinera de cinco materiales de arroz, en cinco momentos de cosecha." Cristina, Los Amates - Izabal, 1989-90.

No.	A C T I V I D A D	F E C H A
1.-	Elaboración del proyecto	De mayo a julio 1989
2.-	Preparación del suelo :	
	- Rastreo y mullido	30 de mayo 1989
	- Surqueo y desinfestación	26 de junio 1989
3.-	Siembra del ensayo	27 de junio 1989
4.-	Primera Fertilización completa al M.S. *	27 de junio 1989
5.-	Primera aplicación de herbicida	13 de julio 1989
6.-	Segunda aplicación de N., 35-D.D.S. **	1 de agosto 1989
7.-	Segunda aplicación de herbicida	4 de agosto 1989
8.-	Primera aplicación de fungicida	9 de agosto 1989
9.-	Segunda aplicación de fungicida	17 de agosto 1989
10.-	Tercera aplicación de N., a los 65 D.D.S. **	6 de septiembre 1989
11.-	Tercera aplicación de fungicida	4 de octubre 1989
12.-	Aplicación de Insecticida	18 de octubre 1989
13.-	Cosecha (corte y trilla), de cada material en diferentes momentos.	Del 31 de octubre 1989 Al 4 de diciembre 1989
14.-	Secamiento, venteado y envasado de muestras por tratamiento	Del 2 noviembre 1989 Al 12 de diciembre 1989

- 15.- Molinado, clasificado y calificado de muestras en el laboratorio Del 9 al 12 enero 1990
- 16.- Análisis de resultados (ANDEVAS, pruebas de medias, gráficas etc) Del 15 enero 1990
Al 4 febrero 1990
- 17.- Elaboración del informe final y revisión del mismo Del 5 febrero 1990
Al 30 marzo 1990

* M.S. = momento de la siembra

** D.D.S. = días después de la siembra.



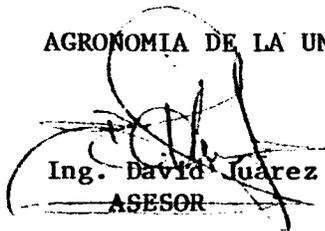
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DEL EFECTO DE CINCO MOMENTOS DE COSECHA
SOBRE LA CALIDAD MOLINERA DE CUATRO LINEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE
ARROZ (Oryza sativa L.) EN CRISTIÑA, LOS AMATES, IZABAL"

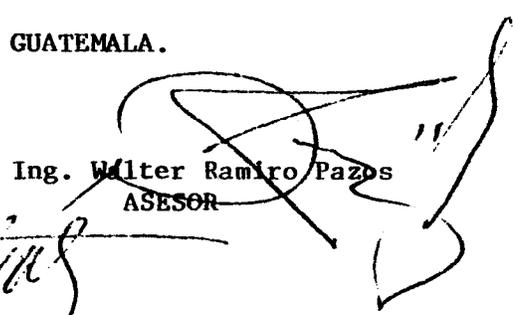
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: DAVID MAURICIO TAVICO LEGUARCA.

CARNET No. 82-10026

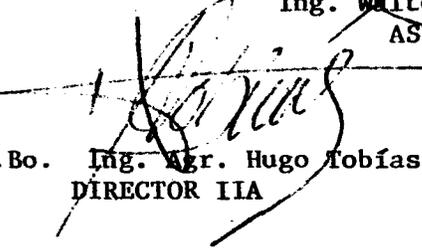
HA SIDO EVALUADA POR LOS SIGUIENTES PROFESIONALES: INGENIEROS AGRONOMOS
MARCO ESTRADA MUY Y LUIS ORTIZ.

LOS ASESORES Y AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA HACEN CONSTAR QUE
HA CUMPLIDO CON LAS NORMAS UNIVERSITARIAS Y REGLAMENTOS DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

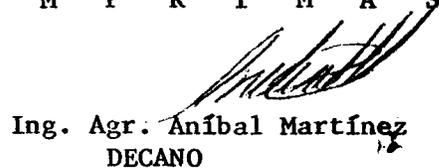

Ing. David Juárez
ASESOR


Ing. Walter Ramiro Pazos
ASESOR




Bo. Ing. Agr. Hugo Tobías
DIRECTOR IIA

I M P R I M A S E


Ing. Agr. Anibal Martínez
DECANO



HT/dydea