

INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS GRANOS
EN LA COSECHA DEL ARROZ
I. EFECTO SOBRE LA PRODUCCION DE GRANOS

Víctor Montenegro Gálvez ** Sylvio Starling Brandao ***
José Domingo Galvao *** Alcides Dos Reis Conde ****

I.— INTRODUCCION

Se ha encontrado que varios son los factores que se encuentran afectando la producción de granos en el cultivo del arroz. Entre estos se puede considerar como de especial importancia la época de cosecha.

Cuando el arroz es cogido muy temprano, los granos poseen un alto tenor de humedad y la producción podrá ser seriamente afectada, tanto por el alto porcentaje de espiguillas vacías como por la gran cantidad de granos que no llegan a completar su desenvolvimiento normal.

Cuando se espera mucho tiempo para hacer la cosecha, y la humedad de los granos decrece demasiado, el resultado se refleja en pérdidas por desgrane, siendo que el cultivo se convierte en hospede-ro de ratones, pájaros, insectos y otras plagas (9).

El presente estudio tiene como objetivo principal determinar la mejor época de cosecha, teniendo como base el tenor de humedad de los granos, para obtener la mejor producción de granos.

* Parcial del trabajo de Tesis, para optar al título de "M.Sc. en Fitotecnia", del primer autor.

** Prof. Asistente, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

*** Profesores Catedráticos de Agricultura General, Universidad Federal de Vicosa, MG, Brasil.

**** Profesor Catedrático de Estadística, Universidad Federal de Vicosa. MG. Bra-sil.

II.— REVISION DE LITERATURA

Cuando el arroz es cogido pocos días después del apareamiento de la panícula, comentan NANGJU y DE DATTA (7) y los granos están apenas pasando del estado lechoso para el pastoso, éstos aún no completaron su desarrollo, y la mayoría se encuentran verdes o parcialmente llenos. Si la cosecha se hace en esta época, la producción de granos se encontrará seriamente perjudicada. A medida que se coge más tardíamente, la producción de granos aumenta hasta alcanzar valores máximos, cayendo luego con menores tenores de humedad.

MALABUYOC et al (4), en las Filipinas, trabajando en las dos estaciones del año (seca y húmeda), con 6 variedades de arroz en la estación húmeda y 3 en la seca y 4 fechas de cosecha —20, 25, 30 y 35 después de la formación de la panícula—, no encontraron diferencias significativas en la producción de granos, entre las fechas de cosecha en la estación húmeda, sin embargo, el mayor rendimiento fue obtenido, cuando la cosecha se hizo 30 días después de la espigación correspondiente a un 19% de humedad en los granos. En la estación seca encontraron diferencias significativas para las fechas de cosecha, obteniendo el mejor rendimiento medio en la cosecha realizada 35 días después de la espigación, que correspondía a un 12,8% de humedad en los granos.

Los resultados obtenidos por NANGJU y DE DATTA (7), también en las Filipinas, para cuatro variedades de arroz, en las estaciones seca y húmeda, mostraron que, en las dos estaciones el rendimiento de granos en las cosechas con altos porcentajes de humedad fue bajo. La producción máxima de granos fue obtenida cuando la humedad de los granos en la cosecha se encontraba entre 18 y 23%, y la mínima cuando la humedad era de 35%.

MORSE et al (6), en California, investigando el efecto de la humedad de los granos en la cosecha, sobre la producción, rendimiento en el beneficio y calidad de los granos beneficiados, verificaron que la producción de granos aumentaba, apreciablemente, desde la cosecha con una humedad de 42,6%, hasta que ésta alcanzaba el tenor de 31,5%. Enseguida y hasta 18,9%, los incrementos fueron pequeños y de este punto para abajo no hubo aumento de producción.

OELKE et al (8), en trabajo realizado en California utilizando la variedad de arroz "Caloro", encontraron que la producción de granos por unidad de área aumentaba rápidamente a medida que el contenido de humedad de los granos en la cosecha, decrecía de 43 a 31%, continuando con un ligero aumento entre 31 y 19% y permaneciendo constante, la producción, de allí en adelante.

III.— MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue realizado en el año agrícola 1970-1971, en la Escuela Superior de Agricultura de la Universidad Federal de Vicosa, en un suelo aluvial de terraza antigua, de textura franco arcillosa.

Las principales características climáticas de Vicosa pueden ser vistas en BRANDAO et al (1), de acuerdo con estudio realizado por MEMORIA (5). La distribución pluviométrica, en el período de cosecha, se encuentra en la Figura 1.

El suelo fue, inicialmente, arado a una profundidad de 18 - 20 cms. y en seguida rastrillado. La variedad de arroz utilizada fue la "I. A. C. . 1246", de granos largos y período vegetativo medio (140-145 días). Antes de la siembra, el terreno fue fertilizado con 60 Kgr./Ha. de P_2O_5 , en la forma de superfosfato simple, 40 Kgr./Ha. de K_2O , en la forma de cloruro de potasio y 20 Kgr./Ha. de N, en la forma de sulfato de amonio, aplicados en el surco, al momento de la siembra.

La distancia entre hileras fue de 50 cms. y la densidad de 3,5 gr. de semillas, por metro lineal de surco. Para control del sífilo (*Hansiniella* Sp.), fue aplicado, en el surco de plantío, 1 Kgr./Ha. de Parathion.

La siembra se llevó a cabo el día 6 de Noviembre de 1970. La primera deshierba se realizó el 22 del mismo mes, la segunda el 9 de Diciembre y la última el 22 de Diciembre.

La cosecha se inició el día 20 de Marzo de 1971, cuando las panículas contenían aún granos en estado lechoso, prolongándose hasta el 29 de Abril del mismo año. La cosecha fue manual, de dos en dos días, recogándose únicamente las panículas.

Inmediatamente después de cada cosecha, la humedad de los granos era determinada por el método de destilación fraccionada, utilizando el aparato BROWN-DUVEL, de acuerdo con las normas de la American Association of Cereal Chemists (3). La parte restante de cada muestra se sometió separadamente, al secado, a la sombra, hasta alcanzar 13-14% de humedad.

El delineamiento utilizado fue el enteramente al azar. El número de muestras, tomadas al azar, en cada cosecha fue de seis, siendo cada una de ellas constituida por los granos de una hilera de planta, de 5 m. de largo. Al final se obtuvieron 126 muestras, provenientes de 21 cosechas.

Del total de muestras tomadas en el campo se separaron ocho grupos, con diferencias entre ellos de 2 a 3,9% de humedad y que

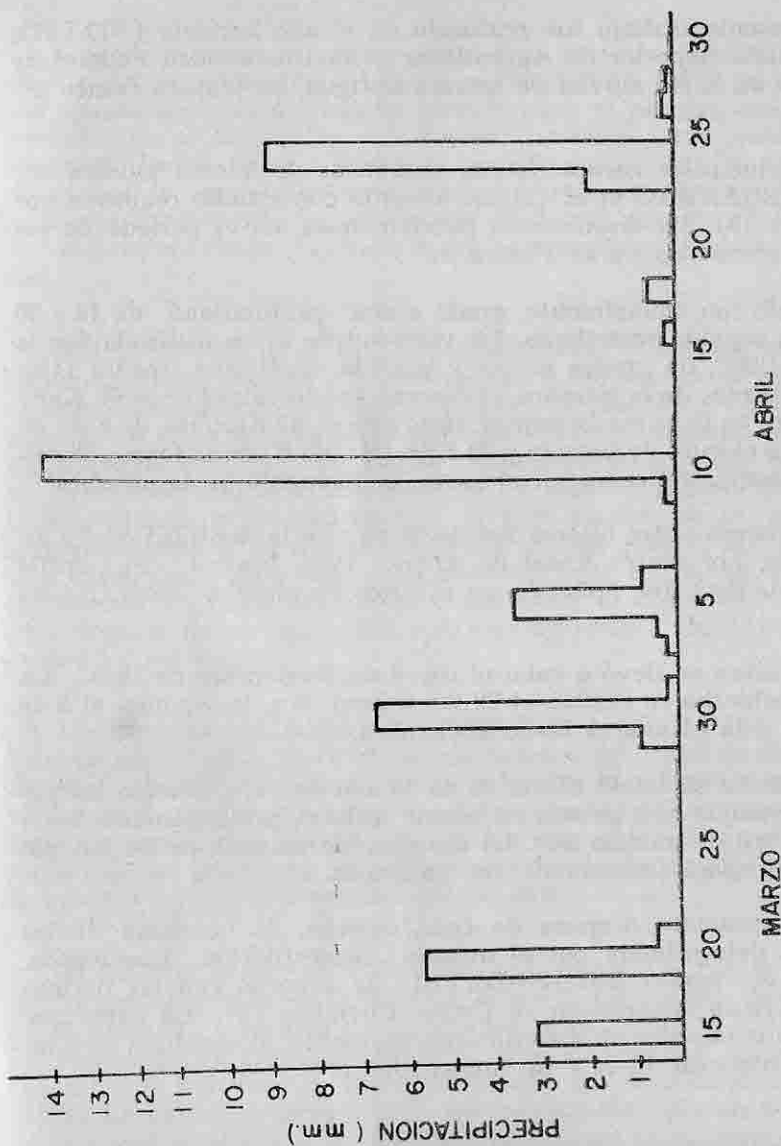


Fig. - 1 - Distribución diaria de lluvias, del 15 de Marzo al 30 de Abril de 1971, en Vicosá, MG.

pasaron a ser los tratamientos. Cada tratamiento quedó constituido de 3 muestras, con diferencia máxima de 0,5% de humedad entre sí, y que pasaron a ser las repeticiones. La humedad de los granos en los tratamientos varió entre 15,2 a 35,7% en la cosecha.

Después de secas, las muestras se pesaron y se sometieron a soplado, utilizando para ello una máquina separadora neumática de marca "Elexo", regulada a 75 vibraciones en el dial. Después de sopladas las muestras se pesaron nuevamente y, por diferencia, se obtuvo el peso de las espiguillas vacías.

Para la determinación del peso medio de los granos, se utilizaron muestras de 100 granos, con cáscara, obtenidas con la ayuda de homogenizador "Precisión Divider".

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de variancia y de regresión, usándose el programa 1130-CA 06X de la IBM (2).

IV. — RESULTADOS Y DISCUSION

Las producciones medias de granos, los porcentajes de espiguillas vacías y los pesos medicos de 100 granos, correspondientes a los diferentes tenores de humedad en la cosecha, están contenidos en la Tabla I.

— T A B L A I —

Producciones Medias de Granos, Porcentajes Medios de Espiguillas vacías y Pesos Medicos de 100 granos, Obtenidos en los Diferentes Tenores de Humedad.

Tenores de Humedad	Producción de Granos	Espiguillas Vacías	Peso de 100 Granos
%	Kgr. /Ha.	%	gr.
35,7	1.653,73	7,57	2,23
32,7	2.181,06	3,81	2,66
28,8	2.379,46	2,73	2,88
25,0	2.403,06	2,48	3,12
22,0	2.653,06	2,54	3,18
20,0	2.321,73	2,61	3,16
17,5	2.168,26	2,45	3,08
15,2	2.104,66	2,10	3,07
C.V. en %	14,46	13,85	2,91

El análisis de variancia de los datos obtenidos (Tabla II) reveló diferencias significativas entre los tratamientos para la producción de granos, y altamente significativos para el porcentaje de espiguillas vacías, en la cosecha, y para el peso de 100 granos.

— T A B L A II —

Resumen del Análisis de Variancia de la Producción de Granos, Porcentajes de Espiguillas Vacías y Peso de 100 granos, en los Diferentes Tenores de Humedad.

F. V.	G. L.	Cuadrado Medio		
		Producción de Granos	Espiguillas Vacías	Peso de 100 Granos
Tratamientos	7	254.404,0*	9,74447 **	0,3243 **
Error	16	104.411,0	6,20763	6,0072

* Valor significativo, al nivel de 5% de probabilidad.

** Valor significativo, al nivel de 1% probabilidad.

1. Producción de Granos.

El análisis de variancia de la regresión (Tabla III) mostró ser altamente significativo el efecto cuadrático del tenor de humedad de los granos, en el momento del corte, sobre la producción de granos. Tomando como base el análisis de variancia y el valor de coeficiente de determinación — $R^2 = 87,64$ — se admitió que, en las condiciones del presente estudio, una ecuación de 2º grado puede explicar el efecto del tenor de humedad, en la cosecha, sobre la producción de granos.

Observando el gráfico de la Figura 2, se verifica que a medida que la cosecha se fue retrasando y el contenido de humedad de los granos iba disminuyendo, la producción tendió a aumentar rápidamente, hasta alcanzar un máximo de 2.511,51 Kgr., correspondiente a 24,14% de humedad en los granos, según la ecuación del polinomio ajustado.

— T A B L A III —

Análisis de Variancia de la Regresión para Producción de Granos.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.
Componente 1er. grado	1	289471,2	289471,2	2,77
Componente 2º grado	1	1271274,0	1271274,0	12,17**
Error	16	1670580,0	104411,0	

** Valor significativo, al nivel de 1% de probabilidad.

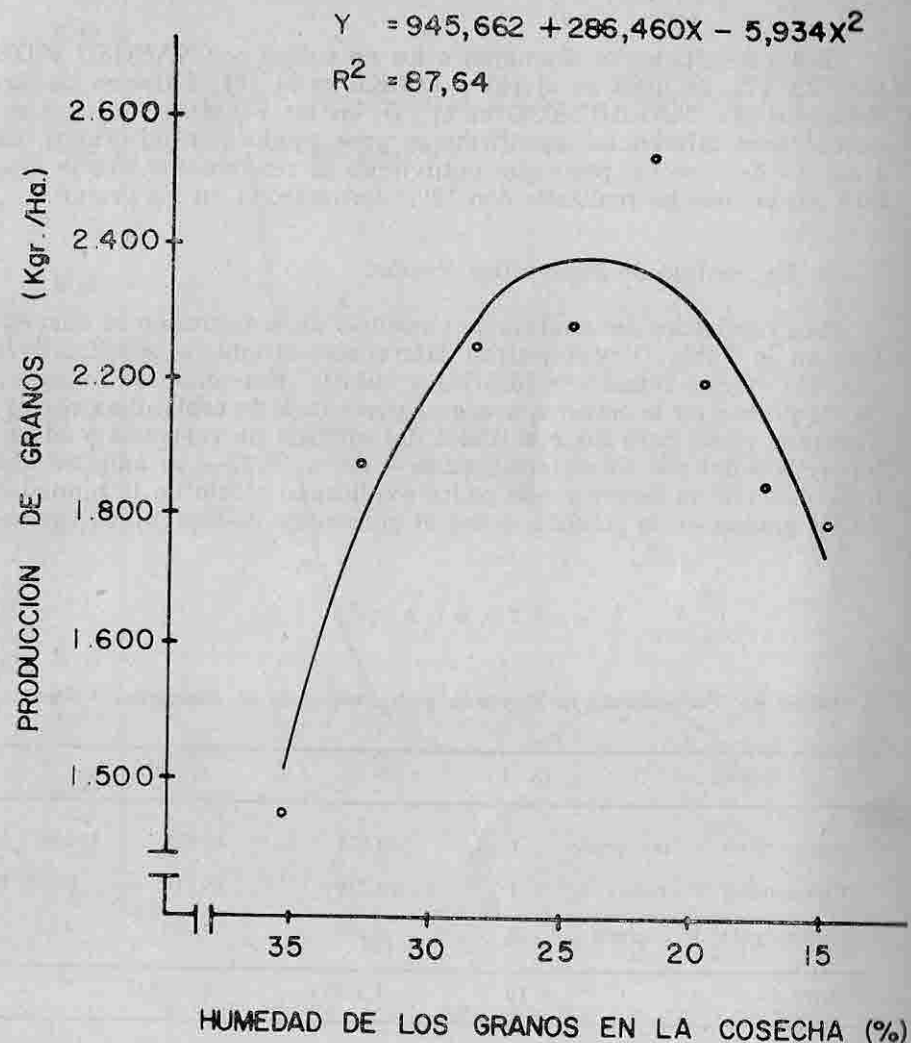


Fig.-2- Relación entre el tenor de humedad de los granos en la cosecha y la producción de granos.

De allí en adelante, a medida que la cosecha se retrasaba y la humedad de los granos disminuía, la producción decreció paulatinamente, hasta el tenor mínimo de humedad de los granos en la cosecha.

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por NANGJU y DE DATTA (7), MORSE *et al* (6) y OEIKE *et al* (8). Difieren de los obtenidos por MALABUYOC *et al* (4), en las Filipinas, quienes no encontraron diferencias significativas para producción de granos, en 4 épocas de cosecha, pero que obtuvieron el rendimiento medio más alto, en la cosecha realizada con 19% de humedad en los granos.

2. Porcentaje de Espiguillas Vacías.

Los resultados del análisis de variancia de la regresión se encuentran en la Tabla IV y muestran diferencias altamente significativas para los efectos lineal, cuadrático y cúbico, del tenor de humedad de los granos en la cosecha, sobre el porcentaje de espiguillas vacías. Tomando como base los resultados del análisis de variancia y el valor del coeficiente de determinación $R^2 = 98,27$ se admitió que una ecuación de tercer grado podrá explicar el efecto de la humedad de los granos, en la cosecha, sobre el porcentaje de espiguillas vacías.

— T A B L A IV —

Análisis de Variancia de la Regresión para Porcentaje de Espiguillas Vacías.

F. V.	G. L.	S.C.	C. M.	F
Componente 1er. grado	1	40,821	40,821	196,60 **
Componente 2º grado	1	16,710	16,710	80,48 **
Componente 3er. grado	1	9,408	9,408	45,31 **
Error	16	3,32211	0,207632	

** Valor significativo, al nivel de 1% de probabilidad.

En la Figura 3, se puede observar que a medida que la cosecha se hizo con menores contenidos de humedad, el porcentaje de espiguillas vacías decreció rápidamente hasta alcanzar 2,32%, correspondiente a 26,5% de humedad en los granos, de acuerdo con las estimativas realizadas. Después de haber alcanzado este punto, en cosechas posteriores, el porcentaje de espiguillas vacías tendió a permanecer aproximadamente estable, dentro de límites de variación relativamente estrechos.

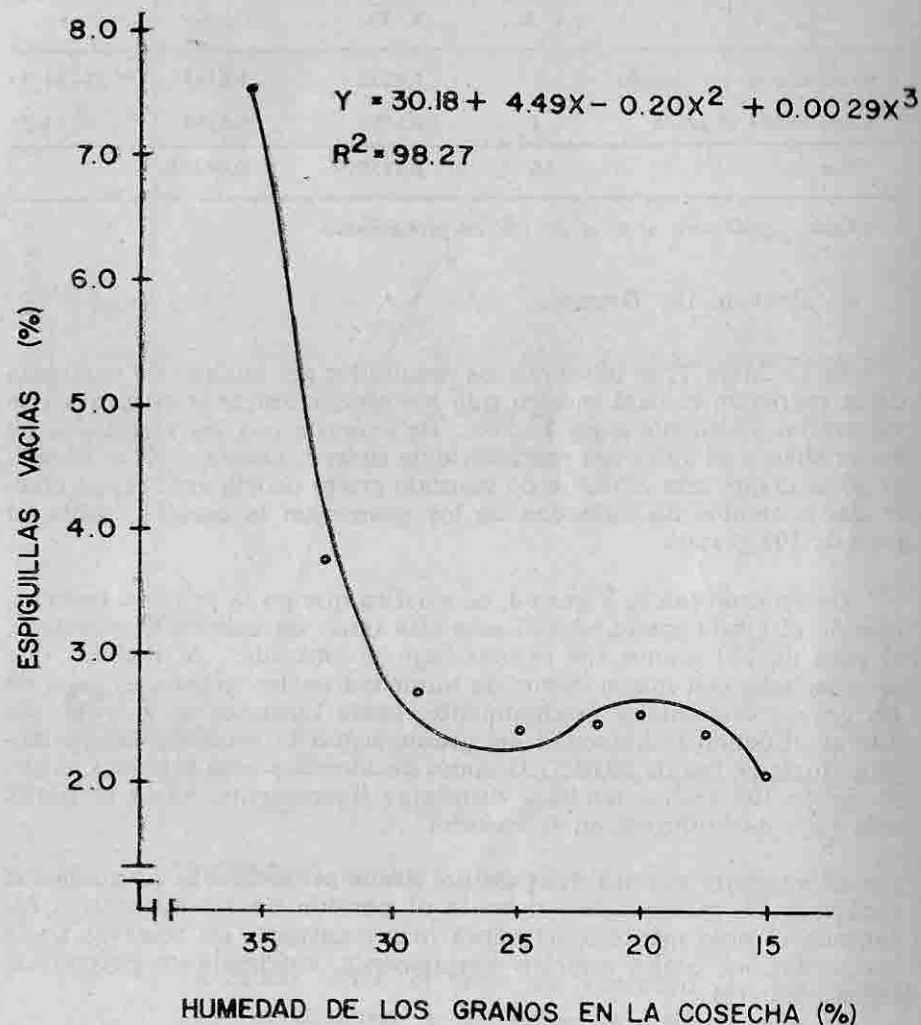


Fig. - 3- Relación entre el tenor de humedad de los granos, en la cosecha y el porcentaje de espiguillas vacías.

— T A B L A . V —

Análisis de Variancia de la Regresión para Peso de 100 granos.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.
Componente 1er. grado	1	1,6155	1,6155	224,84 **
Componente 2º grado	1	0,6297	0,6297	87,45 **
Error	16	0,115999	0,007249	

** Valor significativo al nivel de 1% de probabilidad.

3. Peso de 100 Granos.

En la Tabla V, se observan los resultados del análisis de variancia de la regresión el cual mostró que los efectos lineal y cuadrático se mostraron altamente significativos. De acuerdo con los resultados de ese análisis y el valor del coeficiente de determinación — $R^2 = 98,68$ — se admitió que una ecuación de segundo grado podría explicar el efecto del contenido de humedad de los granos en la cosecha, sobre el peso de 100 granos.

De acuerdo con la Figura 4, se verifica que en la primera cosecha, cuando el grano presentaba el más alto tenor de humedad estudiado, el peso de 100 granos fue el más bajo encontrado. A medida que se cosechaba con menor tenor de humedad en los granos, el peso de los granos aumentaba gradualmente, hasta alcanzar un máximo de 3,16 gr. Cuando la humedad del grano, según la ecuación del polinomio ajustado, fue de 20,83%. Después de alcanzar este máximo, el peso de los 100 granos tendió a disminuir ligeramente, hasta el límite más bajo de humedad en la cosecha.

El aumento general del peso del grano se debió a la acumulación constante de materia seca durante el período de maduración. Alcanzado el peso máximo, no habrá más transporte de reservas hacia los granos, los cuales estarían simplemente, sufriendo un proceso de secamiento (4).

En las condiciones del presente estudio la acumulación máxima de materia seca correspondió a un contenido de humedad de los granos de 20,83%.

La caída de peso de los granos, después de alcanzar el máximo de materia seca se puede atribuir a una mayor tasa de respiración, con una ligera reducción de materia seca acumulada en los granos que permanecieron en el campo, perdiendo humedad más lentamente en temperaturas más altas en comparación con aquellos que, cogidos más tempranamente, sufrieron un secamiento más rápido a temperaturas más bajas en la sombra.

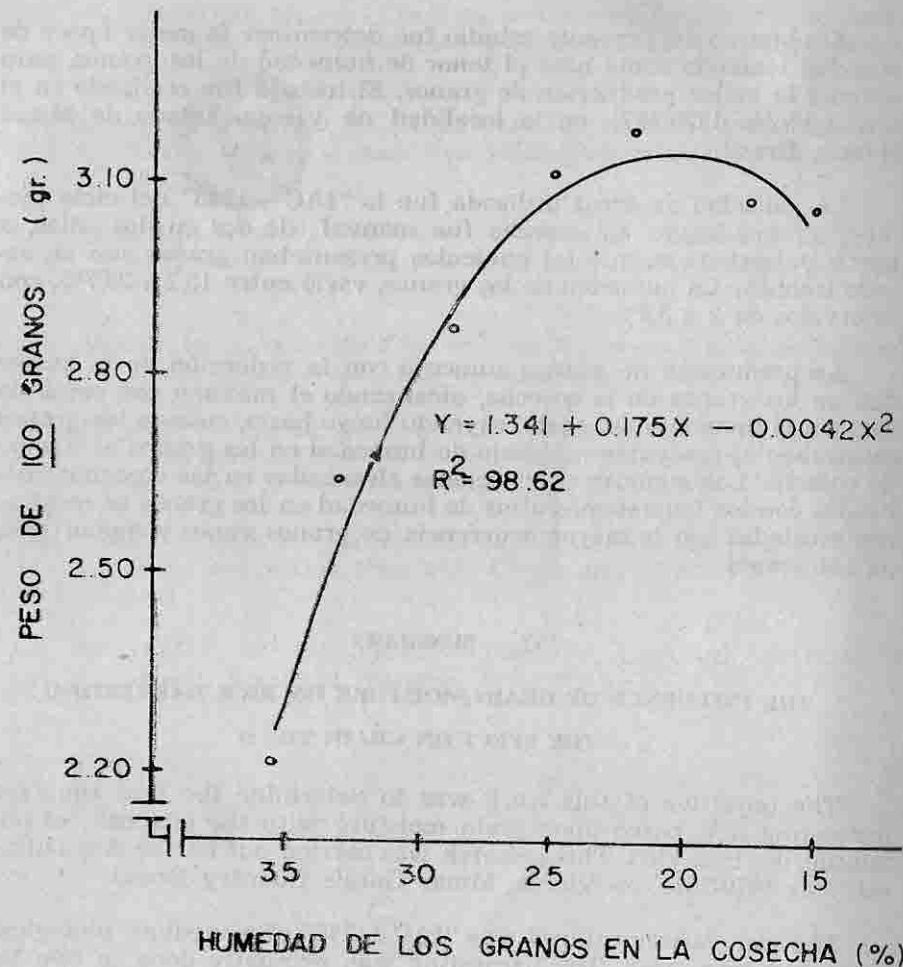


Fig.-4- Relación entre el tenor de humedad de los granos en la cosecha y el peso de 100 granos.

Comparando los efectos de la humedad de los granos, en la cosecha, sobre la producción de granos, espiguillas vacías y peso de los granos, la caída de producción, ocurrida a tenores más altos de humedad, se puede atribuir a la mayor proporción de espiguillas vacías y al menor peso de los granos, o sea el menor peso de la panícula. Los efectos de esos dos factores sobre la producción en las cosechas más tardías fueron menos acentuados, pudiéndose atribuir principalmente a las mayores pérdidas de granos por desprendimiento que ocurre en esas condiciones, antes y en el momento del corte (7), la menor producción obtenida.

V.— RESUMEN Y CONCLUSIONES

El objetivo del presente estudio fue determinar la mejor época de cosecha, teniendo como base el tenor de humedad de los granos, para obtener la mejor producción de granos. El trabajo fue realizado en el año agrícola 1970-1971, en la localidad de Vicosa, Estado de Minas Gerais, Brasil.

La variedad de arroz utilizada fue la "IAC - 1246" del ciclo medio y granos largos. La cosecha fue manual de dos en dos días, a partir del estado en que las panículas presentaban granos aún en estado lechoso. La humedad de los granos, varió entre 15,2 a 35,7%, con intervalos de 2 a 3,9%.

La producción de granos aumentó con la reducción de la humedad de los granos en la cosecha, alcanzando el máximo con cerca de 24% en el momento del corte, cayendo luego hasta, cuando los granos mostraban el contenido más bajo de humedad en los granos al tiempo de cosecha. Las menores producciones alcanzadas en las cosechas realizadas con los tenores más altos de humedad en los granos se mostraron asociadas con la mayor ocurrencia de granos vanos y menor peso de los granos.

VI.— SUMMARY

THE INFLUENCE OF GRAIN MOISTURE ON RICE HARVESTING

I.— THE EFFECT ON GRAIN YIELD

The objective of this work was to determine the best time for harvesting rice, based upon grain moisture with the purpose of obtaining the best yield. This research was carried out on the Agricultural year 1970-1971, in Vicosa, Minas Gerais Country Brasil.

The rice variety utilized was "IAC-11246" of a medium biological cycle and long grain. The harvesting was manually done in two by two days, since the stage in which panicles showed a milk-like texture. Grain moisture varied from 15.5 to 35.7%, with intervals from 2 to 3.9%.

The yield crop increased with grain moisture reduction at harvest, with a maximum value of about 24% reached at cutting time, falling thereafter till grains showed the lowest moisture content at harvest. The best yields obtained within the highest moisture contents at harvest showed to be associated with the major grain incidence and a minor grain weight.

VII.— LITERATURA CITADA

1. BRANDAO, S. S., GALVAO, J. D. e DE OLIVEIRA, L. M.— Relacao entre Unidade dos Graos na Colheita do Arroz e o Rendimento Total e de Graos

Inteiros, no Beneficiamento. Revista Ceres (Brasil) 17 (91): 35-46. 1970.

2. I. B. M. International Bussines Machines Corporation.— 1130 Statistical System (1130 - Ca - 06X): User's manual. 2nd ed. New York 1967, 118 p.
3. MAC MASTERS, M. M.— Comp. Cereal Laboraoty Methods. 7th ed. American Association of Cereal Chemists. Minnesota, 1962. AACC. Method 44-53 pp. 1-2.
4. MALABUYOC, J. A., et al.— Grain Characters, Yield and Milling Quality of Rice in Relation to Dates from Heading Philippine Agriculturist 49 (8): 696-710. 1966.
5. MEMORIA, J. M. P.— The Climate of Vicosa, M. G. Brasil, in Relation to its Agriculture. Tesis de grado de Magister Scientiae. Ames, Iowa State College, 1947. 73 p.
6. MORSE, M. D., et al. The Effect of Grain Moisture at Time of on Yield and Milling. Quality of Rice. Rice Journal (U.S.A.) 70 (11): 16-20. 1967.
7. NANGJU, D. and DE DATTA, S. K.— Efect of time of Harvest and Nitrogen Level in Yield and Grain Breakage in Transplanted Rice. Agronomy Journal 62 (4): 468-474. 1970.
8. OELKE, E. A., et al.— Influences of Grain Moisture at Harvest on Seed Yield, Quality and Seedling Vigor Rice. Crop Science (U.S.A.) 9 (2): 144-147. 1969.
9. UNIVERSITY OF PHILIPPINES.— College of Agriculture. Rice Production Manual. Revised ed. Philipines, 1970. 382 p.