

PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD INDUSTRIAL DEL ARROZ COSECHADO EN EL MUNICIPIO LA SIERPE

MSc. José Sánchez Díaz.
ING. Orisbel Eduardo Meneses Rodríguez.
josesd@polsierpe.ssp.sld.cu

Resumen

El presente trabajo se realizó en el Complejo Agroindustrial (CAI) “Sur del Jíbaro”, donde se muestran variaciones de la humedad de cosecha y de fertilización nitrogenada en la variedad LP5, cultivada en las campañas de siembra de frío y primavera 2009-2010, lo que permitió determinar los parámetros más factibles de humedad de cosecha y de fertilización nitrogenada, que influyen en una mejor calidad industrial del grano. En el desarrollo de la investigación se emplearon métodos del nivel teórico que posibilitaron hacer un análisis de la literatura especializada, relacionando los distintos rangos de humedad a la hora de la cosecha y esquemas de fertilización nitrogenada en diferentes fases del cultivo, en relación con el comportamiento de la calidad industrial del grano en la variedad de arroz LP-5 cultivada; también se utilizaron métodos empíricos que posibilitaron describir e inferir datos que se analizaron respecto a los momentos y dosis más adecuados de fertilización nitrogenada en el cultivo del arroz en relación con el mejoramiento de la relación entero-partido del grano; además se demostró la importancia de efectuar el corte del arroz dentro de los parámetros de humedad establecidos, con vista a la disminución del deterioro en la calidad del grano, valorando la influencia de los rangos de humedad en el momento de la cosecha, en la calidad industrial del arroz. El trabajo tiene como novedad científica el estudio de la influencia de los rangos de humedad en la cosecha y la fertilización nitrogenada sobre la calidad industrial del grano de arroz en el CAI “Sur del Jíbaro”.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo. (Angladette, 1969)

Sin embargo desde su origen la búsqueda permanente de la calidad y de la productividad, ha sido prioridad, la cual con el desarrollo de la ciencia y la tecnología ha recaído sobre los centros de investigación de todo el mundo, actualmente surgen continuamente nuevas variedades de arroz, que se diferencian entre sí por su tamaño, su resistencia a plagas, sus características culinarias, su denominación que se refiere al país de origen o al nombre del centro de investigación donde fueron creadas, entre otros aspectos.(Monografía. com, 2003)

La calidad del arroz juega un papel fundamental, debido a que el grano posee características de tamaño, grosor, sabor y olor asociadas a las diversas formas de cocción. Cada consumidor de este producto tiene preferencias particulares y estas también son específicas para los diferentes mercados del mundo.

La calidad industrial, denominada en la Norma Nacional e internacional como un componente del Rendimiento Industrial, es el porcentaje de granos enteros obtenido después del proceso de elaboración en la industria (Hernaiz, 2003). En el caso particular de Cuba según las especificaciones de norma cubana de calidad, establece que el arroz consumo lleve un porcentaje de arroz partido, donde a medida que este sea menor mayor será la calidad de este producto.

En la última década en Cuba se observa una preocupación de los productores por la calidad, ya que históricamente el valor del rendimiento

industrial ha sido alrededor del 64%, siendo la potencialidad de las variedades que se siembran en el CAI hasta del 67%. En el establecimiento del Programa Arrocero en el país, se posibilitó la introducción de nuevas variedades y tecnologías, como una infraestructura de grandes empresas para dar adecuada respuesta al crecimiento de la producción, con buena calidad. A fines de la década de 1990 adquiere gran dimensión la producción en pequeñas y medianas fincas, tanto de productores individuales como cooperativas, cuyo destino fundamental es el consumo humano (Cuba, 2002). Donde se perdió cultura favorable a obtener producciones de calidad.

En el Complejo Agroindustrial (CAI) Arrocero “Sur del Jíbaro”, existen 5 Unidades Básicas de Producción Cooperativa, 1 granja del Ministerio de las Fuerzas Armadas (MINFAR), y más de 4 Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) que producen arroz con destino al balance nacional y el autoconsumo; todo ello es procesado en las industrias molineras de dicho Complejo Agroindustrial.

En estudios antecedentes realizados por los autores de este trabajo, se ha podido constatar que el grano que llega a los molinos, no siempre tiene los parámetros óptimos de cultivo y de humedad requeridos por las variedades cosechadas en las distintas entidades, por lo que se ha observado que el molinaje produce un elevado por ciento de granos partidos, que va en detrimento de la calidad industrial de la producción.

Trabajos revisados en esta misma entidad, corroboran distintos factores que están afectando el porcentaje de granos enteros y partidos en el arroz consumo, dentro de estos factores están: la fertilización nitrogenada al cultivo, humedad de cosecha, condiciones de almacenamiento, el ataque de plagas y enfermedades tanto en la etapa vegetativa del cultivo como en el almacenamiento del grano y deficiencias operacionales en el secado y molinación del arroz. (Román, 2007)

Tomando en consideración las dificultades anteriormente señaladas y el análisis de trabajos realizados, tanto en Cuba como en el mundo con respecto a la relación de factores agrícolas e industriales en la relación de granos enteros-partidos en el proceso de molinaje del arroz es necesario tener presente durante la cosecha el grado de humedad y la fertilización determinar la influencia que tiene la humedad del grano durante la cosecha y la fertilización nitrogenada sobre la calidad industrial del grano en la variedad LP5 en las diferentes campañas de siembra.

Para fundamentar la investigación se tuvo en cuenta la literatura especializada, y los sustentos teóricos y metodológicos relacionados con el cultivo de esta variedad, mediante el análisis de la correlación entre la fertilización nitrogenada y el balance de granos enteros y partidos durante el proceso industrial mediante la evaluación estadística de los parámetros de humedad y su influencia en la calidad del secado y molinado del arroz dado que el porcentaje de granos enteros y partidos es quien determina el rendimiento industrial de la variedad.

En la metodología del trabajo que se describe posteriormente, se emplean métodos del nivel teórico y empírico, que están determinados por la especificación de las campañas en que se realiza el estudio, la localidad y el área de experimentación así como los procedimientos estadísticos utilizados para la obtención de los datos, explicados en la parte de los materiales y métodos.

Los resultados esperados en el trabajo de investigación están dados en un análisis de la influencia de los rangos de humedad en la cosecha y la fertilización nitrogenada sobre la calidad industrial del grano, en la variedad de arroz LP5 en el CAI "Sur del Jíbaro"; la novedad de los resultados investigativos están en que se concretan estas variables (humedad de cosecha y fertilización nitrogenada) en el fenotipo LP5, aspectos estos de suma importancia como indicadores económicos indispensables a tener en

cuenta, además esta variedad cosechada en las UBPC(Unidades Básicas de Producción Cooperativa) de dicho Complejo Agroindustrial, ya que se pretende generalizar a todas las entidades del Complejo Sur del Jíbaro por sus cualidades agroproductivas y culinarias.

1. Botánica y agronomía del cultivo del arroz (*Oryza sativa* Lim.)

Taxonomía y anatomía.

Según Botta (1987) el arroz (*Oryza sativa* Lim.) es una monocotiledónea perteneciente a la familia *Poaceae*.

Características botánicas

- Raíces: las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula, son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.
- Tallo: el tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120 cm. de longitud.
- Hojas: las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos.
- Flores: son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.
- Inflorescencia: es una panícula que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y el flósculo.

- **Grano:** el grano de arroz es el ovario maduro. El grano descascarado de arroz (cariópside) con el pericarpio parduzco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo.

1.2. Caracterización de la variedad objeto de estudio.

Variedad LP5

Esta variedad posee similitud con la variedad J104, pero su coloración y vigorosidad es menor que esta; dentro de sus características notable se halla su alta capacidad de ahijamiento, es de ciclo corto, alto potencial de rendimiento agrícola e industrial (Cuba, 2007).

Otras características de la variedad son:

- Planta semi-enana.
- Maduración uniforme.
- Resistencia al acamado.
- Parámetros de humedad de corte de 18 a 24%.
- Alta resistencia a plagas y enfermedades.

Aspectos generales

Variedad	Ciclo en días		Rendimientos agrícolas t/ha		Meses de siembra	Peso de mil granos	% de granos enteros
	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia			
LP5	128	110	8,2	5,7	Enero al 10 de Febrero Junio a Julio	29,5gr	56,0

1.3. Un acercamiento a las características del arroz comercial.

El consumo de arroz y por tanto el comercio está diferenciado por los tipos de arroz y por la calidad de los mismos. Se consideran los siguientes tipos de arroz:

- De grano largo y perfil índica: este a su vez se clasifica de acuerdo al porcentaje de granos partidos y el que sean o no aromáticos. Este tipo de arroz representa el 85% del comercio mundial de arroz, incluyendo aproximadamente del 10-15% de arroces aromáticos (tipos jazmín y basmatil), 35-40% de arroces de alta calidad (menos del 10% de granos partidos) y del 30-35% de arroces de baja calidad.
- De grano medio/corto de tipo japónica: el comercio de este tipo de arroces representa solamente una cuota del 15% (II Arroz, 2006).

El comercio mundial del arroz durante los próximos 15 años (de 18 millones en 1996 a 21 millones en 2010), se estima que se incrementará a razón de una tasa anual de 1.11%, tasa significativamente inferior a la actual (8.82%) y refleja el hecho de que el impacto mayor de la liberalización comercial mundial ya surtió efecto.

2. Fundamentos acerca de los aspectos de la calidad industrial del arroz

La calidad del grano de arroz se puede medir de diversas formas, tanto por su apariencia, tamaño, forma, translucencia, y rendimiento industrial, así como por la calidad culinaria. Esta última se refiere a la forma en que puede ser preparado el grano y a su apariencia en el plato después de la cocción (graneado o pastoso).

La calidad también se puede referir a lo que se denomina calidad alimentaria, es decir su contenido de proteínas y vitaminas entre otras cosas.

La calidad es apreciada en forma diferente en cada país o zona de consumo. En nuestro país, la calidad del grano es un factor que ha cobrado importancia en los últimos años, principalmente en lo relacionado con la apariencia, ya que el consumo y la producción nacional han variado de grano medio redondeado con alto contenido de panza blanca a grano largo grueso translúcido, y a grano largo fino translúcido para arroz importado.

En Cuba cuando se habla de calidad industrial se refiere a al porcentaje de granos enteros que se obtienen en el proceso de elaboración por la industria. La norma cubana define al grano entero como “grano descascarado o pulido que presenta un largo igual o superior a las 3/4 partes del largo mínimo del tipo al que pertenece”. (Norma cubana, 2010)

Los factores que determinan el rendimiento industrial y por ende la calidad del arroz se pueden agrupar en tres categorías:

Factores de manejo agronómico. Dependen exclusivamente del agricultor arrocero y permiten la expresión del potencial de grano entero del arroz entregado a la molinería. Aquí se encuentran los problemas de fertilización, riego y otros como ellos se pueden mencionar la variedad, época de siembra, sistema de cosecha y momento de cosecha.

El clima, es un factor de gran influencia que no es controlable por el agricultor. Varía con los años, y pueden existir años en que la merma en calidad industrial es mayor que en otros, debido a la pérdida más rápida de humedad.

Factores industriales. Comprenden el secado, almacenamiento y elaboración del arroz, que en el caso de Cuba son ejecutados en su mayoría por la industria. De acuerdo a estudios realizados por otros autores (Román, 2007) de molino y de agricultores, las variedades J-104 y LP-5 tienen un potencial de producción de grano entero mayor a 60%, con la inconveniente del primero que es de ciclo largo.

La oportunidad de cosecha o momento de cosecha, es el principal factor controlable por el productor. La oportunidad en que se haga la cosecha es realmente importante para obtener el mejor rendimiento industrial. Estudios realizados por INIA (Instituto nacional de Investigaciones del Arroz) en el 2003, establece que cuando el arroz es cosechado con humedad de grano entre 18 y 24% se obtienen los mejores rendimientos industriales.

Considerando el tiempo de floración a madurez (44 a 52 días), el productor debe determinar el momento preciso de cosecha, lo que a su vez implica disponer oportunamente de la combinada (trilladora) para realizar la trilla.

La determinación del momento de cosecha por el productor.

El grado de pérdida de humedad y de rendimiento industrial depende de las condiciones ambientales imperantes desde la floración a la madurez. Es importante destacar que el momento en que el arroz alcanza la madurez de cosecha es diferente en los distintos años. Se ha observado en estudios realizados que para una misma fecha de siembra (11 de octubre), la fecha en que se obtuvo la mejor calidad industrial varió en los tres años analizados y que esto se debió a las condiciones del clima. Relación entre momento de cosecha y costo del secado.

La determinación del momento de cosecha está totalmente relacionada con la humedad del grano, pero el productor también debe considerar el premio de la industria por mejor rendimiento industrial y el costo del secado del grano con ese nivel de humedad. Es absolutamente necesario que el productor analice qué es más conveniente.

Las Comisiones Nacionales de Arroz en diferentes países, donde participan representantes de la cadena productiva - agricultores, molineros, gobierno, universidades e importadores se ha discutido durante mucho tiempo, como entrar en el sistema de pago por calidad industrial; se llegó a un acuerdo que establece las siguientes recomendaciones:

- Arroz con más de 50% de grano entero, se premia con un 0,8% sobre el precio base por cada 1% de mayor producción de grano entero.
- Arroz entre 46 y 50% de grano entero, se paga de acuerdo al precio base.
- Arroz con menos de 45% de grano entero se castiga, en 0,8% del precio base por cada 1% de disminución en grano entero.

- Arroz con menos de 35% de grano entero, el precio a pagar se acuerda entre el agricultor y el molinero.

La cosecha con mayor humedad genera costos adicionales, tanto para el agricultor como para la molinería. Entre ellos podemos destacar:

✓ Para el agricultor :

Al cosechar con mayor humedad se está cosechando agua y trasladándola al molino. A la industria le interesa una mejor calidad, pero no comprar agua.

Mayor costo de transporte, ya que se paga transporte de agua.

Costo de secado del grano.

✓ Para la industria :

Aumentar su capacidad de secado.

Aumentar su capacidad del laboratorio de pruebas.

Manejo más cuidadoso del arroz, para secar partidas de arroz con humedad similar.

Como consecuencia de este cambio el agricultor debe poner su atención en la fecha en que debe cosechar el arroz, lo que se debe realizar cuando se tiene entre un 18% y 24% de humedad, cuando permite obtener más de un 50% de grano entero. El agricultor debe muestrear y conocer con qué humedad le conviene cosechar, en base a los resultados que obtiene, ya que existen variaciones de acuerdo a las zonas de cultivo. Los mayores costos que se tienen deben ser compensados por el premio de calidad.

3. Influencia del factor humedad de cosecha en la calidad industrial

Uno de los factores más importantes tradicionalmente que influye en la calidad industrial del grano, es el contenido de la humedad del grano a la hora de la cosecha, lo que lleva a preferir arroces con humedad por encima del 20 % en el momento de la cosecha.

Tascon en (1985) expreso que en el arroz la humedad del grano en el momento de la fecundación alcanza el 90 %. Después disminuye

gradualmente hasta alcanzar la humedad de equilibrio, entre 20 y 14 % según el ambiente. Se acepta que la madurez fisiológica del grano se alcanza alrededor del 27 % de humedad promedio de los granos.

Con base en las anteriores consideraciones y teniendo en cuenta los riesgos por dehiscencia natural del grano, volcamiento, aves y ratas, desastres y pérdidas de valor comercial, la cosecha deberá realizarse tan pronto el grano alcance su madurez óptima, para la cual el mejor indicador es la humedad del grano, pero también puede tomarse el color del mismo (Angladette, 1969).

Cruz y Peña, (1981) demostraron que para las variedades del ciclo medio IR 1529, Caribe I, J-104 y J-112 los períodos óptimos de cosecha generalmente están entre los 25 y 50 días después del 50 % de paniculación, con humedades entre 16 y 23 %, mientras que otros autores expresan que para las variedades de ciclo corto (menos de 130 días) como el LP5, los rangos óptimos de cosecha oscilan entre 18 y 24% de humedad.

Angladette (1969) expresó que cuando el arroz se cosecha con una madurez excesiva (humedad baja) no solo aumenta el porcentaje de roturas, sino que, además, se afecta el rendimiento agrícola por efecto del desgrane que resulta mayor cuando el grano está más maduro.

Peña y et al (1983), encontraron que cuando el grano se recolecta antes de su madurez óptima, la producción de granos enteros se afecta, debido a la presencia de muchos con características yesosas y cuerpo blanco, que son generalmente, más frágiles que los granos completamente secos estos aspecto ya habían sido referenciados por Bal. y Ojha en 1975 citado por los autores anteriormente señalados.

De igual forma si la cosecha se realiza posterior al óptimo se producen cuarteaduras y rotura de la cáscara debido al secado no uniforme en la propia planta.

Según Peña (1983), la merma en el rendimiento agrícola en la primera y última fase de cosecha, se debe fundamentalmente, al número de granos verdes y al deterioro natural de las plantas y su efecto del desgrane, en los últimos cortes.

El porcentaje de granos enteros se afecta significativamente con la demora de la cosecha, a partir de su período óptimo, con diferencias altamente significativas al comparar los resultados obtenidos dentro del rango entre los 20 y 45 días después del 50 % de la paniculación con los obtenidos por los cortes efectuados a partir de los 50 días después de la misma (Peña 1983).

El porcentaje de humedad del grano decrece linealmente correspondiendo un rango adecuado de humedad para la cosecha, con él se obtienen los máximos rendimientos agroindustriales. Este rango de humedad en la campaña de primavera se encuentra entre el 16.5 y 22 %, se observa además, que dicho rango de humedad se corresponde con el período óptimo, que está entre los 25 y 45 días después del 50 % de paniculación (Peña, 1983).

Tascon (1985), expresó que la cosecha debe realizarse tan pronto el grano alcance su madurez y expuso que el mejor indicador para la misma es la humedad del grano; otros autores recomiendan cosechar cuando el 95 % de los granos en las panículas tengan color paja y el resto estén amarillentos.

Según el autor antes señalado la recolección respecto a la humedad de cosecha, se comportaría del modo siguiente:

- Mayor del 27 %: menor rendimiento y granos yesosos.
- Entre 20 y 27 humedad óptima.
- Menor de 18 % pérdida de granos, de calidad y mayor riesgo.

Estos hallazgos coinciden con los criterios de los autores, a partir de la experiencia en los resultados investigativos de las variedades estudiadas.

4-Proceso Industrial del arroz

Proceso de secado en la industria

Los autores coinciden con diferentes literaturas consultadas en las cuales se explica que el arroz cuando es cosechado en el campo, no es un producto apto para almacenar y guardar, ya que viene de éste con cierto grado de humedad, que fluctúa según las condiciones ambientales, (entre 18 % hasta 30 % de humedad).

El arroz es transportado hacia la industria a granel, luego es vaciado en tolvas, el cual por medio de elevadores y sinfines transportadores es llevado a los silos de recibo de arroz húmedo, y de allí son distribuidos a las diferentes torres de secado, según el tamaño de la planta agroindustrial, en estas torres el arroz se somete a un proceso de secado mediante aire o calor para disminuir la humedad del grano, hasta los parámetros óptimos para su almacenamiento (12.5 %– 13.5%).

Se expresa por algunos autores que durante su almacenamiento, el arroz es objeto de ataque de insectos, roedores y también de hongos, los cuales van a afectar el producto durante el tiempo que este se pase en estas condiciones. Ya Angladette, (1969), expresaba que la merma puede afectar más o menos en la medida que se tomen los correctivos para evitar que estos agentes sean combatidos en una forma rápida y efectiva.

Otros autores manifiestan que estos dos procesos descritos anteriormente, influyen directamente en la calidad del arroz, por lo que el autor considera que son variables ajenas a controlar, al hacer las mediciones de la calidad industrial del grano.

Procesamiento en el Molino.

El arroz, después de ser secado y almacenado, pasa al molino donde será transformado para el consumo de la población.

Como primer paso, el arroz cáscara seco pasa a una máquina de limpieza, la cual le dará un último proceso de depuración, para luego pasar a una descascaradora de rodillos de caucho, donde el grano es separado de la

cáscara en un 95% , expulsando esta cubierta y el producto descascarado con parte de éste sin descascarar, el cual continúa a una mesa densimétrica que separa los granos con cáscara “machos” y los recircula nuevamente hacia la descascaradora y el grano descascarado sigue el proceso hacia los pulidores de arroz, los cuales le quitaran al mismo la capa superficial o salvado; este proceso se denomina pulido del grano; el salvado de arroz o “polvo” es utilizado como alimento de animales; el arroz pulido es transportado hacia los clasificadores donde se separa el grano entero y el grano quebrado clasificándose. Es en este momento donde se determina la calidad industrial de la materia prima procesada, posteriormente se dosifica de acuerdo a los estándares del mercado (Angladette, 1969).

Después de ser procesado el arroz, este pasa a la empacadora para ser embalado ya sea en bolsas plásticas o en sacos.

La distribución del arroz obtenido en el CAI “Sur del Jíbaro” puede ser:

- a) Supermercados Mayoristas.
- b) Distribuidor.
- c) Supermercados Minoristas.

4.1-La fertilización nitrogenada

Hasta principios del siglo XX el suelo agrícola se fertilizaba en nitrógeno mediante rotación de cultivo con leguminosas y/o la adición de materia orgánica; el crecimiento de la población y la demanda de alimentos conllevó a la necesidad de aumentar la fertilidad de los suelos con el fin de obtener mayores rendimientos, por lo que se hizo ineludible el fomento de la investigación relacionada con la fijación de nitrógeno atmosférico y la producción de fertilizantes nitrogenados.

En un principio, los fertilizantes nitrogenados más empleados fueron: Sulfato de Amonio, Nitrato Amónico, Nitrato Sódico, Nitrato Amónico Clásico, Cianamida y Urea. En los últimos 25 años la urea ha cobrado un gran

interés, convirtiéndose en uno de los más importantes fertilizantes nitrogenados, así en 1984/85 el 37 % de los 70 millones de Tm de nitrógeno empleado como fertilizante lo fue en forma de urea, mientras que en 1955 alcanzaba solamente el 5 % (Sheldrick, 1987).

Producto al lavado y arrastre en forma de NO_3^- (lixiviación); habitualmente es el factor mayoritario de la pérdida de nitrógeno, ya que a su elevada movilidad en el suelo, se une el ser el último elemento producido en el ciclo de mineralización del nitrógeno, lo que conduce a pérdidas entre 2×10^9 y $3,7 \times 10^9$ kg de N/años (Stevenson, 1986). El efecto más indeseado es la contaminación de las aguas subterráneas, ya que es un problema que una vez manifestado puede durar décadas debido a la lenta velocidad de recarga de los acuíferos (se estima que esta operación puede necesitar entre 50 y 100 años).

La volatilización como NH_3 , puede constituir también una fuente importante de pérdida, ya que oscila entre el 3 y el 50 % del nitrógeno aplicado (Stevenson, 1986), dependiendo del tipo de fertilizante utilizado y la cantidad empleada, así como de factores medioambientales (textura del suelo, temperatura, pH).

La desnitrificación, con pérdida en forma de N_2 , N_2O y otros compuestos nitrogenados, es un proceso que produce mayoritariamente una liberación de N_2 y óxido de nitrógeno, fundamentalmente N_2O , a la atmósfera; se puede llevar a cabo por dos vías: desnitrificación biológica y desnitrificación química. Se cifran las pérdidas de nitrógeno en un 10 – 30 % del nitrógeno aplicado (Ryden, 1983; Ryden, 1984). Estas pérdidas, además de suponer una disminución en la eficacia de los fertilizantes, pueden influir en el contenido de O_3 de la atmósfera, como consecuencia de la reacción que experimentan los óxidos de nitrógeno con dicha especie química (Crutzen, 1983). Este hecho conlleva la llegada de radiaciones ultravioletas de alta

energía a la superficie terrestre, con el consiguiente aumento en el riesgo de cáncer de piel (Oertli, 1980).

La inmovilización del nitrógeno mineral del suelo, mediante la formación de humus estable (Jansson and Persson, 1982) se puede considerar también como una forma de pérdida de nitrógeno ya que este elemento, aún presente en el suelo, pasa así a formar parte de compuestos no asimilables por las plantas; se estima que el 10 – 40 % del nitrógeno aplicado como fertilizante permanece en el suelo en forma orgánica después del primer cultivo (Legg and Meisinger, 1982),

La erosión lleva a cabo pérdida de nitrógeno mayoritariamente en formas orgánicas las que depositadas frecuentemente en fondos lacustre y oceánicos, tienen escasas oportunidades de ser recicladas a un sistema agrícola, estableciéndose por este concepto pérdidas de 4.5×10^9 kg de N/año (Legg and Meisinger, 1982).

El nitrógeno es el elemento nutritivo que más directamente está relacionado con el incremento de la producción y la calidad al influir positivamente sobre:

- Número de hijos por planta.
- Número de espiguillas por panícula.
- Porcentaje de granos llenos por espiguillas.
- Densidad del grano.
- Contenido proteico del grano.

El nitrógeno se absorbe durante todo el ciclo de la planta, coincidiendo las mayores extracciones durante las fases de crecimiento vegetativo activo (ahijamiento y encañado) y reproductiva (floración y llenado del grano). Durante el desarrollo vegetativo el arroz absorbe nitrógeno en forma amoniacal, que estimula el ahijamiento e incrementa el número de panículas;

al iniciarse la fase reproductiva absorbe preferentemente el nitrógeno nítrico, que incrementa el número de espiguillas (Munevar, 1995).

El abonado es una de las prácticas agrícolas más importantes puesto que constituye la base imprescindible para el máximo desarrollo de las demás mejoras tecnológicas introducidas. En efecto, carece de sentido plantar una nueva variedad si no aplicamos los fertilizantes en la medida que la planta lo necesita, ya que se corre el riesgo de no obtener todo el potencial que ésta es capaz de proporcionar o incluso es posible que se obtengan resultados negativos (Leinweber and Reuter, 1992).

Uno de los principales problemas que presenta la fertilización es el efecto a mediano y largo plazo ejercido sobre la planta; la consecuencia de una fertilización deficiente no se percibe de forma clara, sino en base a un decrecimiento progresivo de productividad y de forma más inmediata en una calidad deficiente; la planta se afecta por la carencia de nutrientes mucho antes de que aparezcan los primeros síntomas visuales identificables por el agricultor; cuando se manifiestan tales síntomas, el problema se encuentra ya en un estado muy avanzado y resulta difícil de corregir y en cualquier caso muy costoso; por ello es importante mantener el estado nutricional de la planta en un nivel óptimo. (Sowers et. al., 1994)

El nitrógeno es fundamental para la plantación de arroz, es el elemento que más influencia tiene en el rendimiento y los costos de producción, por ello es necesario hacer un uso eficiente del mismo; este cultivo necesita nitrógeno durante todo su período vegetativo, pero las mayores exigencias se presentan durante el macollamiento. La capacidad de macollamiento, la resistencia al acamado y el buen potencial de rendimiento son características favorables, que unidas a la habilidad para aprovechar eficientemente los nutrientes aplicados, pueden incrementar el rendimiento promedio en el cultivo del arroz. El empleo de variedades mejoradas y la adopción de prácticas adecuadas de manejo del cultivo, permiten al agricultor arrocero

mejorar la eficiencia y la productividad; cada variedad tiene un potencial de respuesta al rendimiento y por ende la eficiencia en el uso de los fertilizantes es variable.

Las variedades modernas resultan más eficientes en la relación del incremento de la productividad en base al uso del nitrógeno, o sea, producen mayor cantidad de kilogramos de arroz por cada kg de fertilizante nitrogenado aplicado, sin embargo, en ausencia de este fertilizante las variedades modernas también logran mayor rendimiento que las tradicionales. (Berrio et. al., 2002).

5-MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en las dos campañas del 2010, en condiciones de producción de UBPCA “Las Nuevas” del CAI Arrocero Sur del Jíbaro ubicado en la provincia de Sancti Spíritus, donde se estudió la influencia de la humedad del grano al momento de la cosecha y así como el manejo de la fertilización nitrogenada con respecto a la calidad industrial del grano de la variedad LP5, que constituye la de mayor peso en la siembra del CAI Arrocero; para ello se emplearon los siguientes materiales, métodos y procedimientos.

1. Balanza de precisión del laboratorio.
2. Determinador de humedad (laboratorios y secadero)
3. Laboratorios y técnicos del secadero.
4. Molino del laboratorio y sus técnicos.
5. Informes económicos del año 2010 del CAI Arrocero.
6. Las tarjetas de campo de la UBPC estudiada (Las Nuevas)

Durante la experiencia se realizaron las siguientes evaluaciones

- a) Contenido de humedad del grano en % en el momento de la cosecha.
- b) Calidad industrial: constitución de enteros y partidos.

- c) Evaluación de la calidad industrial del grano por debajo de los parámetros de humedad establecidos.
- d) Evaluación de la influencia de la fertilización nitrogenada en la calidad industrial del grano.

En las evaluaciones se siguió la siguiente metodología:

Se realizó el muestreo del contenido de humedad del grano en % a todos los lotes recibidos en la industria (en el Secadero III, UEB Españoles).

Se tomaron muestras de cada una de las carretas correspondiente a los lotes recibidos; seguidamente se enviaron esas muestras al laboratorio, donde se procesaron y se determinó el porcentaje de entero y partido, lo que se relaciona con los valores de humedad determinado para dicho lote, en el cual se emite un certificado de calidad, que se utiliza para hacer la evaluación.

El mismo procedimiento se realizó pero en relación con el análisis de las tarjetas de campo; donde se determino la influencia de las aplicaciones del fertilizante nitrogenado en la calidad industrial del grano.

Los análisis estadísticos se efectuaron de forma descriptiva, mediante tablas porcentuales que permitieron determinar la influencia de las variables analizadas con respecto a la calidad industrial del grano, se aplicó un análisis de varianza y de medias; lo que permite inferir las conclusiones a que se arriban.

5.1- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente epígrafe se hace un estudio de los resultados obtenidos por los investigadores en la práctica, donde se comprueba el comportamiento de de la humedad de corte y las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados en el

rendimiento industrial de la variedad LP-5, de ciclo corto inferior a los 130 días desde su germinación hasta la cosecha.

5.2. Efecto de la humedad de corte en la calidad industrial del arroz

Primeramente se analizó una relación de los datos según se muestran en la tabla 1 que muestra su respectiva figura graficada, en ésta se relaciona la influencia de la humedad en el momento de la cosecha con la calidad industrial del grano en la época de primavera.

Tabla No. 1: Influencia de la humedad en la calidad industrial en la época primavera

Humedad de Corte %	Granos Enteros %	Granos Partidos %	Rendimiento Industrial %
26,70	52,52	13,12	65,64
25,50	52,84	13,23	65,87
25,30	52,70	13,21	65,91
24,70	50,55	15,35	65,90
24,30	52,84	12,96	65,80
23,20	45,14	19,61	64,75
23,20	48,66	16,83	65,49
23,00	47,36	19,41	66,77
22,70	48,29	17,50	65,79
22,20	46,90	17,69	64,59
20,00	48,70	16,88	64,95
18,20	47,49	14,99	62,48
18,20	39,97	20,77	60,74
X ⁻ 22,86	X ⁻ 48,77	X ⁻ 16,27	X ⁻ 64,98

Según se observa en la Tabla No 1, la humedad de corte del arroz constituye un parámetro de gran importancia en cuanto a la calidad industrial, ya que a medida que ésta disminuye decrece el porcentaje de granos enteros, así como el rendimiento industrial; influyendo en la calidad industrial del grano. De un modo general, puede apreciarse que si se realiza la cosecha con humedad comprendida en un rango entre 24 y 26 % mantiene un porcentaje

de entero por encima del 50 % alcanzando valores hasta de 52.84 %, que resulta óptimo para la variedad en esta época de cosecha.

A medida que el porcentaje de humedad desciende hasta alrededor del 22 % el rendimiento de granos enteros disminuye considerablemente, hasta situarse entre valores que oscilan entre 46 y 48 %.

Por otra parte cuando la humedad de corte se realiza por debajo del 21 %, los rendimientos de entero muestran una caída brusca, coincidiendo con los parámetros que la literatura (Cuba, 2000) establece para la variedad LP-5 en esta época.

Los resultados para la variedad de arroz LP5 en la campaña de frío, se exponen seguidamente en la Tabla 2. y demuestran que esta variedad en todos los casos supera los resultados de la campaña de primavera, resultando significativa esta diferencia, donde se corrobora nuevamente en dependencia de la época, que al disminuir la humedad de cosecha decrece la calidad industrial; se observa que al cosecharse el arroz con humedades con rangos por encima de 24 % se obtienen rendimientos de entero de hasta 61.53, mientras que al realizarse cosechas por debajo de estos parámetros de humedad tiende a disminuir la calidad industrial (granos enteros), ya que llega a alcanzar valores de 39.5 % de granos enteros.

Estos resultados concuerdan con lo expresado por Castillo et al, (1993), donde destaca que resulta de sumo interés e importancia efectuar la cosecha en su momento oportuno, ya que éste es uno de los factores fundamentales que pueden garantizar una cantidad mayor de granos enteros en el proceso de molinación, pues no existe duda alguna de que el primer elemento de calidad, entre otros, es el contenido o la composición de granos enteros, lo que se consigue con la ejecución del corte del arroz dentro del rango comprendido entre 20 y 26 % de humedad (Cuba, 2000).

Diferentes autores como Duff y Roquero, (1975); De Datta , (1981), se han referido a lo necesario que resulta mantener una buena coordinación entre la

fase agrícola y la industrial, para poder obtener los parámetros de calidad, que son los que en realidad benefician al consumidor del arroz.

Tabla No 2: Influencia de la humedad en la calidad industrial en la época de frío

Humedad de Corte %	Granos Enteros %	Granos Partidos %	Rendimiento Industrial %
25,60	61,48	5,35	66,83
25,20	60,11	5,94	66,05
25,10	59,96	7,44	67,40
25,10	59,54	6,62	66,16
24,90	61,53	6,08	63,61
24,80	61,03	6,04	67,07
24,50	61,33	6,06	67,19
23,90	60,07	5,43	65,50
23,40	44,60	14,90	59,50
23,20	40,91	14,49	65,40
22,70	39,50	20,16	55,66
22,30	44,95	15,78	60,73
22,20	44,12	13,93	58,05
20,70	40,69	17,43	58,12
X ⁻ 24,07	X ⁻ 53,78	X ⁻ 9,86	X ⁻ 63,78

5.3-Efecto de la fertilización nitrogenada en la calidad industrial del arroz

Es sabido en la teoría expuesta en la memoria escrita de la revisión bibliográfica, que el nitrógeno tiene una gran importancia, no solo desde el punto de vista agrícola, sino también al momento de realizarse el procesamiento industrial del arroz, ya que este elemento contribuye a la obtención de un porcentaje mayor de granos enteros.

En la Tabla No. 3 se muestran los resultados en base a la utilización de dosis, así como en la frecuencia o momentos más apropiados para la aplicación de este fertilizante. Se tomaron valores registrados en las tarjetas de campos de diferentes unidades de producción del CAI “Sur del Jíbaro”,

por estimar datos que implicaran un mejor análisis a la hora de emitir una conclusión. Aunque en el objetivo del trabajo se declara que solo se trabaja en la UBPC “Las Nuevas” por tener en cuenta solo los datos registrados en esta UBPC.

Tabla No.3 Influencia de las dosis y momento, de aplicación del nitrógeno en la Calidad Industrial del Arroz.

UBPCA	Campos	Nitrógeno Kg/ha					Humedad Corte	Granos Enteros %	Granos Partidos %
		1ra	2da	3ra	4ta	Total			
Cedro	99	48	34	29	29	140	24,70	50,55	15,35
Cedro	16	37		34	31	102	26,70	52,52	13,12
Sur del Jíbaro	23			34	34	68	24,20	49,40	16,11
Cedro	29	34			45	79	23,70	41,57	20,48
Sur del Jíbaro	27		34		34	68	23,70	41,57	20,28
Sur del Jíbaro	11	34	34	34	34	136	24,70	45,77	20,59
Cedro	17	41	27	32	30	130	26,20	45,88	19,66
Cedro	100-A	43	29	29	27	128	24,80	47,35	17,50
Cedro	100	38	28	28	26	68	24,00	45,24	20,32

Tabla 4. Correlación aplicaciones de nitrógeno humedad de corte granos enteros y partidos

CORRELACIÓN APLICACIÓN TOTAL DE NITRÓGENO Y HUMEDAD DE CORTE GRANOS ENTEROS Y PARTIDOS									
UBPCA	Campos	Nitrógeno Kg/ha					Hdad Corte	Granos Enteros %	Granos Partidos %
		1^{ra}	2^{da}	3^{ra}	4^{ta}	Total			
Cedro	99	48	34	29	29	140	24,7	50,55	15,35
Cedro	16	37		34	31	102	26,7	52,52	13,12
Sur del Jíbaro	23			34	34	68	24,2	49,4	16,11
Cedro	29	34			45	79	23,7	41,57	20,48
Sur del Jíbaro	27		34		34	68	23,7	41,57	20,28
Sur del Jíbaro	11	34	34	34	34	136	24,7	45,77	20,59
Cedro	17	41	27	32	30	130	26,2	45,88	19,66
Cedro	100-A	43	29	29	27	128	24,8	47,35	17,5
Cedro	100	38	28	28	26	68	24	45,24	20,32
PEARSON/NITRÓGENO/ENTEROS Y PARTIDOS								0,38	-0,18
COEFICIENTE r^2 o varianza en %								0,142	0,034
COEFICIENTE r^2 o varianza en %								14,2	3,4
PEARSON/HUMEDAD/ENTEROS Y PARTIDOS								0,64	-0,55
COEFICIENTE r^2 o varianza en %								0,412	0,302
COEFICIENTE r^2 o varianza en %								41,2	30,2

El coeficiente de correlación expresa la relación entre dos variables medidas con un intervalo de razón (-1;+1), se toman como variables dependientes las aplicaciones de nitrógeno y la humedad de corte y como variables independientes los rendimientos en enteros y partidos, en este caso a mayor X, menor Y. como resultado se obtiene en las aplicaciones de nitrógeno en enteros un coeficiente positivo débil (+ 0,38), y partidos un coeficiente negativo débil (-0,18). Con una variabilidad en cada caso de 14,2% y 3,4%.

En el análisis de la correlación en la humedad de corte por considerarse que este se efectuó en condiciones favorables se obtiene en granos enteros una correlación positiva fuerte ya que es superior a la media de (0,64) lo que justifica una correlación negativa fuerte (-0,55), determinando una variabilidad de (41,2%) y (30,2%) respectivamente.

CORRELACIÓN RAZÓN APLICACIONES DE NITRÓGENO GRANOS ENTEROS Y PARTIDOS (POR APLICACIONES)									
UBPCA	CAMPOS	1ra		2da		3ra		4ta	
Cedro	99	48		34		29		29	
Cedro	16	37				34		31	
Sur del Jíbaro	23					34		34	
Cedro	29	34						45	
Sur del Jíbaro	27			34				34	
Sur del Jíbaro	11	34		34		34		34	
Cedro	17	41		27		32		30	
Cedro	100-A	43		29		29		27	
Cedro	100	38		28		28		26	
PEARSON/ENTEROS		0,50		-0,01		0,29		-	0,49
PEARSON/PARTIDOS		-0,45		-0,17		0,22		0,29	
COEFICIENTE r ² O VARIANZA		0,249	24,9%	0,0001	0,01%	0,09	8,5%	0,24	24,2%
COEFICIENTE r ² O VARIANZA		0,206	20,6%	0,029	2,9%	0,05	4,9%	0,08	8,4%

Resultados 1era aplicación correlación positiva media (0,50) granos enteros una correlación negativa débil (-0,45) granos partidos, con una variabilidad de (24,9%) y (20,6%).

Segunda aplicación correlación negativa débil resultados granos enteros (-0,01), correlación negativa débil granos partidos (-0,17), variabilidad (0,01%) y (2,9%).

Tercera aplicación correlación positiva débil resultados granos enteros (0,29), correlación positiva débil granos partidos (0,22), variabilidad de (8,5%) y (4,9%).

Cuarta aplicación coeficiente de correlación negativo débil granos enteros (-0,49), coeficiente de correlación positivo débil (0,29), variabilidad de (24,2%) y (8,4%).

En la descripción que se hace en la tabla 3, se aprecia que a medida que nos acercamos a la dosis recomendada que en este caso fue de 180 kg de N/ha se obtienen los valores mayores de entero, aunque en ocasiones no resulta posible emplear estas cantidades ya que no se dispone del fertilizante suficiente, además de presentarse dificultades frecuentes, debido a la falta de aviones para su aplicación en el momento oportuno.

Estos resultados coinciden con los expuestos en la literatura consultados, que se recomienda la fertilización nitrogenada, en tres etapas para los arroces de ciclo corto durante la sequía y dos aplicaciones durante la época de lluvias.

CONCLUSIONES

En el cumplimiento de los objetivos propuestos se resuelve el problema científico mediante las siguientes conclusiones:

La literatura especializada posibilitó hacer un análisis teórico el que permitió relacionar los distintos rangos de humedad en el momento de la cosecha y los esquemas de fertilización nitrogenada en diferentes fases del cultivo en la variedad LP5) en relación con el comportamiento de la calidad industrial del grano (por ciento de granos enteros).

Se determinó el rango de humedad más factible y las dosis más adecuadas de fertilización nitrogenada para la variedad de arroz LP5); que permiten mejorar la cantidad de granos entero para las campañas estudiadas, en la variedad LP5.

Se demostró la importancia de efectuar el corte del arroz dentro de los parámetros de humedad establecidos, con vista a la disminución en el deterioro en la calidad del grano, en la coincidencia con lo expresado en la literatura consultada.

Se demostró que con esquemas de fertilización menores que lo recomendado en la literatura (>180 kg/ha) se pueden obtener valores de calidad industrial del grano semejante a las potencialidades de las variedades estudiadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Roberto, A. Santiago Hernaiz: Contenido de humedad y rendimiento final del arroz. Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura, Quilamapu, 2001.
- Alves, F. C.A. et al: Secado de arroz en silos secadores y almacenadores. En memorias del 2do encuentro Internacional de Arroz, julio, 2002.
- Angladette, A: El arroz. Editora Blume, Barcelona, España, 1969.
- Balasubramanian, V.; A. C. Morales; R. T. Cruz and S. Abdurachman): On – farm adaptation of Knowledge – intensive nitrogen management technologies for rice systems. *Notr.Cycl. Agroecosyst.* 53, 999:59 – 69.
- Barber Salvador): Aspecto de la calidad del arroz en el escenario industrial y comercial:, conferencia magistral. En memorias del 2do encuentro Internacional de Arroz, julio, 2002.
- Berdayes, Hilda: “Arroz, protagonista de 2004”. *El Habanero Digital*. <http://www.elhabanero.cubaweb.cu>, 2004.
- Botta, S. et al: Manual de Botánica Sistemática para Ingeniero agrónomos. Instituto Superior de Ciencias Agropecuaria, La Habana. 1987.
- BOLETIN21: www.inia.cl/cobertura/quilamapu/pubbycom/bioleche/ boletín: Calidad Industrial del Arroz, 2000.
- Castillo, D. et al: Criterios sobre calidad del arroz en Cuba. Ponencia para presentar en X Conferencia Internacional del Arroz para América Latina y el Caribe, Venezuela, marzo, 1997.
- Castillo, W. et al: Efecto de la humedad de cosecha en el quebrado potencial del grano en variedades modernas de arroz en Calabozo, Venezuela. En memorias del 2do encuentro Internacional de Arroz, julio, 2002.
- Castillo, T.D. et al): papel de las variedades de arroz en el proceso de secado del grano. Instituto de Investigaciones del Arroz, Bauta, La Habana, 2002.
- Castillo, D; Ana A Hernández, R. Canet y otros: Papel del clima y la variedad en la producción industrial de arroz blanco entero en cuba. Informe

presentado en taller científico sobre Efectos del medio ambiente en la calidad del grano de arroz, Calabazo, Estado de Guárico, Venezuela, 1993.

Crutzen, P.J.: Atmospheric interaction – Homogeneous gas reaction of C, N and S containing compounds. en: B. Bolin; R. B. Cook, eds. The major biogeochemical cycles and their interaction. John Wiley and Sons, Inc. vol. XXI. 1983. p. 67 – 114.

Cruz F., Peña, R.: Madurez óptima par la cosecha y su influencia sobre los rendimientos agrícolas e industriales en cuatro variedades de arroz de ciclo medio y dos de ciclo corto. Resúmenes y Seminarios Arroceros, 1981.

Cuba: Instructivo Técnico del arroz. Instituto de investigaciones del arroz, Bauta, La Habana, 2000. p.102-103.

_____: Manual del arrocero. Instituto de investigaciones del arroz. La Habana, 2002. 70 pp.

_____: Curso de producción de semilla de arroz Instituto de investigaciones del arroz. La Habana, 2007. 75pp.

De Datta, S. K.: Principles and Practices of Rice Production. International Rice Research Institute. (IRRI). Los Baños. Philippines, 1981. 618 pp.

Duff, B, and Z. Toquero.). Factors affecting the efficiency of mechanization in form level rice pos-production systems. International rice research Institute (IRRI). Paper presented at a workshop an rice pos-production technology, University of the Philippines, 1975. 45 pp.

Guía de estudio: Evaluación de la calidad del arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 1980. p. 8.

Guerrero Riascos, R.: Fundamentos Técnicos para la Fertilización de Cultivos. Fertilización de cultivos de clima medio. Monómeros Colombo-Venezolanos. Segunda Edición. Barranquilla. Colombia, 1995, p. 27-45.

Hernández, A. A. et al: Efecto de la manipulación y el medio ambiente sobre la producción de granos enteros del arroz. Instituto de Investigaciones del Arroz, Bauta, La Habana. 2002.

Ismael, C.): Comportamiento de cuatro variedades de arroz (*O. sativa* L.) de ciclo corto en la zona de Los palacios. *Ciencia y Técnica en la Agricultura*, Vol. 7, No. 7, 1984. p. 21 – 29.

Instituto de Investigaciones del Arroz: Instructivos Técnicos del Cultivo del Arroz. MINAG. Cuba, 2001.

Instituto de Investigaciones del Arroz: Instructivos Técnicos del Cultivo del Arroz. MINAG. Cuba, 2006.

LAN, V., Kunze, D.R.: Relative humidity effect on the development of fissures in rice. *Cereal Chemistry*, 73(2), 1996.

Leinweber, P. and G. Reuter.. The influence of different fertilization practices on concentrations of organic carbon and total nitrogen in particle – size fractions during 34 years of soil formation experiment in loamy marl. *Biology and Fertility of soils*. 13, 1992: 119 – 124.

Méndez, J. H.: Incidencia de la temperatura del secado en la calidad del arroz, *Revista Arroz*, N° 13 de Abril, 1998.

Meneses, P.: Alternativa de Manejo y Tecnología Para el mejoramiento de la eficiencia en la Fertilización Nitrogenada en el Cultivo del Arroz en Aniego. Tesis en opción al grado científico de Master. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba, 2005. p. 78.

MINAG: Dirección de arroz. Instructivo Técnico, tomo II, nov. , 1983. 132 pp.

Munevar, M. F. Conceptos sobre la materia orgánica y el nitrógeno del suelo relacionado con la interpretación del análisis químico. En: *Fundamentos para la interpretación del análisis del suelo, planta y agua para el riego*. Francisco Silva M., ed. 2^{do} ed. Santa Fe de Bogotá. S.C.C.S, 1995. p. 227 – 243.

Programa del Partido Comunista de Cuba al V congreso. Editorial Política, La Habana, 1988.

Tascon, E.: Madurez, cosecha y trilla de arroz. *Investigaciones y producciones del CIAT*, Colombia, 1985.

UCAIA: Unión de Complejos Agro Industriales del Arroz. Programa Arrocerero. MINAG, 2001. 97 pp.

