

## FASES DE DESARROLLO DE LA PLANTA DE ARROZ

Joaquín González Franco 1/

### 1. POLINIZACION Y FERTILIZACION

Cuando las flores del arroz están maduras, los lodiculos se hinchan y apartan las glumas, la lema y la palea.

Al abrirse permiten la elongación de los estambres que emergen de la flor abierta.

La apertura de la flor es seguida por la ruptura de las anteras permitiendo la salida de los granos de polen (esporas masculinas). Después de que el polen sale de las anteras la lema y la palea se cierran nuevamente. El paso de los granos de polen al estigma completa el proceso de polinización.

La polinización es seguida por la unión de una espóra femenina con el grano de polen (fertilización) formando el embrión diploide  $2n$ . Mientras tanto, se unen el segundo núcleo del esperma con los núcleos polares del saco embrionario produciendo el edospermo triploide  $3n$ .

Posterior a la polinización y fertilización se desarrolla la semilla o grano de arroz.

### 2. CICLO DE VIDA

El ciclo de vida se inicia con la fertilización y desarrollo del embrión en la semilla. La semilla germina, desarrolla la planta embrionaria, la plántula que luego crece y forma la planta y madura.

En los trópicos las variedades de arroz completan su ciclo de vida en un período entre 100 y 200 días, sin embargo, la gran mayoría están entre 100 y 150 días.

---

1/ Coordinador Programa de Arroz, CIAT. Apartado Aéreo 6713. Cali

### 3. ESTADOS DE CRECIMIENTO

El crecimiento de la planta de arroz se divide en cuatro fases principales algunas de las cuales, a su turno, se dividen en estados.

#### 3.1. FASE VEGETATIVA ACTIVA

Desde la germinación hasta el estado de máximo macollamiento o máximo número de tallos. Durante ésta fase la altura, el peso y número de tallos y hojas (paja) aumenta continuamente.

#### 3.2. FASE VEGETATIVA LENTA

Desde el máximo macollamiento hasta la iniciación de la panícula, primordio floral. Algunos tallos mueren y el número de ellos puede disminuir. El aumento en altura y en peso de paja continúa en forma más lenta que durante la fase activa.

Esta fase solo se encuentra en las variedades fotosensitivas y en las de período vegetativo largo

#### 3.3. FASE REPRODUCTIVA

Desde la iniciación de la panícula hasta la floración. Se desarrolla el primordio floral, la altura de la planta y el peso de la paja aumenta rápidamente.

#### 3.4. FASE DE MADURACION

Desde la floración hasta la completa maduración. El peso de la panícula la aumenta rápidamente, el peso de la paja decrece.

La "fase vegetativa" de la planta de arroz comienza en la germinación lo que se aprecia con la emersión de la radícula o del coleoptilo del embrión. Continúa con el estado de premacollamiento durante el cual se desarrollan las raíces seminales y laterales y las primeras hojas, las plántulas absorben los nutrientes del endospermo.

El estado de macollamiento se inicia cuando aparece el primer tallo o macolla de la yema axilar de uno de los nudos más bajos. El aumento en el número de tallos continúa hasta alcanzar el máximo número, luego algunos tallos mueren y el máximo decrece.

En general la fase vegetativa se divide en premacollamiento que a su turno se divide en épocas de enraizamiento macollamiento válido y macollamiento inválido.

La "fase reproductiva" puede iniciarse antes de llegar al máximo número de tallos, o cerca del período de mayor macollamiento, o poco después. Esta fase está marcada con la iniciación del primordio de la panícula de dimensiones microscópicas en el tallo principal. El desarrollo de la panícula continúa y el primordio aparece visible en pocos días como una estructura transparente de 1 a 2 mm. de largo con punta vellosa o esponjosa. (Figura 1). Luego, las espiguillas en desarrollo pueden distinguirse. El aumento de tamaño de panícula joven dentro de la vaina de la hoja superior es detectable como engrosamiento en el tallo en rápido crecimiento. Este estado llamado embuchamiento es seguido por la emersión de la panícula de la vaina de la hoja bandera comúnmente llamado que parío.

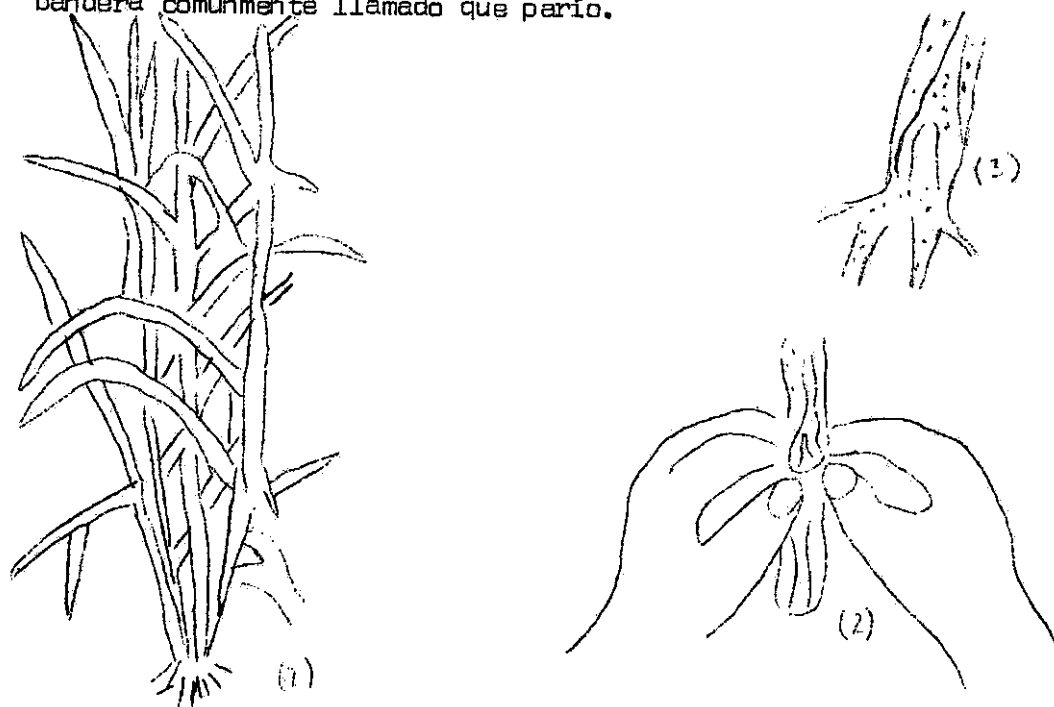


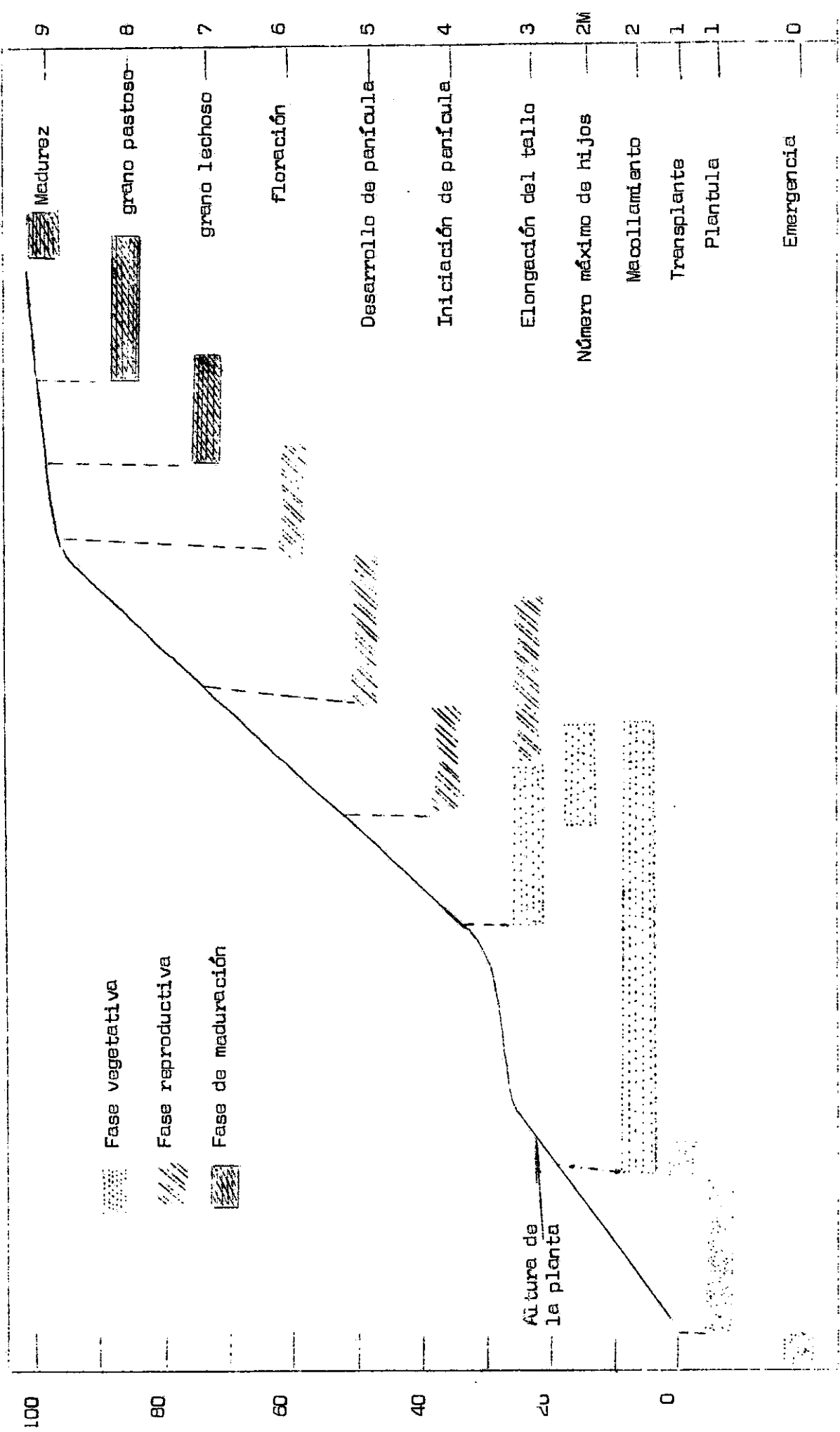
Figura 1. (1) Disercción del tallo para determinar el desarrollo de la panícula. A partir de los 60 o 70 días después de humedecida la semilla de las variedades no fotoperiódicas de 130 días, inicie la búsqueda del primordio foliar. (2) Corte el tallo por la base, en la unión de raíces y tallos luego con una cuchilla afilada taje el tallo a lo largo de abajo hacia arriba y ábralo. (3) Si la panícula ha iniciado su desarrollo observará el crecimiento inicial.

Figura 1.

ALTURA DE LA PLANTA A TRAVES DE LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO

Estado No.

Altura de la planta (cm)



La separación entre las fases vegetativas y reproductivas puede presentar tres aspectos: 1) Superposición: el primordio floral se diferencia antes del máximo macollamiento. 2) Coincidencia, el máximo macollamiento y la aparición del primordio coinciden y 3) Segregación: la panícula se diferencia tiempo después del máximo macollamiento.

La floración comienza con la salida de la primera antera dehiciente en la espiguilla terminal en una rama de la panícula, seguida, por la polinización y fertilización ya descrita. El desarrollo del huevo fertilizado y del endospermo se hacen visibles pocos días después de la fertilización. El desarrollo del grano es un proceso continuo, los términos usados para describir a los estados del grano son: en leche, pasta, inmaduro, anaranjado y maduro. Los granos individuales están maduros cuando la cariopside llega a su completo desarrollo en tamaño y dureza y no tiene tintes verdes.

A medida que los granos maduran las hojas van tomando su color a amarillo en forma ascendente aún cuando, algunas variedades conservan su color verde aún en la completa madurez del grano.

Sobre maduración. La paja muere y los granos sobremaduros se desprenden fácilmente de la panícula. La cariopside puede romperse dentro de la lema y la palea bajando los resultados de granos enteros en el proceso de molinería.

De plantas cosechadas pueden crecer nuevos tallos si las condiciones son favorables, la nueva cosecha es llamada Soca.

#### 4. DURACION DE LAS FASES

La duración de cada una de las fases de la planta puede variar. "La fase vegetativa activa" no presenta mucha variación, es más o menos constante en diferentes variedades, los cambios por temperaturas diferentes son pocos.

"La fase reproductiva" desde la iniciación de la panícula primordio floral hasta la floración, es más o menos constante en diferentes variedades, lo mismo, que, "la fase de la maduración" cuyos cambios son pocos aún cuando es poco más larga a temperaturas más bajas.

Las diferencias en el período total, desde la germinación hasta la maduración, se debe principalmente a "la fase vegetativa lenta" ella es más larga cuando el periodo total de la planta es más largo. Con períodos totales menores de 130 días prácticamente "la vegetativa lenta" no existe. Las fases "vegetativa activa" y la "reproductiva" se cruzan, la iniciación de la panícula ocurre antes del máximo macollamiento aún-

cuando lo más usual es que el primordio aparezca después del máximo número de tallos.

La iniciación del primordio de la panícula es una función de la longitud del día y en menor proporción de la temperatura. Por tanto, en variedades sensitivas al fotoperíodo la duración de "la fase vegetativa lenta" fluctúa con la duración del día y un poco menos con la temperatura (Figura 2).

#### 4.1. DURACION APROXIMADA EN DIAS DE LAS FASES DE CRECIMIENTO

- 4.1.1 Fase vegetativa activa: entre 25 a 65 días para la mayoría de las variedades.
- 4.1.2. Fase vegetativa lenta: Es muy variable de acuerdo al fotoperíodo (desde la vegetativa activa hasta la iniciación de la panícula)
- 4.1.3. Fase reproductiva: Cerca de 35 días según la variedad. (desde la iniciación de la panícula hasta la floración)
- 4.1.4. Fase maduración: de 25 a 35 días de acuerdo a la variedad y humedad del suelo (desde la floración hasta maduración)

#### 5. FASE DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO

El rendimiento en grano de la planta de arroz es función de tres componentes:

Número de panículas por planta o por área  
 Número de espiguillas llenas por panícula y  
 Peso promedio de los granos.

El número de panículas por planta es determinado durante la fase vegetativa.

El número de espiguillas por panícula es determinado durante la fase reproductiva.

El peso de los granos es determinado durante la fase de maduración

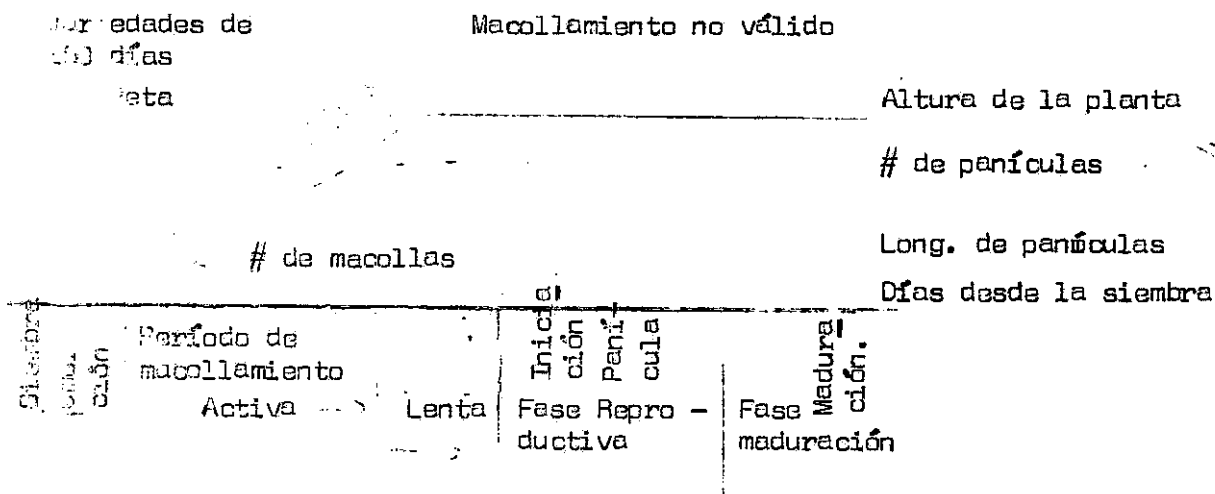
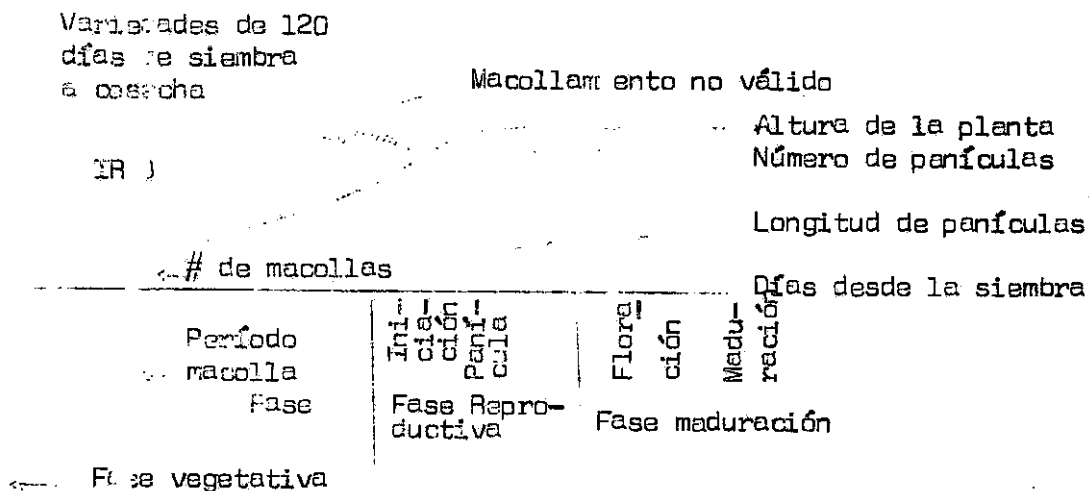
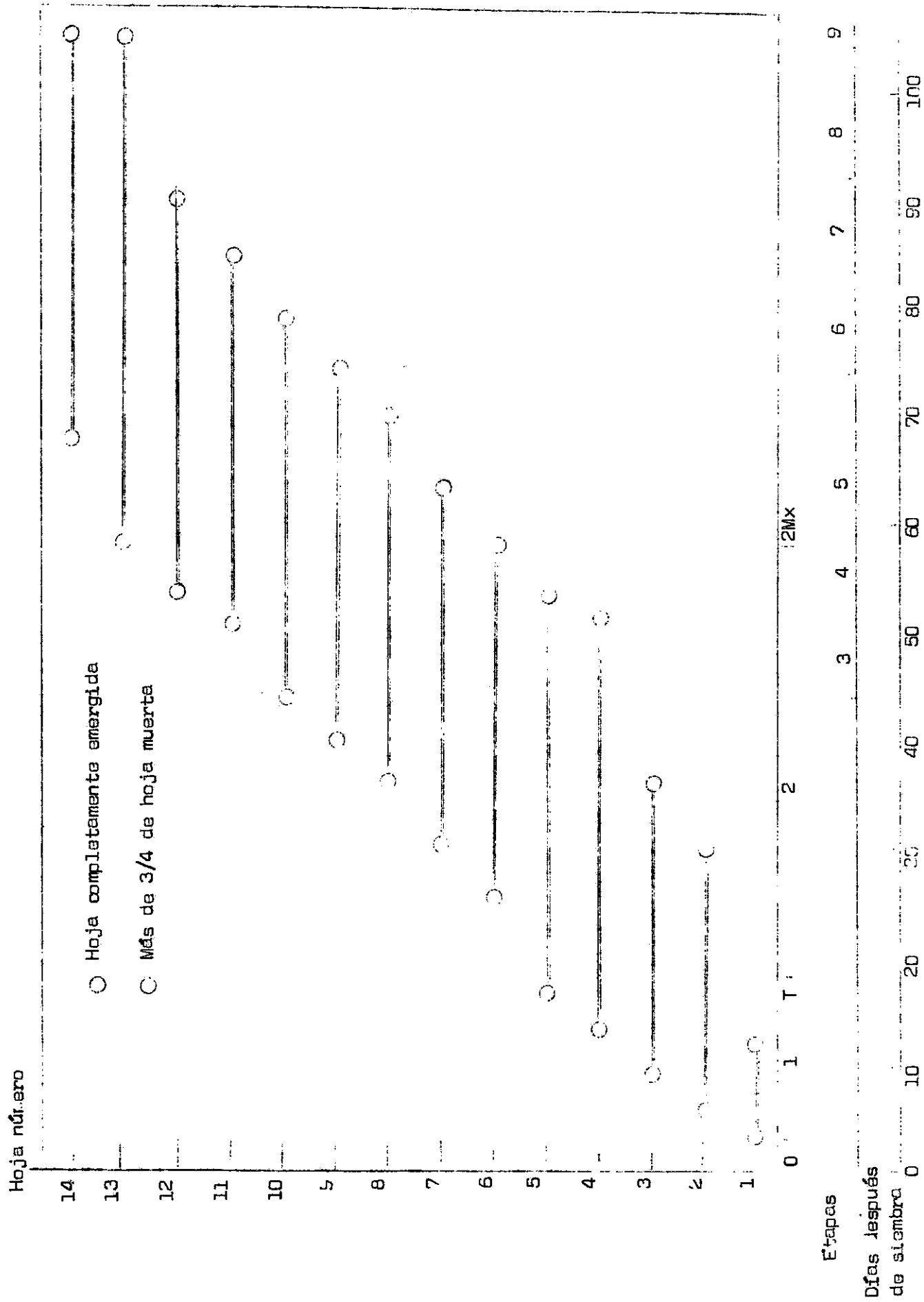


Figura 2. Los dos diagramas ilustraran el desarrollo de una variedad de periodo de siembra a maduración de 130 días (IR 8) comparándolo con una de 150 días (peta). La duración de las "Fases reproductiva y maduración" es más o menos constante entre 25 y 35 días para las dos variedades descritas. La longitud o duración de la "Fase vegetativa lenta" depende de la sensibilidad al periodo que tenga la variedad.

Figura 2. DESARROLLO DE LAS HOJAS EN IR 36.



Etapas

Días después de siembra

Variedades con períodos de crecimiento muy cortos, cercanos a los 100 días, bajo condiciones normales de cultivo, no permiten la producción de suficiente área foliar y de gran número de panículas. El área foliar adecuada es necesaria para la asimilación de productos requeridos para el alto número de espiguillas por panícula.

Una larga fase vegetativa resulta en un gran número de tallos, aún cuando, falta de suministro adecuado de nutrientes o de espacio limita el número de tallos que formen panícula.

El número de espiguillas por panículas depende de la actividad de la planta, durante la "fase reproductiva", y está en relación directa positiva con el contenido de nitrógeno en la planta durante esta fase. La actividad fotosintética en la "fase reproductiva" también controla el número de espiguillas por panícula.

Plantas, bajo condiciones normales y bien balanceadas en el suministro de nitrógeno en cada fase de crecimiento dan altos rendimientos. Amplia área foliar y adecuado contenido de nitrógeno producen abundantes carbohidratos en las "fases de reproducción y maduración".

Los almidones del grano de arroz proceden de dos fuentes a) Los productos asimilados antes de la floración que son acumulados en los tejidos de los nudos y hojas y más tarde transformados en azúcares y translocados a los granos, y b) los asimilados, producidos durante la fase de maduración. Los almidones provenientes de la primera fuente (a) - son llamados "acumulados". Variedades de corto período de vida tienen menor proporción de "acumulados" que las de larga duración. A mayores niveles de nitrógeno, la proporción de almidones "acumulados" es menor que a bajos niveles.

A medida que las plantas crecen absorben nutrientes bajando el nivel - contenido en el suelo, por ello, pueden mostrar síntomas de deficiencia siendo especial el caso del nitrógeno (Figura 3).

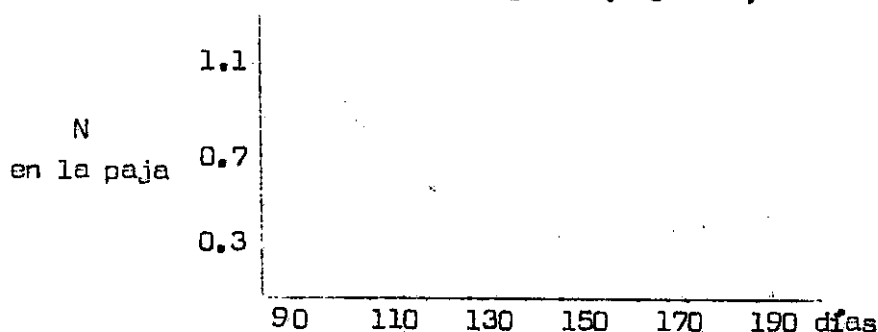


Figura 3. Relación entre duración del crecimiento y contenido del nitrógeno en la paja a la cosecha.

Las hojas y tallos (paja) son el producto del crecimiento durante la fase vegetativa, el grano es el producto del crecimiento durante las "Fases reproductiva y maduración".

La intensidad del crecimiento decrece de cierto tiempo y es menos activo en los últimos estados del ciclo, la relación panícula-paja decrece a medida como se alarga el período de crecimiento (Figura 4).

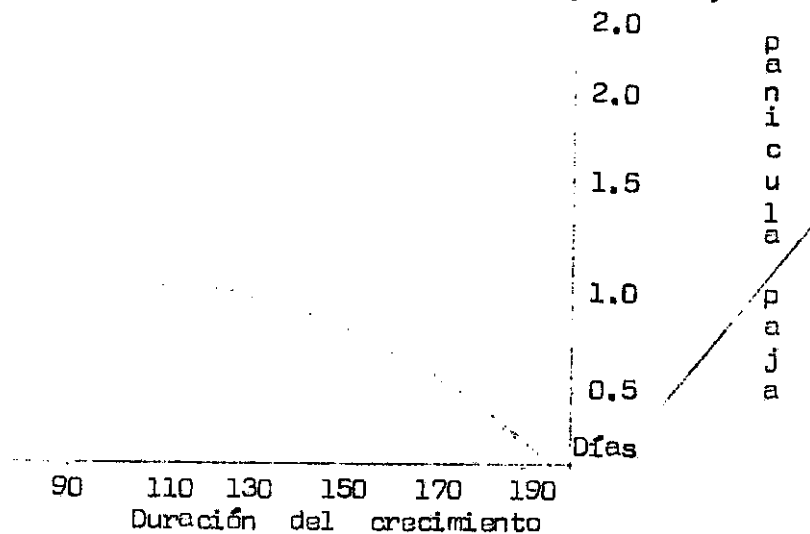


Figura 4. Relación entre la longitud del período de crecimiento y la tasa panícula-paja.

El rendimiento en grano aumenta a períodos vegetativos más prolongados hasta llegar a la duración óptima causada por un aumento del peso total de la planta.

## 6. REACCION DE LA PLANTA AL FOTOPERIODO

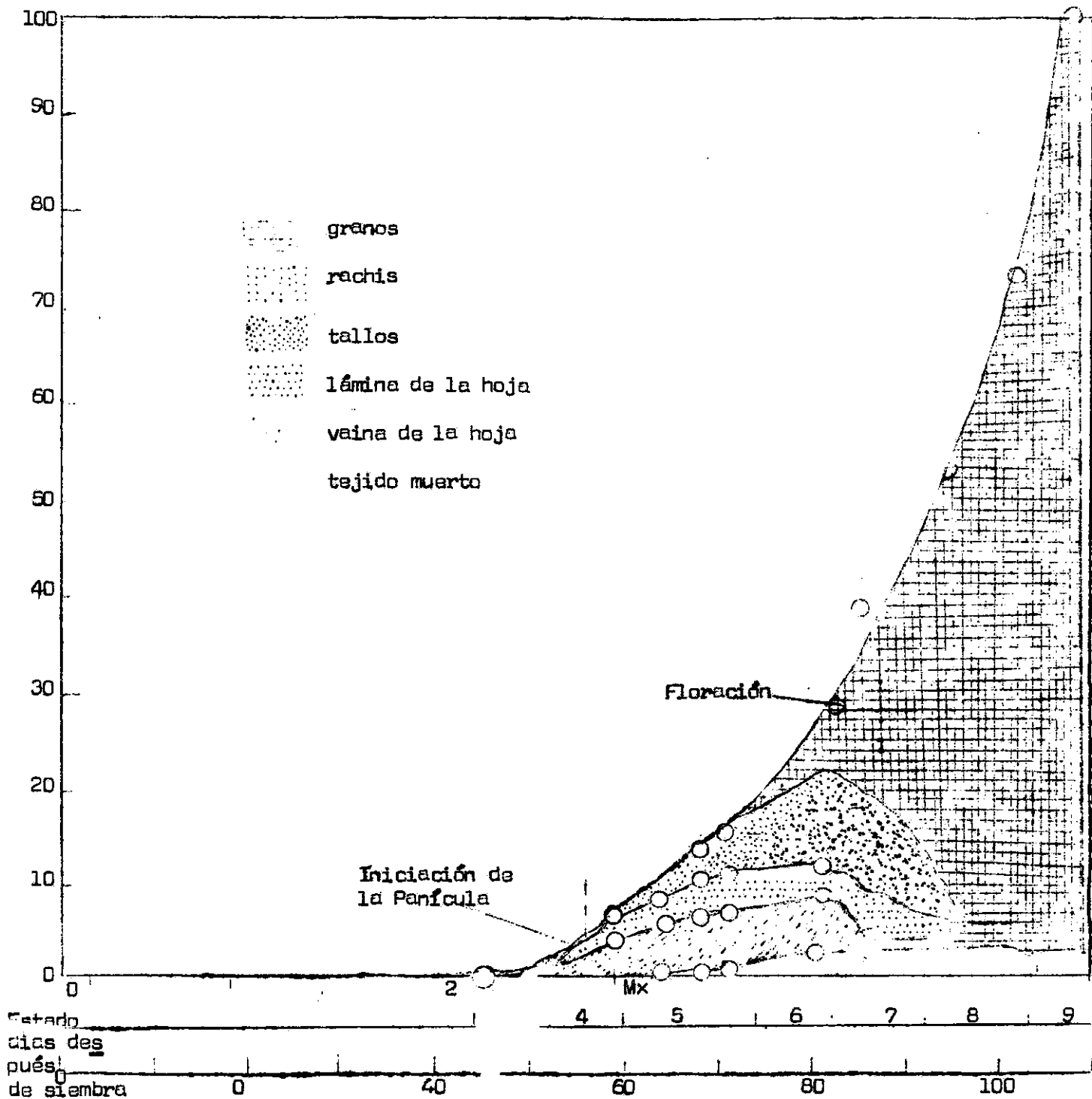
El arroz es considerado como planta de días cortos por causa que en días de pocas horas luz disminuye el período de crecimiento, siendo reacción similar en todas las variedades pero cambiando el grado de sensibilidad.

La nutrición mineral, la temperatura atmosférica, la temperatura del agua de riego y la humedad atmosférica pueden afectar el tiempo de la emersión de la panícula.

De las fases de crecimiento la "vegetativa lenta" es probablemente la más sensible al fotoperíodo. La extensión de la fase es menor en

Figura 7. ACUMULACION DE CARBOHIDRATOS EN LAS DIFERENTES PARTES DE LA PLANTA A TRAVES DE LOS ESTADOS DE CRECIMIENTO.

% del contenido total de carbohidratos



las variedades debilmente sensibles y de mayor longitud en las más sensibles al fotoperíodo (Figura 5).

#### NO FOTSENSITIVA

A  Vegetativa  Reproductiva  Maduración

B

#### ALTAMENTE FOTSENSITIVA

A

B  Vegetativa  Vegetativa  Reproductiva  Maduración

A Regiones con días de 10 horas luz

B Regiones con días de 13 horas luz

### 7. LONGITUD DEL DÍA Y FLORACION

La duración del crecimiento está influenciada fuertemente por el largo del día durante la época de desarrollo y es diferente de una a otra variedad.

La duración del período de luz durante el día influye en el período de vida de la planta en dos formas: 1) alta intensidad luminosa afecta la producción de carbohidratos (fotosíntesis) y 2) duración del período de luz, longitud del día, afecta el desarrollo de la planta (fotoperíodo).

La variedad Raminad Str. 3 en los Baños Filipinas cuando fué sembrada en enero maduró en 346 días y sembrada en noviembre en 142 días, ésta apreciable diferencia es debida a la duración del día en la época de crecimiento. En los Baños las horas luz fluctúan desde 11 hasta 13 horas.

Las variedades en que el tiempo del ciclo de vida es muy afectado por la longitud del día se denominan "sensibles al fotoperíodo" y sólo deben ser sembradas en ciertos meses: en los países donde las horas luz fluctúan según la época del año.

## 8. ETAPAS DE DESARROLLO

TABLA 1. Escala, intervalo de tiempo y características de las etapas de desarrollo del arroz, IR-36 a 25°C.

<u>Escala</u>	<u>Etapas de desarrollo.</u>	<u>Días después de la siembra.</u>	<u>Características</u>
0	Germinación emergencia	0-2	La semilla germina y emerge la primera hoja; la radícula constituye el sistema de raíces - transitorio.
1	Plántula	3-18	Cuatro a cinco hojas emergen. A los siete días empiezan a salir las raíces adventicias permanentes a partir del primer nudo.
1T	Transplante	18-21	Cuando la plántula tiene cuatro o cinco hojas completamente formadas
2	Macollamiento	16-60	Aparece el primer hijo primario seguido de otros y de secundarios y terciarios. En el tallo principal brotan hojas de la sexta a la penúltima, pero van muriendo las primeras seis.
2 Mx	Macollamiento Máximo	58-60	La planta alcanza a desarrollar hasta treinta hijos por macolla o hasta mil hijos por metro cuadrado (solo uno a tres hijos por planta en arroz de siembra directa).

<u>Escala</u>	<u>Etapa de desarrollo.</u>	<u>Días después de la siembra.</u>	<u>Características</u>
3	Elongación del tallo	44-52	El tallo hasta ahora a nivel del suelo se alarga 2-3 cm. antes del inicio de la formación de la panícula en cultivares foto-insensibles - pero se alarga considerablemente en cultivares fotosensitivos.
4	Iniciación de la panícula	51-60	El primordio de la panícula se vuelve visible al ojo, con un tamaño de 1 mm. y aspecto plumoso cónico. La 12 hoja emerge en el tallo principal y las 5 primeras se han marchitado
5	Desarrollo de la panícula	60-73	Las espiguillas se diferencian y la espiga crece dentro de la vaina de la última hoja, la que se hincha. En cultivares fotoinsensibles el tallo se alarga simultáneamente. Muec- sis ocurre a mitad de la panícula - cuando los cuellos de la última y penúltima hojas se juntan. Varios hijos se están marchitando.
6	Floración	74-84	La inflorescencia sobresale y casi enseguida se inicia la anthesis, - primero en el tercio superior de la panícula y luego los otros tercios en días sucesivos. De los treinta hijos por planta o mil por metro cuadrado, quedan 14 por planta o - cuatrocientos por metro cuadrado. Solo quedan cinco hojas en el tallo principal y en los florecidos.
7	Grano en leche	82-96	Las espiguillas fecundadas comienzan a llenarse de almidón lechoso. Los granos permanecen verdes. Al sostenerla vertical, la panícula se arquea a 90°. La 11 hoja del tallo se marchita y quedan solo 3 que producen 85% del material foto sintético que causa ganancia rápida de materia seca.

<u>Escala</u>	<u>Etapas de desarrollo.</u>	<u>Días después de la siembra.</u>	<u>Características</u>
8	Grano en masa	92-102	Los granos se llenan y su contenido es una masa suave que se endurece rápidamente. El color del grano se vuelve amarillo verdoso. Al sostenerla vertical, la panícula se arquea a 120° en el centro y 180° en la punta debido al peso de los granos. Solo las dos últimas hojas permanecen en el tallo.
9	Grano maduro	103-110	A los veinticinco o treinta días después de la floración, todos los granos han madurado y muestran color amarillo-café claro. La panícula sostenida vertical se arquea a 180°. Las 2 hojas que han quedado en cada tallo se están marchitando.
10	Cosecha	110-115	

### B I B L I O G R A F I A

- FERNANDEZ, F. 1978. Etapas de desarrollo de la planta de arroz. Serie - SE - 16- 78. CIAT. A.A. 6713 - Cali - Colombia
- GONZALEZ F.J., 1973. Fases de crecimiento de la planta de arroz en relación con la fertilización nitrogenada. Conferencia dictada en el primer seminario Técnico sobre arroz - Fedearroz - Ibagué
- ORTEGA, H.H. 1971. Interrelación entre los períodos de crecimiento vegetativo y reproductivo de la planta de arroz. Curso Arroz ICA, Universidad del Tolima, Ibagué, 190 p.
- UNIVERSITY OF THE PHILIPPINES, 1968. 1970, I.R.R.I., Rice Production. Manual. Los Baños, Laguna the Philippines.