

UCF Carlos Rafael Rodríguez

C U M AGUADA DE PASAJEROS

TITULO: "Evaluación de la calidad industrial del arroz en diferentes periodos de cosecha en el municipio Aguada de Pasajeros."



TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO EN PROCESOS AGROINDUSTRIALES

Por:

Autor: Omar Sosa Arbolay

TUTOR: Msc. Freddys Ramírez González.

AÑO 2014

Agradecimiento

Mi eterno agradecimiento a la Revolución cubana y su sistema educacional.

A todos los que contribuyeron de una forma u otra de la realización del mismo, mencionarlo sería muy extensa su realización, por lo que de una forma sencilla y modesta manifiesto mi más sincera gratitud hacia ustedes.

En especial a mis padres que sin su ayuda me hubiese sido imposible concluir el trabajo.

A los profesores que durante 6 años han sabido dar lo mejor de si para la formación profesional de nosotros sus discípulos.

A mis compañeros de estudios, que día a día compartimos el aula y los conocimientos adquiridos durante la carrera.

Una vez más gracias a todos que desinteresadamente me brindaron su apoyo.

Dedicatoria.

A todos mis familiares en especial a mis padres y hermanos

A mi tutor

A la Revolución, a todos los héroes y mártires en especial al comandante en jefe Fidel Castro Ruz que nos dio la posibilidad de ampliar nuestros conocimientos a través de la tarea Álvaro Reinoso.

Síntesis.

El trabajo se realizó en la Finca Los Hilarios del municipio de Aguada en el periodo que corresponde desde Noviembre de 2012 a Agosto de 2013. Se montó un experimento de campo en condiciones de producción donde se usó un diseño experimental bloque al azar. Para evaluar la calidad industrial del arroz en diferentes periodos de cosecha: a los 25 días del 50% de la paniculación cada 5 días se efectuaron cosechas hasta los 60 días, donde se evaluaron un grupo de variables relacionadas con la calidad industrial, a las que se le aplicó correlaciones de Pearson y regresión lineal múltiple. Los resultados indican que las condiciones climáticas en el municipio son favorables para la obtención de una calidad industrial arrocería elevada, que en el sector evaluado se caracteriza por un deterioro del rendimiento industrial y de sus componentes % de granos enteros y % de granos partidos, donde los expertos consideran que los factores que inciden en ello tienen que ver con el inadecuado manejo agrícola del cultivo. La evaluación de diferentes periodos de cosecha indica que si esta se realiza entre los 30 y los 40 días del 50% de la paniculación se eleva significativamente la calidad industrial del arroz en el sector no especializado del municipio, donde resultan ser predictoras del rendimiento industrial: la incidencia de enfermedades, el % de granos enteros y el % de granos partidos, en el modelo de regresión lineal.

Epígrafe	Tabla de contenidos	Páginas
1.0	Introducción.	1
1.1	Antecedentes.	1
1.2	Justificación del estudio.	1
1.3	Problema de investigación.	2
1.4	Hipótesis	2
1.5	Objetivo general.	2
1.6	Objetivos específicos.	3
2.0	Desarrollo.	4
2.1	Marco teórico de la investigación.	4
2.1.1	Valoración del contexto local, nacional y mundial.	4
2.1.2	Estado actual del conocimiento del problema de investigación.	11
2.1.3	Carencia que se quiere llenar con la investigación.	13
2.2	Materiales y métodos.	15
2.2.1	Caracterización de las condiciones climáticas en que se desarrolla el proceso productivo arrocerero del municipio Aguada de Pasajeros.	15
2.2.2	Caracterización de la producción industrial arrocerera, así como la percepción de los expertos acerca de los factores que la afectan en el municipio Aguada de Pasajeros.	15
2.2.3	Evaluación de la incidencia de diferentes periodos de cosecha sobre los factores que afectan la calidad industrial del arroz del sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros..	19
2.3.0	Resultados y discusión.	22
2.3.1	Caracterización de las condiciones climáticas en que se desarrolla el proceso productivo arrocerero del municipio Aguada de Pasajeros.	22
2.3.2	Caracterización de la producción industrial arrocerera, así como la percepción de los expertos acerca de los factores que la afectan en el municipio Aguada de Pasajeros.	24
2.3.3	Evaluación de la incidencia de diferentes periodos de cosecha sobre los factores que afectan la calidad industrial del arroz del sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros.	29
3.0	Conclusiones.	44
4.0	Recomendaciones.	45
5.0	Bibliografía.	46

1.0 Introducción

1.1 Antecedentes

El grano de arroz se consume en el mundo preferentemente como arroz blanco entero así como, en dependencia de las costumbres, algunos pueblos lo ingieren como granos separados y blandos. Otros acentuadamente pegajosos y pastosos. Específicamente en Cuba, el arroz gusta más como los primeros, por el tipo de comida que está más arraigado en los hábitos de la población, no obstante, para cierta forma de elaboración, como arroz mezclado con carnes y verduras se prefiere más pastoso (Castillo *et al.*, 2001).

La industria arrocera cubana se encuentra inmersa en la búsqueda de alternativas que contribuyan al mejoramiento de la eficiencia agroindustrial, lo cual se debe lograr para elevar la calidad del producto final (UCAIA, 1988).

El estado apropiado de madurez para la cosecha de arroz se alcanza cuando los granos están completamente maduros en la porción superior de la panícula y en estado pastoso en la parte basal (USDA, 1973), sin embargo, esta definición resulta subjetiva, partiendo del criterio de que los granos completamente maduros no tengan una humedad lo suficientemente baja como para fisurarse a causa de una rápida adsorción de agua (Kunze y Calderwood, 1985).

Mientras las mermas en los rendimientos agrícolas se atribuyen a causas de tipo mecánicas como el desgrane en el campo, que es mayor cuando el grano está más maduro (Angladette, 1969), las pérdidas en la calidad (porcentaje de grano blanco entero) se deben al fenómeno de la fisuración del grano, que se reproduce en un momento determinado del proceso de maduración (Kacher *et al.*, 1990) debido al bajo contenido de humedad, generalmente por debajo del 18 % (Ball y Ojha, 1975).

1.2 Justificación del estudio.

En el plano económico y comercial, la calidad industrial ocupa un lugar importante, por encima de otras categorías de calidades, pues ella se acerca más a las exigencias y hábitos alimentarios de los consumidores (Castillo *et al.*, 1993)

Según criterios de (Jordari y Linscombe, 1996), la maduración del grano y la susceptibilidad de la variedad a la fisuración del grano son, entre otros, factores que están directamente relacionados con la humedad óptima del grano para la

cosecha. Como la calidad industrial se evalúa esencialmente en términos de porcentaje del rendimiento de grano blanco entero, supone que el grano de arroz debe tener cierta resistencia a la abrasividad y fricción del molino, para que pueda conservar este atributo y, por tanto, alta calidad industrial (Noomhorm y Yubar, 1991).

En el sector no especializado o de arroz popular del municipio Aguada de Pasajeros se ha observado que la calidad industrial del arroz se ve afectada por una vez disminución cada vez más marcada muy por debajo del establecido para las variedades que se establecen y que disminuyen el rendimiento tanto agrícola como industrial ostensiblemente. Teniendo en consideración dicha problemática planteamos el siguiente:

1.3 Problema Científico

¿Cuál es el periodo óptimo de cosecha para mejorar la calidad industrial en el arroz producido por el sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros?

1.4 Hipótesis

La evaluación del % de granos partidos, % de granos enteros, incidencia de plagas y enfermedades, así como las mermas por humedad e impurezas y la época de siembra en diferentes periodos de cosecha contribuirá a determinar el periodo óptimo al establecimiento de estrategias para elevar la calidad industrial del arroz producido por el sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros

1.5 Objetivo General

Evaluar la calidad industrial del arroz en diferentes periodos de cosecha en el sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros.

1.6Objetivos específicos

1. Caracterizar las condiciones climáticas en que se desarrolla el proceso productivo arrocero en el sector no especializado en el municipio Aguada de Pasajeros.
2. Caracterizar la producción industrial arroceras, así como la percepción de los expertos acerca de los factores que la afectan en el sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros.

3. Evaluar la incidencia de diferentes periodos de cosecha sobre los factores que afectan la calidad industrial del arroz del sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros.

2.0 Desarrollo.

2.1 Marco teórico de la investigación.

2.1.1 Valoración del contexto local, nacional y mundial.

El concepto de calidad y su evolución.

A lo largo de la historia el término calidad ha sufrido numerosos cambios que es conveniente revisar, analizar en cuanto a su evolución histórica hasta llegar a la actualidad. A continuación se emiten algunos de los diferentes criterios, partiendo del significado dado en el diccionario y los emitidos por las principales organizaciones mundiales que han aportado sobre el tema hasta llegar a un concepto profundo de calidad. Partiendo del significado emitido en el diccionario:

Calidad: Manera de ser de una persona o cosa. // Carácter, genio, índole. // Estado de una persona, su naturaleza, su edad y demás circunstancias que se requieren para un cargo o dignidad. // Nobleza del linaje. // Importancia o gravedad de alguna cosa. Organización Internacional de Estandarización (ISO).
Calidad: es la totalidad de las características de una entidad que influyen en su capacidad de satisfacer necesidades declaradas o implícitas. Esta definición no está dada desde una óptica de marketing estratégico por lo que no tiene en cuenta las etapas de requerimiento y expectativas del cliente (Feigenbaum, 1995)

Calidad: Es la composición de todos los atributos y características, incluyendo el rendimiento de un determinado producto. En este concepto no se analiza una parte importante del producto que es su capacidad de satisfacer las necesidades del cliente, se centra en las cualidades del producto. Además se ve la calidad como algo estático y no se tiene en cuenta la mejora continua. Organización Europea para la Calidad (E.O.Q.) Calidad: La calidad de un producto o servicio representa el grado en que aquel cubre las exigencias del cliente al que va destinado, y es el resultado de la calidad de diseño y la calidad de fabricación. Esta interpretación a juicio de este autor comete el error de analizar la calidad en el producto final no analizando cada uno de los

procesos por los que este pasa. La evolución de este término está estrechamente vinculada a la importancia de la calidad en la sociedad en general (Cantú, 1997).

La sociedad industrial brinda a los individuos los innumerables beneficios de la tecnología pero los adapta a estilos de vida dependientes de la calidad de las mercancías y los servicios, En este momento el concepto de calidad deja de circunscribirse a las características de un producto y comienza a abarcar toda la relación Empresa – Cliente, concluyendo que Calidad son las características de un proceso, producto o servicio que le garanticen satisfacer las necesidades de sus cliente, obliga el estudio continuo, conocer que necesita, a que aspira y que nivel de satisfacción el producto ofrecido le asegura, conocer el entorno teniendo presente toda la influencia en el binomio Empresa. – Cliente. Es necesidad cubrir todos los requerimientos y superar las expectativas. Se deduce que el concepto de calidad encierra a todo aquello que en la empresa se hace, o se ha de hacer, para satisfacer cada vez mejor a los clientes (Bertoni, 1999).

En el contexto actual la calidad ha tenido una gran influencia, ya que los clientes se han desarrollado, saben lo que esperan del producto, que requisitos requieren, por otra parte la competencia también se ha hecho más fuerte, la calidad de los productos debe gestionarse con enfoque a procesos, es por ello que existe una filosofía empresarial que se ha convertido en la premisa de muchas organizaciones: el enfoque a procesos.

Sistemas de Gestión de la Calidad.

Se entiende por Sistema de Gestión de la Calidad el conjunto de directrices, políticas y requisitos que se deben satisfacer para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad, para dar cumplimiento a los estándares de calidad definidos o acordados con el cliente para un proceso o producto. Se diseñan con el objetivo de establecer y facilitar las tareas productivas de la empresa, mediante métodos relacionados con la actividad; que permiten controlar, evaluar y resolver de manera permanente el proceso operativo y los problemas inherentes, tomando en cuenta los aspectos directos e indirectos respecto de la calidad (Deming, 1989) .

Un SGQ constituye el conjunto formado por la estructura organizacional, los procedimientos, procesos y recursos (materiales, de personal u otros)

necesarios para implementar la gerencia de calidad. Con ellos se hace una evaluación de cómo y porqué se hacen las cosas. Todas las empresa, grandes y pequeñas, ya tienen una forma establecida o un sistema de hacer negocios. Las normas del SGQ identifican rasgos que pueden ayudar a que las empresas satisfagan los requisitos de sus clientes. No tratan de imponer algo totalmente nuevo (Bertoni, 1999).

El SGQ debe implicar a todas las fases del ciclo de vida de productos y servicios, desde la identificación de necesidades del mercado hasta la satisfacción de los requerimientos del Cliente. La implantación de un SGQ debe responder a un compromiso de la organización con la calidad, no debe utilizarse con el único fin de certificarse ante un organismo, ya que de no existir tal compromiso la entropía se encargará de que el sistema baje a niveles donde se pierda el prestigio (Cantú, 1997).

El compromiso debe ser asumido por toda la organización, por todos sus niveles, y empezar desde el más alto; estableciéndose para todas las actividades que afectan la calidad de un producto o servicio. Para que un SGQ sea efectivo debe tener en cuenta una serie de objetivos y requisitos que son indispensables para su implantación (Deming, 1989).

Calidad industrial de la producción arrocerá

Debido a la importancia que tiene el método de secado empleado para llevar a cabo un proceso eficiente y con calidad, es necesario realizar ensayos que permitan variar los parámetros tecnológicos del proceso y determinar en qué medida influye cada uno de ellos sobre los consumos energéticos y la calidad del producto final (Castillo *et al.*, 1993).

El estado apropiado de madurez para la cosecha de arroz se alcanza cuando los granos están completamente maduros en la porción superior de la panícula y en estado pastoso en la parte basal (USDA, 1973), sin embargo, esta definición resulta subjetiva, partiendo del criterio de que los granos completamente maduros no tengan una humedad lo suficientemente baja como para fisurarse a causa de una rápida adsorción de agua (Kunze y Calderwood, 1985).

Mientras las mermas en los rendimientos agrícolas se atribuyen a causas de tipo mecánicas como el desgrane en el campo, que es mayor cuando el grano está más maduro (Angladette, 1969), las pérdidas en la calidad (porcentaje de

grano blanco entero) se deben al fenómeno de la fisuración del grano, que se reproduce en un momento determinado del proceso de maduración (Kacher et al, 1990) debido al bajo contenido de humedad, generalmente por debajo del 18 % (Ball y Ojha, 1975).

En el plano económico y comercial, la calidad industrial ocupa un lugar importante, por encima de otras categorías de calidades, pues ella se acerca más a las exigencias y hábitos alimentarios de los consumidores (Castillo et al, 1993)

La variedad de arroz y la calidad industrial.

La resistencia a la abrasividad o fricción del molino de blanqueo, está más asociada a la cristalinidad del endospermo (Wadsworth, 1994) y a la facilidad de la fisuración del grano (Kunze, 1985); en cambio las propiedades de cocción y comestibles están determinadas por el contenido de amilosa del almidón y por la cantidad de proteína que cubra las células almidonosas, (Hamaker, 1994) y por la temperatura de gelatinización del almidón (Marshall, 1994).

Es por eso que la variedad de arroz juega un papel preponderante en la definición de la calidad del grano que se desea para satisfacer los requerimientos alimentarios de la población. El Programa Nacional de Mejoramiento Varietal tiene en cuenta estos aspectos y sus propósitos se orientan hacia esa dirección (Cruz y Claro, 1982).

Los contenidos de proteína bruta y de amilosa del arroz blanco son las expresiones químicas más generalizadas para caracterizar la calidad del grano de arroz; el primero comprende la calidad alimentaria de este cereal y el segundo la calidad de cocción y comestible del arroz. Casi la mitad del número de variedades cubanas tienen un contenido de proteína al 9 % (y la variedad IACuba 19 tiene más de 10 %); por debajo de 7% hay 2 variedades, incluyendo la Perla de Cuba que esta tan diseminada en la producción social. Entre 7% y 9% aparecen 5 cultivares, entre los que se encuentra la variedad IACuba 20 que comienza a extenderse en las áreas de producción en la actualidad. El valor promedio general del contenido de proteína bruta, sobre la base seca, para el grano blanqueado de las variedades cubanas, se encuentra en correspondencia con el que se reporta en la literatura (Juliano, 1985).

Otros aspectos de la calidad del grano, como la textura del arroz listo para comer, se mide de una manera directa, a través de la Prensa Instron (Unión

Europea), la cual expresa la fuerza requerida para separar el arroz cocinado que se adhiere (adhesividad) a la boca y al propio arroz, así como la resistencia a la masticación (consistencia) (Szczesniak 1963). Las únicas variedades que cumplen satisfactoriamente con esta prueba son la IACuba 19 y la IACuba 24, porque tienen un valor respectivamente de la adhesividad menor que 2,50 g/cm y de consistencia superior a 0.85 Kgf/cm(Chrastil, 1994).

Otro aspecto de la calidad del grano, de importancia económica y social, que está relacionado con la estructura física del endospermo del grano es la cristalinidad y los granos blancos enteros, cuando sale del molino de blanqueo. 85 % de cristalinidad es lo aceptable por variedad y sólo lo cumplen la Perla de Cuba (92,2%), IACuba 14(92,6%), IACuba 18 (86,4%), IACuba 20 y IACuba 21 (90,8 %). El porcentaje de grano blanco entero igual o superior a 55 es el promedio establecido por el Programa Nacional de Mejoramiento Varietal de Arroz en Cuba para variedades con buen comportamiento en el molino. Se pueden separar 4 cultivares que cumplen con esta norma, la Perla de Cuba, IACuba 14, IACuba 18 e IACuba 20. Las variedades que no cumplen con esta norma se afectan principalmente cuando se retrasa la cosecha respecto al momento óptimo pre-establecido para cada una de ellas (Castañeda, 1972).

El contenido de proteína bruta de las variedades de arroz de Cuba tiene un valor promedio superior a 8%, y hay variedades comerciales cuyos promedios son superiores a 9,5%. Estos valores son competitivos con los reportados para el arroz, en la literatura internacional. El contenido de amilosa es una característica del grano de arroz que necesita ser mejorado en Cuba, para favorecer su calidad comestible y de cocción.

El valor promedio de las variedades comerciales nacionales actuales está por debajo de los patrones establecidos para los hábitos de la población cubana. Las propiedades de cocción determinadas por la Prensa Instron reflejan que el grupo de variedades cubanas actuales no reúne la textura que satisface los hábitos de la población cubana. Se exceptúan las variedades IACuba 19 e IACuba 24. La temperatura de gelatinización del grano de arroz tiene que ser mejorada entre las variedades de arroz comerciales cubanas, para elevar cualitativamente sus propiedades de cocción (Aleman, 2001) .

Influencia de la maduración del grano en la calidad industrial

Según criterios de Jordari y Linscombe (1996), la maduración del grano y la susceptibilidad de la variedad a la fisuración del grano son, entre otros, factores que están directamente relacionados con la humedad óptima del grano para la cosecha. Como la calidad industrial se evalúa esencialmente en términos de porcentaje del rendimiento de grano blanco entero, supone que el grano de arroz debe tener cierta resistencia a la abrasividad y fricción del molino, para que pueda conservar este atributo y, por tanto, alta calidad industrial (Noomhorm y Yubar, 1991).

Por otro lado, la presencia en el grano de zonas opacas o tizones (Ikhashi y Khush, 1979), y la susceptibilidad a la fisuración (Juliano y Duff, 1991), son dos propiedades del grano de arroz con base genética, que constituyen las causas principales de la partidura del grano en el molino. Ambas son también fuertemente influenciadas por el medio donde se desarrolla el cultivo (Srinivas y Bhashyam, 1985), cuestión que proporciona al grano su aceptación o rechazo en el proceso de evaluación de la calidad.

El estado apropiado de madurez para la cosecha de arroz se alcanza cuando los granos están completamente maduros en la porción superior de la panícula y en estado pastoso en la parte basal (USDA, 1973), sin embargo, esta definición resulta subjetiva, partiendo del criterio de que los granos completamente maduros no tengan una humedad lo suficientemente baja como para fisurarse a causa de una rápida adsorción de agua (Kunze y Calderwood, 1985).

Mientras las mermas en los rendimientos agrícolas se atribuyen a causas de tipo mecánicas como el desgrane en el campo, que es mayor cuando el grano está más maduro (Angladette, 1969), las pérdidas en la calidad (porcentaje de grano blanco entero) se deben al fenómeno de la fisuración del grano, que se reproduce en un momento determinado del proceso de maduración (Kacher et al, 1990) debido al bajo contenido de humedad, generalmente por debajo del 18 % (Ball y Ojha, 1975).

El grano de arroz como producto final del proceso productivo.

El grano de arroz se consume en el mundo preferentemente como arroz blanco y entero y, en dependencia de las costumbres, algunos pueblos lo ingieren como granos separados y blandos, y otros acentuadamente pegajosos y pastosos. Específicamente en Cuba, el arroz gusta más como los primeros, por

el tipo de comida que está más arraigado en los hábitos de la población, no obstante, para cierta forma de elaboración, como arroz mezclado con carnes y verduras se prefiere más pastoso(Castillo, 1981) .

Estas propiedades diversas del grano de arroz encuentran sus causas en su composición química, en el tamaño de las moléculas que lo integra y en las interacciones químicas y físicas entre estas moléculas (Castillo, 1981), las cuales están determinadas principalmente por un carácter fuertemente genético (Mc Kenzie, 1994) y también por factores ambientales (Hamaker, 1994).

Composición y constituyentes del grano de arroz

Balasubramanian (2000) plantea que la variabilidad de la composición y de las características del arroz es muy amplia y depende de la variedad y de las condiciones ambientales en las que se efectúa el cultivo. Los compuestos que constituyen el arroz son esencialmente: almidón, proteínas, grasas, pentosanas, ligninas y cenizas, con indicios de numerosos metales y vitaminas. Con excepción del almidón, todos los demás compuestos se encuentran en las capas externas de la cariósida y en el germen. En el arroz descascarillado el contenido proteico oscila entre el 7 y el 12%, puede variar hasta 6-7 puntos, en porcentaje, para la misma variedad, según las condiciones ambientales de cultivo (Balasubramanian, 2000).

Hidratos de carbono.

Según IIA (2011) el almidón es el compuesto que se encuentra en mayor cantidad en el arroz: el 90% aproximadamente del peso seco del arroz elaborado. Entre otros hidratos de carbono, continúa la cita, se encuentran la celulosa y lignina. El arroz elaborado, concluye la cita, contiene un 88-90% de almidón, el 0,3-0,6 de pentosanas, el 0,2-0,6 de azúcares libres y el 0,2-0,5% de celulosa y lignina.

Compuestos nitrogenados.

El contenido de proteínas explica (Balasubramania et al. 1999), es el segundo en importancia, después de los hidratos de carbono, en el arroz descascarillado y en el elaborado. Las proteínas, continúan los autores, se encuentran en el arroz en sus múltiples fracciones aminoácidas.

Lípidos.

(Andrade 1996) expresa que las grasas, en el arroz descascarillado, representan aproximadamente el 2% del peso seco; se encuentran en mayor

proporción en el germen, pericarpio y capas de aleurona, cerca de un 80%.; casi un tercio se extrae del germen

Otros constituyentes orgánicos.

En el pericarpio, y fundamentalmente en las capas de aleurona y en el germen, se concentra la mayor parte de las vitaminas presentes en el arroz. El arroz sancochado (parboiled) tiende a mantener altos los valores de las vitaminas porque durante el proceso de precocción se difunden en el endospermo amiláceo (Andrade, 1996).

Minerales.

Los constituyentes inorgánicos presentes en el arroz, ordenados según la proporción en que se encuentran son: fósforo, potasio, magnesio, silicio, calcio, cloro, sodio, hierro, zinc, manganeso y aluminio (Andrade, 1996).

2.1.2 Estado actual del conocimiento del problema de investigación.

Proceso industrial del arroz

Proceso de secado industrial

La industria arrocera cubana se encuentra inmersa en la búsqueda de alternativas que contribuyan al mejoramiento de los consumos energéticos, lo cual se debe lograr manteniendo la calidad del producto final (UCAIA, 1988).

Una de las operaciones más importantes dentro del procesamiento industrial del arroz es el secado de la masa de granos. La misma influye directamente en la calidad final del producto, así como en los costos debido al consumo de combustibles y electricidad (Juliano, 1972).

Actualmente, los productores especializados de arroz utilizan diferentes tecnologías para realizar el secado del arroz. La más difundida en Cuba es la tecnología Stein, la cual posee un sistema de transportación que permite el flujo continuo del arroz dentro de la unidad de secado. Además tiene un sistema de limpieza que permite eliminar parte de las impurezas contenida en cada lote de secado mientras este se está procesando. También cuenta con una torre de secado, donde se realiza la operación principal del proceso. Esta tiene acoplado un sistema de ventilación que garantiza la introducción y el contacto del aire de secado con los granos. Para el calentamiento del aire se cuenta con un sistema de combustión directa. Dicho sistema asegura la

energía necesaria para la reducción gradual (alternado pases de secado con intervalos de reposo) de la humedad de los granos (Wasserman *et al*, 1965; Wimberly, 1983).

La norma de secado de la semilla de arroz en Cuba no permite que la temperatura de la masa de granos sea superior a 35 °C . Esta es la razón por la que en el proceso de secado de la semilla usando los secaderos aumenta el número de pases, lo que también implica aumento en el consumo de electricidad así como el almacenamiento excesivo de los granos húmedos(Cruz y Claro. 1982).

La regulación de la temperatura en cada pase es un factor importante, tanto para obtener un producto final (arroz consumo o semilla) en óptimas condiciones de calidad como para disminuir el índice de consumo de combustible por tonelada de arroz seco (Groff, 2002). El número de pases necesarios hasta alcanzar el valor de humedad que garantiza el almacenamiento seguro (por debajo de 13,5 %) también es de suma importancia ya que incide directamente sobre el consumo eléctrico de la unidad(Cruz y Claro. 1982).

La eficiencia de secado es una variable que se determina comparando los rendimientos del método de secado con los obtenidos de una muestra del lote que se seca de forma natural (sin aplicar temperatura al aire de secado) (UCAIA, 1988).

2.1.3 Carencia que se quiere llenar con la investigación

En el año 2005 la Provincia de Cienfuegos valoró la necesidad de implementar experimentalmente un programa de producción popular de arroz o del sector no especializado ya que no era posible satisfacer la demanda de consumidores y el país tiene que comprar en el mercado internacional el cereal cuyos precios son cada vez más elevados. Este programa se ha extendido y ocupa todo el sector, donde el municipio Aguada de Pasajeros está a la vanguardia en la producción de arroz de la provincia.

En el municipio de Aguada de Pasajeros se trabaja en la elevación de las producciones arroceras para el abastecimiento de la demanda municipal y para

ayudar a reducir las importaciones del cereal por parte del Estado. Por ello, elevar la calidad industrial no solo supone mejorar el producto terminado sino incrementar la cantidad de producto disponible para el consumo humano, pues al elevarse el rendimiento industrial se reduce la merma en el proceso de secado y pulido donde por concepto de fisuración del grano se pierden toneladas de producto que tienen que ser usados para el consumo animal por no estar apto para ello.

La calidad industrial del arroz es altamente dependiente del manejo agrícola que se le realiza al cultivo desde la selección de la variedad, la semilla hasta la cosecha (Castillo et al., 2005).

El estado apropiado de madurez para la cosecha de arroz se alcanza cuando los granos están completamente maduros en la porción superior de la panícula, sin embargo, esta definición resulta subjetiva, partiendo del criterio de que los granos completamente maduros no tengan una humedad lo suficientemente baja como para fisurarse a causa de una rápida adsorción de agua (Noomhorm y Yubar, 1991), de ahí que el factor maduración es determinante en la calidad industrial del arroz, por lo cual es necesario determinar el periodo óptimo de cosecha para lograr los valores de calidad industrial más elevados.

En el trabajo se efectúa un estudio en el cual se determina el periodo óptimo de maduración en las condiciones del municipio para el logro de la calidad industrial más elevada.

2. 2 Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la Finca Los Hilarios del municipio de Aguada, asentamiento Cocodrilo, perteneciente a la CCS Pedro Filgueiras, en el periodo que corresponde desde Noviembre de 2012 a Agosto de 2013.

2.2.1 Caracterización de las condiciones climáticas en que se desarrolla el proceso productivo arrocero del municipio Aguada de Pasajeros.

Para la caracterización de las condiciones climáticas se evaluaron en cinco años los datos de las variables climáticas siguientes:

- Promedio de temperatura media anual (°C).
- Promedio de temperatura mínima anual (°C).
- Promedio de temperatura máxima anual (°C).

- Promedio anual de velocidad del viento (m/s).
- Promedio anual de humedad relativa (%).
- Promedio anual de precipitaciones totales (mm).

Los datos fueron tomados de la estación meteorológica municipal.

2.2.2 Caracterización de la producción industrial arrocerá, así como la percepción de los expertos acerca de los factores que la afectan en el municipio Aguada de Pasajeros.

2.2.2.1 Caracterización del procesamiento industrial arrocero del municipio Aguada de Pasajeros.

Para el cumplimiento de este objetivo se recopilaron los datos de la oficina de estadística municipal (OME, 2014). Así como se siguió la metodología propuesta por Capote (2013). Los datos fueron llevados al tabulador electrónico Microsoft Excel, en el cual se le aplicó estadística descriptiva y se usó el método gráfico para la ilustración de los resultados. Las variables analizadas fueron:

- ✓ Merma industrial total (%)
- ✓ Merma por impurezas (%)
- ✓ Merma por humedad (%)
- ✓ Rendimiento agrícola ($t \cdot ha^{-1}$)
- ✓ Rendimiento industrial ($t \cdot ha^{-1}$)
- ✓ Granos enteros (%)
- ✓ Granos partidos (%)

2.2.2 Determinación de la percepción de los expertos acerca de los factores que afectan el proceso industrial arrocero en el municipio Aguada de Pasajeros.

Esta investigación se realizó por un equipo multidisciplinario (grupo de expertos), el cual estaba integrado por diversos especialistas que laboran en la Empresa de granos UEB Aguada de Pasajero atendiendo el cultivo del arroz

del sector no especializado y del proyecto de colaboración Cuba - Vietnam, productores de reconocida experiencia y especialistas que laboran en el Secadero "Nueva Industria" del municipio Aguada de Pasajeros.

El grupo de expertos fue seleccionado utilizando los siguientes criterios:

- ☐ Experiencia y calificación profesional en la actividad que desempeña. (Ingeniero agrónomo, ingeniero industrial, técnico de ambas especialidades).
- ☐ Conocimiento profundo de la actividad que desempeña.
- ☐ 5 o más años de experiencia en la actividad.
- ☐ 5 o más años de experiencia en el polo industrial.

Una vez definidos los criterios de selección de los expertos se procedió al cálculo del tamaño de la muestra según (Cuesta 2006). Para el efectivo desarrollo de este paso primeramente se decidió la proporción del error deseado al realizar la inferencia con los (n) expertos (p), el nivel de precisión (i) y el nivel de confianza que se desee tomar. Seguidamente se pasa a calcular el tamaño de la muestra de expertos, auxiliándose de la fórmula que a continuación se expone:

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

Donde:

K = Depende del nivel de confianza y adopta:

Cuando $1-\alpha = 95\%$ un valor de $K = 2,6896$

$P = 0.05$.

$i \leq 0,12$

$i = 0,11984$

Sustituyendo en la fórmula:

$$= 9.28 \approx 9.0$$

$n = 9$ expertos.

Después de realizado el cálculo se definió el número de expertos por cargos (9).

Aplicación del método Delphi, (Cuesta 2006) a través de diferentes rondas que se explican a continuación:

1. Desarrollo de la primera ronda. En este paso a cada experto del grupo de forma individual se le entregó un cuestionario pre-elaborado en la que se le plantea:

Aspectos a considerar para formar parte de la encuesta en los grupos de estudio para evaluar los Factores que afectan la calidad industrial arroceros en el municipio Aguada de Pasajeros.

¿Cuáles considera usted que sean las preguntas que se deben utilizar para lograr una información más exacta sobre los factores que afectan el proceso industrial arroceros en el municipio Aguada de Pasajeros?

Posteriormente se analizaron los resultados y a través de la técnica de reducción de listado, se erradicaron repeticiones y similitudes, que determinaron los expertos.

2. Desarrollo de la segunda ronda.

En esta ronda a los expertos se les preguntó:

¿En qué nivel considera usted las preguntas a utilizar según el nivel de relación e información que pueden ofrecer las mismas sobre los factores que afectan la calidad industrial arroceros del sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros?

En este paso se les orientó a los expertos que significaba que se considera la pregunta de mayor importancia y así en orden descendiente el resto de las preguntas.

Luego de recogidas las respuestas de todos los expertos, se determinó el nivel de concordancia a través de la expresión:

$$Cc = (1 - Vn / Vt) * 100$$

Donde:

Cc: Coeficiente de concordancia expresada en porcentaje.

Vn: Cantidad de expertos en contra del criterio predominante.

Vt: Cantidad total de expertos.

Los criterios donde $Cc \geq 60\%$ se tomaron en cuenta y donde $Cc < 60\%$ se desecharon.

Para la validación del trabajo del grupo de expertos se utiliza el método de Kendall, recomendado por Cuesta (2006) que consiste en la recopilación o recogida de información ponderada de los expertos, se debe trabajar con 7 expertos como mínimo. En esta se unifica el criterio de varios especialistas con

conocimiento de la temática, de manera que cada integrante del panel haya ponderado según el orden de importancia, que cada cual entienda a criterio propio.

El procedimiento matemático aplicado fue el de (Cuesta 2006) que se basa en la suma de la puntuación para cada característica, con el algoritmo siguiente:

- Llevar a la tabla el resultado de la votación de cada experto.
- Sumatoria de todos los valores por fila.
- Cálculo del coeficiente (T).
- Se realiza el control de las características cuyo valor es menor que el coeficiente (T).
- Cálculo de Δ , se hace por fila y uno por uno.
- Cálculo de Δ_2 , se halla la sumatoria al final de la columna.
- Posteriormente se halla el coeficiente de Kendall (W).
- Si se cumple hay concordancia y el estudio es válido. (K: Número de características. m: Número de expertos).
- Si $W < 0.5$ se repite el estudio, de haber un número de expertos mayor que 7 deben eliminarse los que más variación introducen en el estudio, respetando siempre $m \geq 7$.

2.2.3 Evaluación de la incidencia de diferentes periodos de cosecha sobre los factores que afectan la calidad industrial del arroz del sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros.

Para ello se adquirieron las semillas certificadas de la variedad Perla de Cuba del Banco de Germoplasma de la Empresa de semillas de Cienfuegos. Para el experimento de campo en condiciones de producción se usó un diseño experimental bloque al azar, con 8 tratamientos: y 10 réplicas.

Los tratamientos empleados fueron:

Tratamientos	Nombre
1.	A los 25 días del 50% paniculación.
2.	A los 30 días del 50% paniculación.

3.	A los 35 días del 50% paniculación.
4.	A los 40 días del 50% paniculación.
5.	A los 45 días del 50% paniculación.
6.	A los 50 días del 50% paniculación.
7.	A los 55 días del 50% paniculación.
8.	A los 60 días del 50% paniculación.

Las evaluaciones se efectuaron tanto en de frío, como de primavera durante la campaña 2012-2013. Las siembras fueron realizadas entre mayo - junio para la época de primavera y entre diciembre - enero para la de frío, donde se efectuaron las cosechas entre septiembre - noviembre y abril - junio para las épocas respectivas., por el sistema de trasplante, en condiciones de aniego.

La preparación del suelo coincide con las empleadas en el municipio en el sector no especializado así como también el resto de las labores de trasplante y atenciones culturales. La cosecha se efectuó desde los 25 días, después de alcanzarse el 50% de la paniculación, hasta los 60 días, con intervalos de 5 días entre cada una (8 cortes en total para cada bloque seleccionado).

Durante el desarrollo del ciclo del cultivo se midió: la incidencia de plagas de las espigas (*Tibracalativentris* y *Oebalusinsularis*) y incidencia de enfermedades del vaneado y manchado del grano. Esto se efectuó de la siguiente manera:

- ✓ Ataque de plagas (1- No; 2 – ligera; 3 – media; 4- Intensa)
- ✓ Ataque de enfermedades (1- No; 2 – ligera; 3 – media; 4- Intensa)

Se determinó el rendimiento agrícola mediante la cosecha de 4 muestras de 4 m² en cada fecha de corte y se expresó en t.ha⁻¹. Los granos cosechados fueron pesados. Los % de impurezas y merma por impurezas se determinaron mediante el análisis industrial de muestras de arroz cáscara de 1 Kg recomendado por Peña *et al.* (2000).

Los granos se secaron al sol siguiendo las recomendaciones del IIA (2010) exponiéndolos al sol durante tres días consecutivos. Donde se evitó la exposición al sol en las horas comprendidas entre las 12:00 m y las 2:00 p.m. para que la temperatura del grano no sobrepasara los 41 °C. Donde se logró aproximadamente un 13% de humedad que se obtuvo por diferencia de peso o

método gravimétrico recomendado para condiciones de campo por (Castillo 1987).

Los granos secos fueron descascarados y pulidos con una máquina artesanal.

A los granos pulidos se le midieron las siguientes variables:

- ✓ Granos enteros (%)
- ✓ Granos partidos (%)
- ✓ Granos lechosos (%)
- ✓ Granos cristalinos (%)
- ✓ Rendimiento industrial (t.ha^{-1})
- ✓ Incidencia de plagas
- ✓ Incidencia de enfermedades

Evaluación estadística

Se aplicó comparaciones de media con prueba de Tukey entre las épocas y entre los periodos de cosecha para determinar si existe diferencia significativa para $P \leq 0.05$. Se le calcularon, además, el coeficiente de correlación bilateral de Pearson para determinar la influencia de las variables evaluadas sobre los rendimientos agrícola e industrial; así como Regresión lineal múltiple donde se usó el rendimiento industrial como variable dependiente para determinar las variables que lo determinan en el sector arrocerero evaluado. Se usó para los cálculos el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows.

2.3.0 Resultados y discusión

2.3.1 Caracterización de las condiciones climáticas en que se desarrolla el proceso productivo arrocerero del municipio Aguada de Pasajeros.

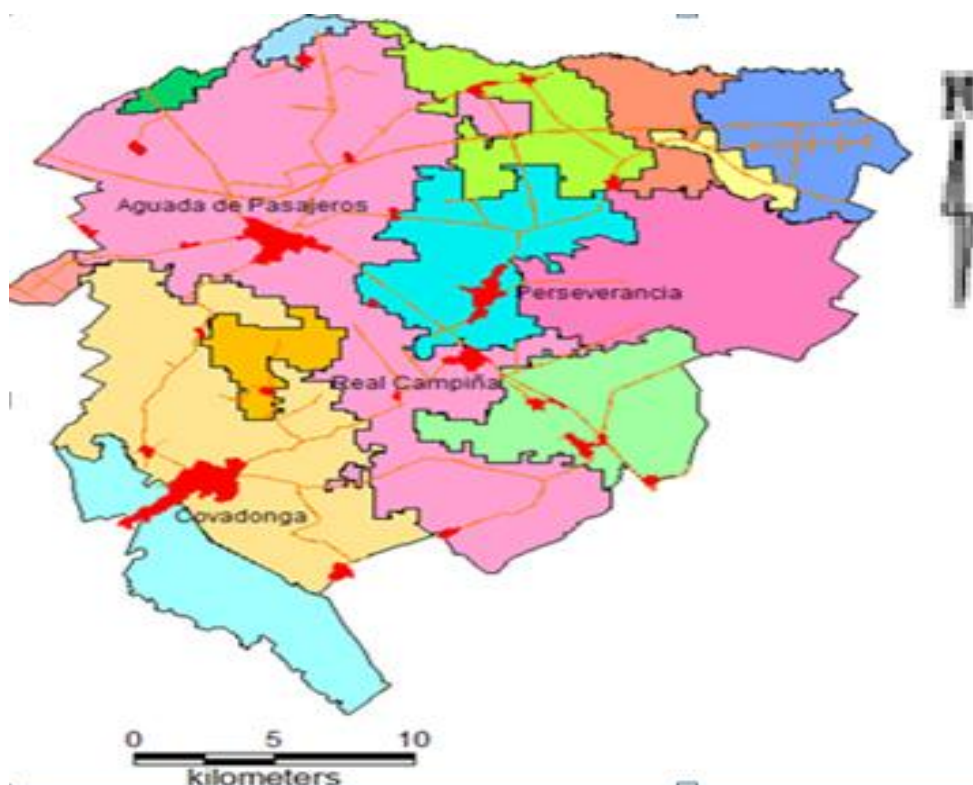


Figura 1 Mapa del municipio de Aguada de Pasajeros. Fuente: Moreno (2006)

Según Moreno (2006) el municipio de Aguada de Pasajeros (Figura 1) forma parte de los ocho territorios que integran la provincia de Cienfuegos, situado en su porción oeste, en los 22° 21' de latitud norte y los 80° 47' de longitud oeste. Limita al norte con el municipio Los Arabos de la provincia de Matanzas, al este con los municipios de Rodas y Abreu, al sur con el municipio Ciénaga de Zapata y al oeste con el de Calimete, ambos de la provincia Matanzas. El relieve está representado mayoritariamente por la llanura de Cienfuegos y su porción norte en la llanura de Matanzas. Ocupa una superficie de 680,2 Km² que representan el 16,27 % de la provincia.

A continuación se realiza una descripción del comportamiento de las variables climáticas en el municipio Aguada de Pasajeros durante los últimos 8 años:

La figura 2 muestra que en el municipio Aguada de Pasajeros el promedio anual de temperaturas oscila entre 23.8 °C (2010) y 25.8 °C (2009), donde la media histórica anual es de 24.61 °C. La humedad relativa promedio anual oscila entre el 74 y 80%, donde la media histórica anual es del 77.25%. Estos resultados indican una elevada humedad ambiental en el municipio lo cual es favorable en la calidad industrial del arroz y según Peña *et al.* (2000) una

elevada humedad del grano puede favorecer hasta un límite la calidad del grano con un porcentaje de granos blancos enteros superior.

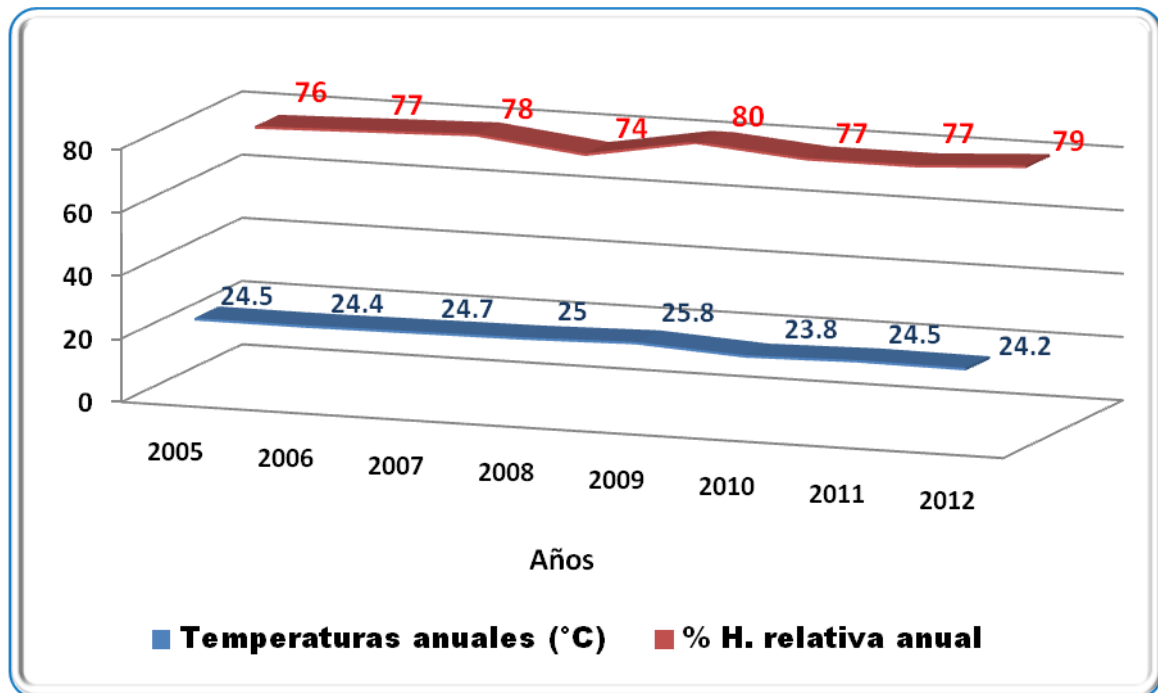


Figura 2 Incidencia de algunas variables climáticas en el agro ecosistema Cocodrilo.

Las precipitaciones anuales en el municipio Aguada de Pasajeros (Figura 3) revelan que los años más lluviosos fueron: 2008 (1707.40 mm), 2012 (1631 mm) y 2007 (1573.30mm). Los menos lluviosos fueron: 2006 (1005mm), 2005 (938.4mm), donde la media anual es de 1330.89 mm que es superior a la media nacional (1300 mm). Estos resultados confirman la elevada humedad ambiental lo cual es favorable para la obtención de una calidad industrial elevada (Castillo et al., 1993).

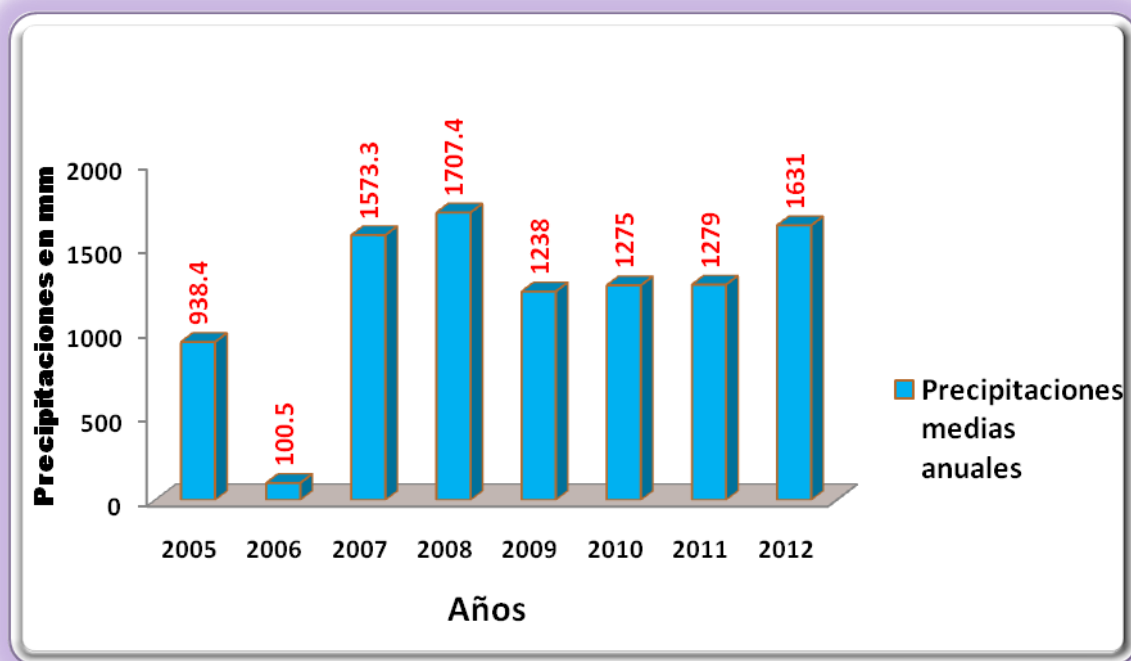


Figura. 3 Precipitaciones registradas a través de los años en el municipio Aguada de Pasajeros

2.3.2 Caracterización de la producción industrial arrocerá, así como la percepción de los expertos acerca de los factores que la afectan en el municipio Aguada de Pasajeros.

2.3.2.1 Caracterización del procesamiento industrial arrocero del municipio Aguada de Pasajeros.

El % de pérdidas por concepto de merma por humedad y por impurezas en el procesamiento industrial del arroz en el municipio Aguada de Pasajeros aparece en la tabla 2:

Tabla 2 % de pérdidas, promedio de las dos épocas, por concepto de merma por humedad y por impurezas en el procesamiento industrial del arroz en el municipio Aguada de Pasajeros.

Años	Merma Total	Merma por humedad	Merma por impureza
2004	23,80	9,70	14,10
2005	27,70	10,50	17,20
2006	24,80	13,10	11,70
2007	25,80	12,10	13,70
2008	26,30	11,40	14,90
2009	24,00	10,20	13,80

2010	24,10	10,80	13,30
2012	20,70	6,40	14,30
2013	19,50	7,40	12,10
Promedio	24,08	10,18	13,90

Se observa que en el municipio las mermas del arroz en el proceso industrial promedia un 24.08% que a través de los años ha llegado hasta el 27.70% (año 2005) y ha disminuido hasta 19.50% (año 2013). De la merma promedio total por humedad es del 10.18%, donde ha llegado hasta 13.10% (año 2006) y se ha reducido hasta el 6.40% año 2012. La merma por impurezas en el municipio promedia un 13.9% que oscila entre el 11.70% (año 2006) y el 17.20% (año 2005). Estos resultados indican elevados porcentajes de merma total en el municipio si se considera lo planteado por (Aleman *et al*/2001), quienes refieren que las mermas por humedad en el proceso industrial del arroz son responsables de la reducción del rendimiento y de la calidad del mismo, donde se considera normal por las propias características de proceso productivo tanto agrícola como industrial: un 5% por impurezas y hasta el 10% por humedad, lo cual permite considerar un rango de pérdida por merma total por impurezas de hasta el 15%.

Tabla 3 Rendimiento industrial y sus componentes en el sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros. (Fuente: Capote, 2013)

Años	Rendimiento agrícola (t.ha ⁻¹)	Rendimiento industrial (t.ha ⁻¹)	Granos enteros (%)	Granos partidos (%)
2009	3,16	1,58	66,6	33,4
2010	3,59	1,56	67,2	32,8
2011	3,66	1,59	65,3	30,3
2012	3,49	1,52	61,4	38,6
2013	3,68	1,50	60,3	39,4
Promedio	3,76	1,55	64,16	34,9

Se puede apreciar (Tabla 3) que el rendimiento agrícola muestra un crecimiento en el municipio en el sector no especializado que se caracteriza, según Castillo *et al* (2005), por el uso de pocos insumos en el proceso productivo. El rendimiento industrial oscila entre 1.50 t.ha⁻¹ (año 2013) y 1.59 (2011) que representa entre 43.5 y el 40.7% del rendimiento agrícola, lo cual es bajo si se tiene en cuenta lo planteado por Castañeda (1972) quien refiere que

un buen rendimiento industrial debe ser superior al 50% de rendimiento agrícola. Donde se observa un decrecimiento de este indicador de calidad industrial así como también del % de granos enteros y un considerable aumento de los granos partidos. Estos resultados indican que la calidad industrial en el municipio muestra un deterioro en los últimos años evaluados.

2.3.2.2 Determinar la percepción de los expertos acerca de los factores que afectan el proceso industrial arrocero en el municipio Aguada de Pasajeros.

Método Delphi y Prueba W de Kendall

El cálculo de los % de concordancia en el criterio de los expertos, según la prueba de W de Kendall aparecen en las tablas 3 y 4:

Tabla 4 Cálculo de los rangos de concordancia en el criterio de los expertos, según la prueba de W de Kendall.

- a) Factores que afectan la calidad industrial arrocero en el municipio Aguada de Pasajeros.

Factores que afectan la calidad industrial arrocero	Rango promedio de concordancia (%)
Deterioro de la calidad de la semilla	95.8
No aprovechamiento de la época de siembra	100
Inadecuada preparación de tierra	96.2
Momento no oportuno de las aplicaciones de plaguicidas	88.6
Insuficiente manejo de la fertilización en momento y cantidad	98.6
Inadecuado manejo del riego	93.1
Cosecha temprana o tardía por inadecuada planificación de los recursos	100

Falta de capacitación actualizada	100
-----------------------------------	-----

El 95.8% de los expertos concuerdan en que el deterioro de la calidad de la semilla es un factor que reduce el rendimiento industrial, lo cual concuerda con lo planteado por (Castillo *et al.* 2006) quien refiere que las mezclas varietales en semillas de mala calidad producen elevados % de partiduras en los granos durante el proceso de pulido industrial o artesanal. Mientras que el 100% de los expertos consideran que el no aprovechamiento de la época de siembra y el momento de cosecha óptimos producen deterioro de la calidad industrial, lo cual concuerda con lo planteado por (Cruz y Claro 1982) que indican que la siembra fuera de época facilita el vaneado de los granos por diversas causas, así como el % de granos lechosos o no cristalinos que tienden a disminuir el número de granos enteros. Por otra parte la cosecha temprana o tardía eleva la merma por humedad, dado por la elevación del contenido de humedad antes del secado sobre todo si se hace al sol, que no debe sobrepasar el 30% pues la temperatura en el secado tiende a sobrepasar los 40°C y esto favorece la partidura de los granos en el molinado que se realiza en el proceso industrial o artesanal de pulido del arroz (Castillo *et al.*, 1993).

Según el 96.2% de los expertos la inadecuada preparación del suelo en el arroz de sector no especializado, sobre todo la nivelación provoca trastornos en el régimen hídrico y nutricional de las plantas de arroz lo cual produce afectaciones a los rendimientos tanto agrícola como industrial con la (González, 1980).

Existió una concordancia del 88.6% de los expertos en que el momento no oportuno de las aplicaciones de plaguicidas disminuye la efectividad del control de los estos agentes nocivos sobre todo los que afectan el llenado del grano, donde se producen los llamados medios granos o granos incompletos que se parten en el molinado del arroz (Juliano,*et al.*, 1993).

Los expertos coinciden (98.6%) en que el insuficiente manejo de la fertilización en momento y cantidad repercute en la calidad industrial ya sea artesanal o no. Los trastornos nutricionales por déficit o exceso producen granos de baja calidad donde el % de granos blancos enteros disminuye sensiblemente, lo cual repercute de forma negativa en el rendimiento industrial (Kocheret *al.*, 1990). De igual manera el inadecuado manejo del riego (concordancia de

un 93.1% de los expertos) produce trastornos hídricos que producen llenado parcial de los granos y se eleva el % de granos vanos que disminuyen los rendimientos agrícola e industrial (Kunze y Prasad, 1978).

El 100% de los expertos concuerdan que la capacitación actualizada a los productores sobre las causas que producen reducción en el rendimiento industrial del arroz aún es insuficiente, lo cual también es expresado por la Unión de Complejos Industriales del Arroz (UCAIA, 1988), así como por Cruz *et al.*, 2005, quienes aseguran que se capacita más a los productores sobre los factores que elevan o disminuyen el rendimiento agrícola sin embargo los temas relacionados con el rendimiento industrial son escasamente tratados en las actividades de capacitación.

Tabla 4 Estadísticos de contraste.

N	14	14
W de Kendall ^(a)	0,724	0,863
Chi-cuadrado	174,56	193,418
gl	13	13
Sig. asintót.	0,000	0,000

a. Coeficiente de concordancia de Kendall

Como se observa se obtuvieron en ambas rondas se obtuvieron coeficientes de Kendall (Tabla 4) con valores superiores a 0.5, lo cual valida los resultados, donde se definieron factores que afectan el rendimiento industrial arrocero en el municipio Aguada de Pasajeros (Tabla 3).

2.3.3 Evaluación de la incidencia de diferentes periodos de cosecha sobre los factores que afectan la calidad industrial del arroz del sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros.

El rendimiento agrícola y los componentes del rendimiento industrial en diferentes periodos de cosecha en la época de primavera en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros (Figura 4) indican que entre los 30 y 40 días de la paniculación se obtienen los mayores rendimientos agrícolas e industrial, además de los porcentajes de granos blancos enteros más elevados, así como los menores de granos partidos. También se observa como después de los 40 días de la paniculación la partidura de los granos se incrementó en más de un 15% lo cual concuerda con lo planteado por (Kacheret *al*,1990)

quien refiere que las pérdidas en la calidad (porcentaje de grano blanco entero) se deben al fenómeno de la fisuración del grano, que se reproduce en un momento determinado del proceso de maduración debido al bajo contenido de humedad, generalmente por debajo del 18 % (Ball y Ojha, 1975).

(Peña *et al.* 2000) aseguran, después de haber estudiado la calidad industrial del arroz en seis variedades comerciales cubanas que el periodo óptimo de maduración para la obtención de rendimientos agrícolas e industriales favorables está entre los 30 y los 45 días después de la paniculación.

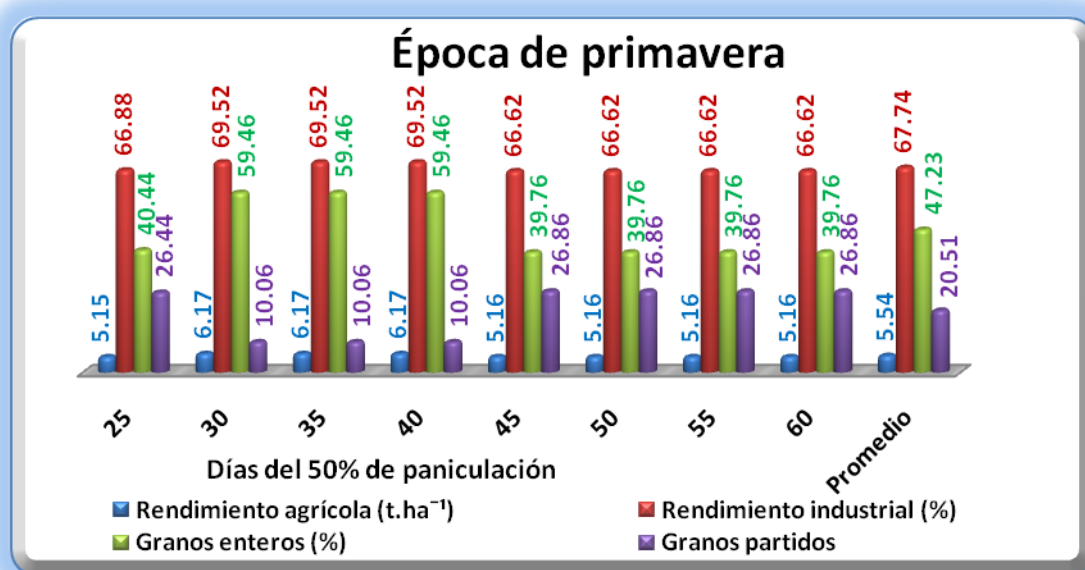


Figura 4 Rendimiento agrícola y los componentes del rendimiento industrial en diferentes periodos de cosecha en la época de primavera en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros.

El rendimiento agrícola y los componentes del rendimiento industrial en diferentes periodos de cosecha en la época de frío en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros (Figura 5) muestran resultados similares a los obtenidos en la época de primavera, donde los mejores resultados en cuanto a rendimiento agrícola e industrial y sus componentes. Se ratifica que en las condiciones de Aguada de Pasajeros, el periodo óptimo de cosecha del arroz está entre los 30 y los 40 días después de la paniculación. Lo cual confirma lo planteado por (Peña *et al.* 2000) quienes exponen que en la calidad industrial del arroz es más importante el momento en que se realiza la cosecha que la época y la variedad que se seleccione.

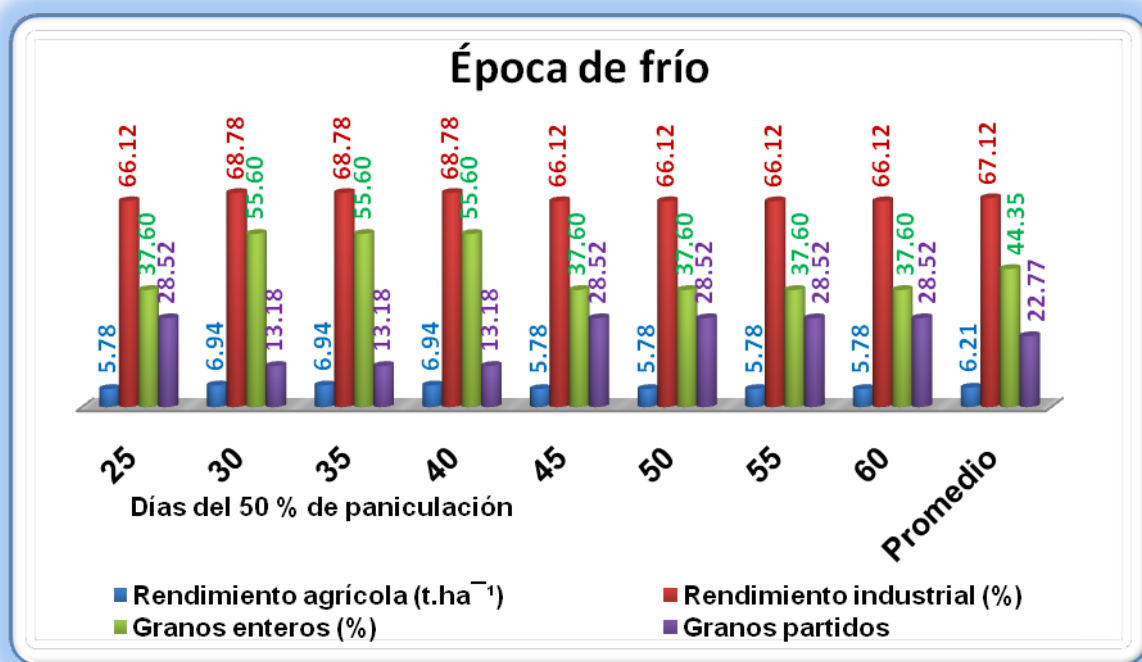


Figura 5 Rendimiento agrícola y los componentes del rendimiento industrial en diferentes periodos de cosecha en la época de frío en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros.

Las comparaciones de media con prueba de Tukey para el rendimiento agrícola y los componentes del rendimiento industrial en las dos épocas evaluadas en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros (Figura 6) muestran diferencia significativa entre las dos épocas para las variables evaluadas donde los valores más elevados de rendimiento agrícola (6.21t.ha⁻¹) se exhiben en la época de frío. Estos resultados se corresponden con lo planteado por (Canet *et al.* 1978 a y b), quienes explican que el arroz encuentra en la época de invierno las condiciones de temperatura más favorables que en la de primavera pues muchos de los procesos fisiológicos requieren rangos de temperatura por debajo de los 25 °C. También (Suárez *et al.* 2010) reporta bajos niveles de ataque de plagas y enfermedades en la época de frío por tener un rango de temperaturas promedios desfavorable para el desarrollo de estas. Además cuando las temperaturas del aire son frescas (periodo menos lluvioso o invernal) el ciclo del cultivo se alarga debido a que los procesos de crecimiento y desarrollo disminuyen su intensidad, lo contrario ocurre cuando se elevan las temperaturas en que el ciclo se acorta. Todas estas diferencias entre las

épocas repercuten en el rendimiento que puede ser un poco más elevado en invierno que en primavera (Suárez *et al.*, 2010 y Canet *et al.*, 1978 a).

El rendimiento industrial (67.71%) y sus componentes se elevan en la de primavera con mayores porcentajes de granos blancos enteros (47.15%) y los menores de Granos partidos. Este resultado se explica a partir de lo planteado por Peña *et al.* (2000) quienes aseguran que el contenido de agua del grano es mayor en primavera que en invierno lo cual repercute en la fisuración del grano que es mayor cuando baja la humedad de estos y se afecta el rendimiento industrial.

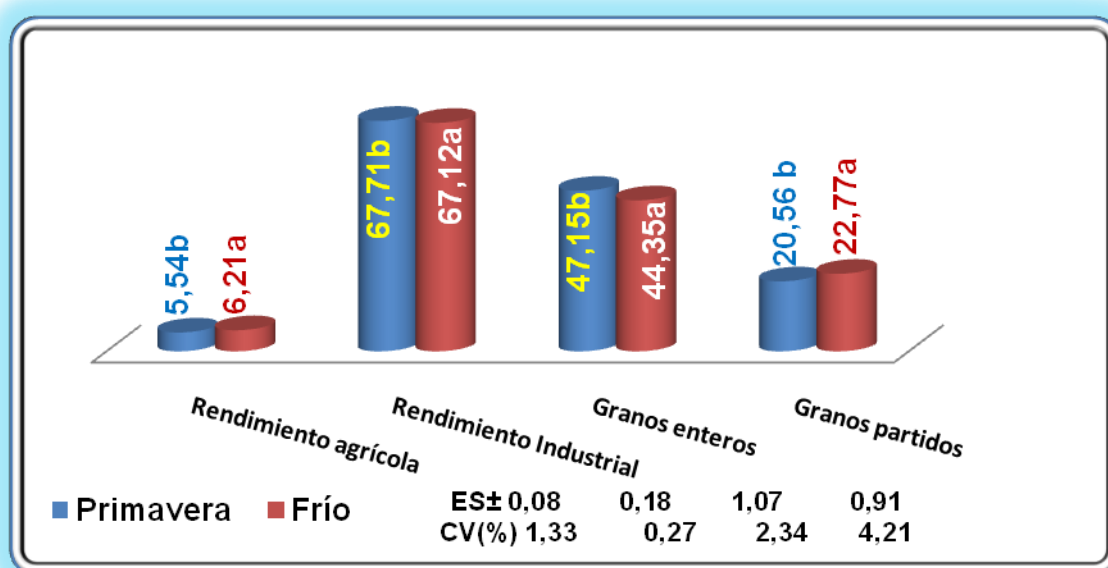


Figura 6 Comparaciones de media con prueba de Tukey ($p < 0.05$) para el rendimiento agrícola y los componentes del rendimiento industrial en las dos épocas evaluadas en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros.

El coeficiente de correlación entre el rendimiento agrícola y el industrial en diferentes periodos de cosecha en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros (Figura 7) resultó ser positivo y significativo para $p < 0.01$ (0.521**). Resultados similares reportan (Castillo 1981); Cruz y Claro (1982) que explican que se debe a que un rendimiento agrícola elevado supone una calidad del grano elevado dado a que el número de granos vanos y semillenos es menor y que esto conlleva a que los porcentajes de granos enteros y partidos sea favorable para la obtención de elevados rendimientos industriales.

(Angladette 1969) señala que cuando el arroz se cosecha con una humedad baja, se afecta el rendimiento agrícola por efecto del desgrane, que es mayor

cuando el grano está más maduro. Con este criterio coinciden también (Kunze y Calderwood, 1985) al confirmar que una cosecha muy adelantada produce pérdidas debido a que existen granos en la planta que no han completado su ciclo en la maduración y cuando se realiza tardía, las pérdidas son mayores porque se producen desgranes en el campo. Varios autores, entre los que se encuentran (Johnston y Miller 1972), (Castañeda 1972), Gonzáles 1980 y 1986, Cruz y Claro 1982 y Peña et al 1983), coinciden en señalar la existencia de un momento óptimo de cosecha para la obtención de máximos rendimientos agrícolas e industriales.

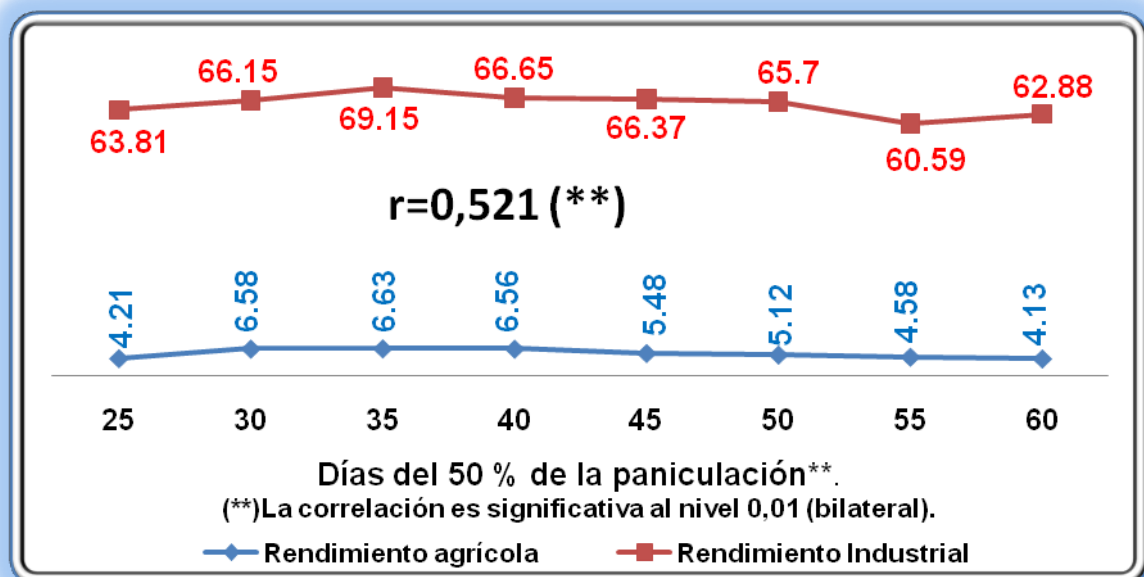


Figura 7 Coeficiente de correlación entre el rendimiento agrícola y el industrial en diferentes periodos de cosecha en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros.

La correlación entre el rendimiento agrícola e industrial con indicadores de calidad industrial en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros (Figura 8) presenta coeficientes significativamente altos y positivos ($p < 0.01$) entre el rendimiento agrícola con los granos enteros (0.591**) y los cristalinos (0.819**) que además muestran una estrecha relación con el rendimiento industrial (0.881** y 0.580** respectivamente). El % de granos cristalinos influye más sobre el rendimiento agrícola que sobre el industrial mientras que lo contrario sucede con el % de granos enteros. Estos resultados coinciden con

los obtenidos anteriormente y con lo reportado por (Castillo 1981); Cruz y Claro 1982) ya explicado en la figura anterior.

Los porcentajes de granos partidos (-0.589** para el rendimiento agrícola y -0.832** para el industrial) y lechosos (-0.819** para el agrícola y -0.580** para el industrial) inciden negativa y significativamente sobre los rendimientos agrícola e industrial. El % de granos partidos disminuyen más el rendimiento industrial que el agrícola mientras que sucede lo contrario con el % de granos lechosos. Según los autores la presencia en el grano de zonas llamadas lechosas, opacas o tizones (Ikihashi y Khush, 1979), y la susceptibilidad a la fisuración (Juliano y Duff, 1991), son dos propiedades del grano de arroz con base genética, que constituyen las causas principales de la partidura del grano en el molino. Ambas son también fuertemente influenciadas por el medio donde se desarrolla el cultivo (Srinivas y Bhashyam, 1985), cuestión que proporciona al grano su aceptación o rechazo en el proceso de evaluación de la calidad agrícola pero más aún industrial donde se observa más directamente el resultado final.

Según criterios de (Jordari y Linscombe 1996), la maduración del grano y la susceptibilidad de la variedad a la fisuración del grano son, entre otros, factores que están directamente relacionados con la humedad óptima del grano para la cosecha. Como la calidad industrial se evalúa esencialmente en términos de porcentaje del rendimiento de grano blanco entero, supone que el grano de arroz debe tener cierta resistencia a la abrasividad y fricción del molino, para que pueda conservar este atributo y, por tanto, alta calidad industrial (Noomhorm y Yubar, 1991).

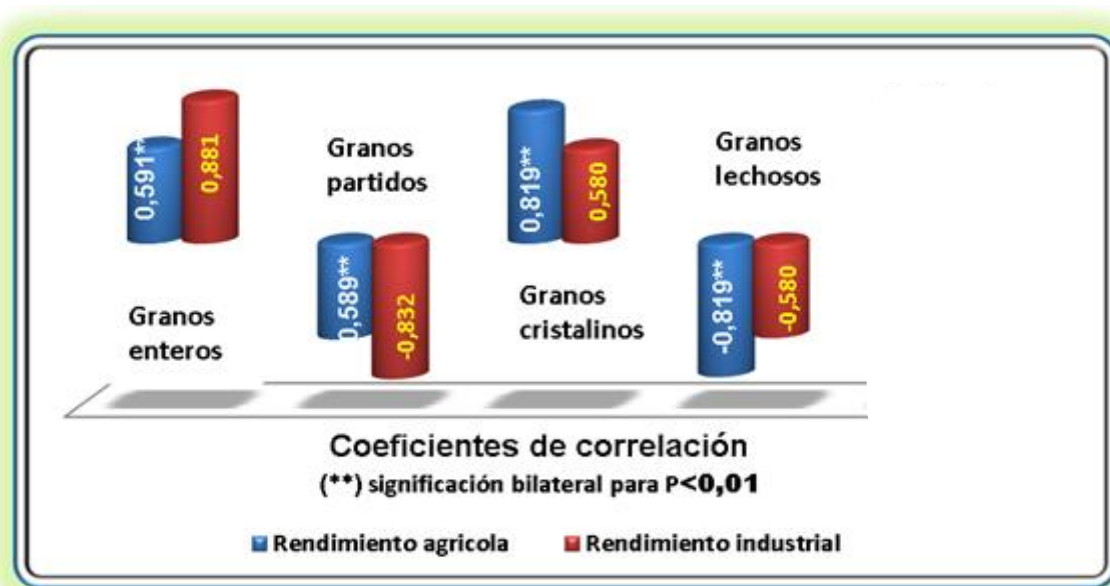


Figura 8 Coeficiente de correlación entre el rendimiento agrícola e industrial con indicadores de calidad industrial en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros.

La influencia de las plagas y enfermedades sobre los indicadores de calidad industria industrial con indicadores de calidad industrial, así como de los rendimientos agrícola e industrial en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros (Figura 9) indica que en dichas condiciones las enfermedades resultan ser más agresivas para ambos rendimientos, donde afectan más la calidad industrial (-0.954**) y dentro de esta la producción de granos enteros (-0.885**) y cristalinos (0.616**), sin embargo favorece la aparición de granos partidos (0.817**) y lechosos (0.616**) después del pulido ($p < 0.01$).

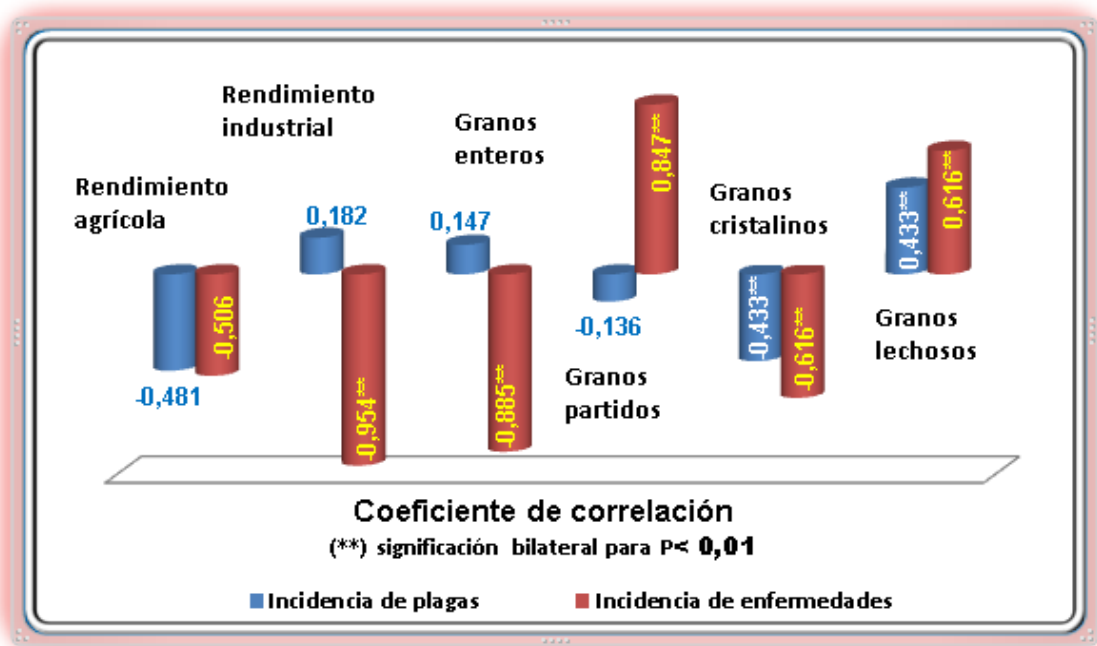


Figura 9 Influencia de las plagas y enfermedades sobre los indicadores de calidad industria industrial con indicadores de calidad industrial, así como de los rendimientos agrícola e industrial en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros.

Las comparaciones de media con prueba de Tukey para el rendimiento industrial y sus componentes industrial en diferentes periodos de cosecha en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros (Figura 10) confirman los resultados obtenidos anteriormente donde se corrobora la existencia de un periodo óptimo de cosecha entre a los 30, 35 y 40 días de la paniculación, los valores más elevados, donde no existió diferencia significativa ($p < 0.05$), para el rendimiento industrial (67.15a; 69.15a; 67.65a respectivamente) y el % de granos blancos enteros (54.53a, 57.53a, 56.43a respectivamente) se obtuvo en dichos intervalos de cosecha. De igual manera se comporta con el % de granos partidos que fueron los más bajos (11.50b; 11.62b; 10.22b respectivamente). Después de dichos intervalos la calidad industrial del arroz sufre una significativa ($p < 0.05$) afectación. Lo cual es explicado por varios autores: (Johnston y Miller 1972), Castañeda (1972), Gonzáles (1980 y 1986), Cruz y Claro (1982) y Peña et al (1983) que coinciden en señalar la existencia de un momento óptimo de cosecha para la obtención de máximos rendimientos agrícolas e industriales, cuyas causas ya fueron explicadas anteriormente.

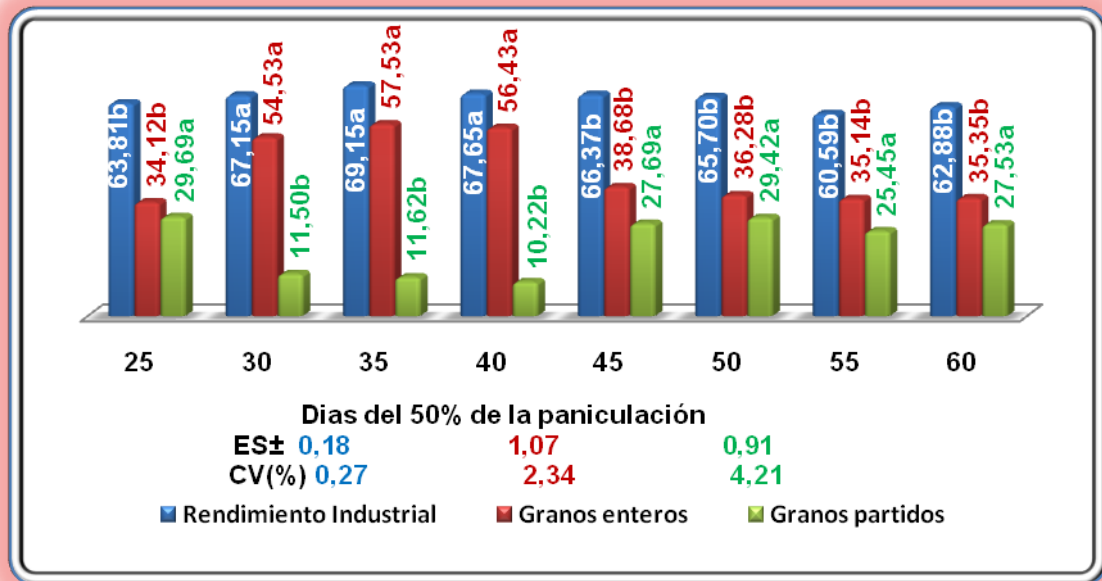


Figura 10 Comparaciones de media con prueba de Tukey ($p < 0.05$) para el rendimiento industrial y sus componentes industrial en diferentes periodos de cosecha en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros.

Las comparaciones de media con prueba de Tukey ($p < 0.05$) para los indicadores de calidad industrial en diferentes periodos de cosecha en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros (Figura 11) indican que a los 30, 35 y 40 días de la paniculación se obtienen el % de granos cristalinos significativamente ($p < 0.05$) más elevados (93.90a; 94.82a; 94.32a respectivamente), mientras que en cuanto al % de granos lechosos son significativamente ($p < 0.05$) más bajos (6.10b; 5.18b; 5.68b respectivamente) que según los autores la presencia en el grano de zonas llamadas lechosas, opacas o tizones (Ikihashi y Khush, 1979), constituye una de las causas principales de la partidura del grano en el molino, que también es fuertemente influenciada por el medio donde se desarrolla el cultivo.

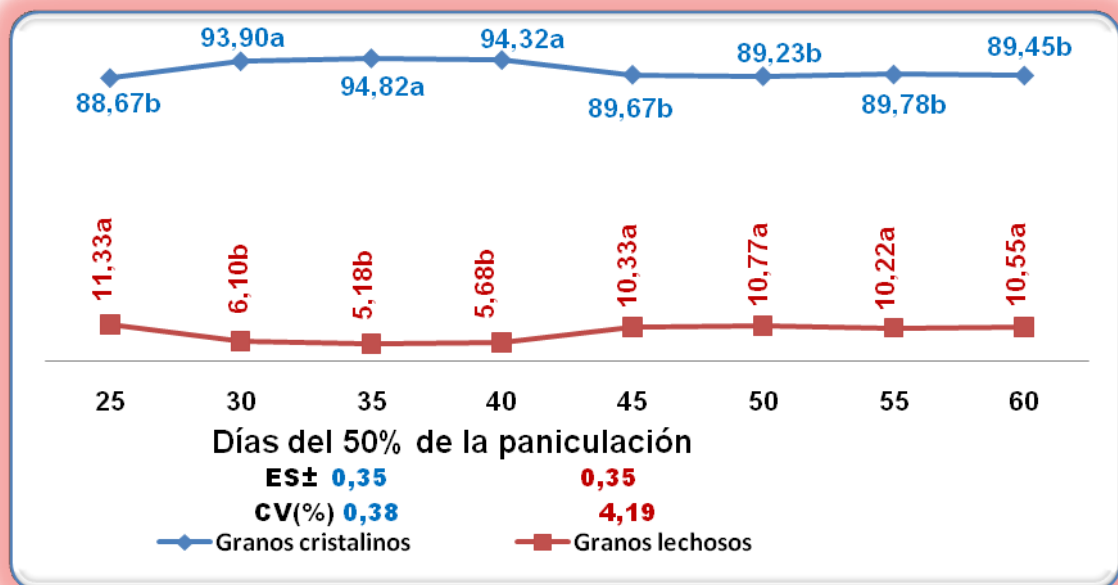


Figura 11 Comparaciones de media con prueba de Tukey ($p < 0.05$) para los indicadores de calidad industrial en diferentes periodos de cosecha en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros.

Las comparaciones de media con prueba de Tukey ($p < 0.05$) para la incidencia de plagas y enfermedades en diferentes periodos de cosecha en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros (Figura 12) corrobora los resultados obtenidos anteriormente donde es visible una mayor influencia de las enfermedades sobre la calidad industrial del arroz, donde es visible una mayor afectación a partir de una cosecha tardía posterior a los 40 días de la paniculación.

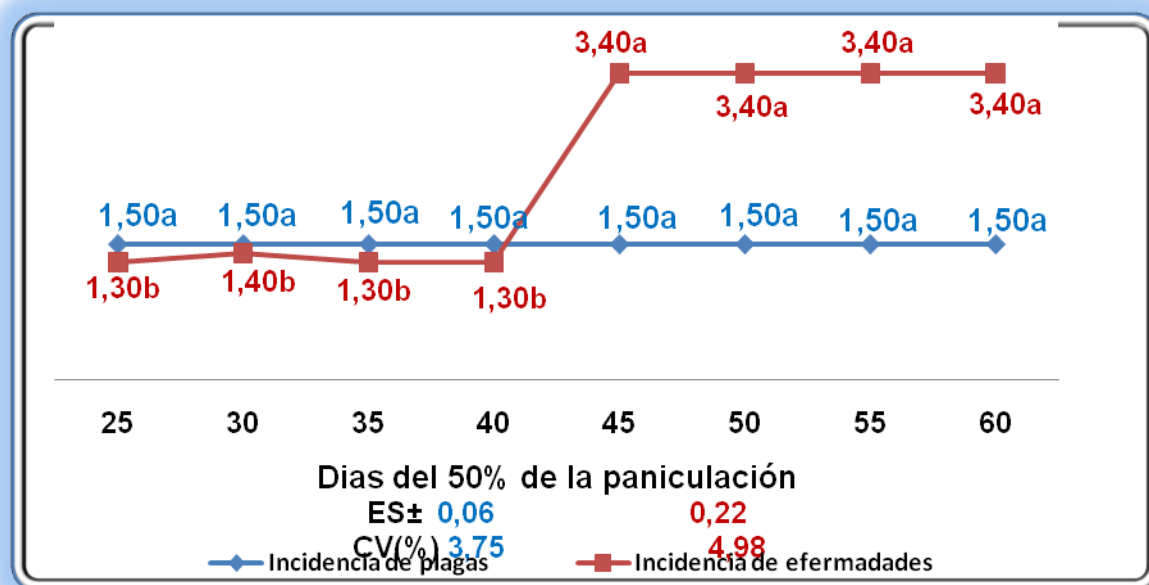


Figura 12 Comparaciones de media con prueba de Cruskal wallys (no paramétrica) para ($p < 0.05$) para la incidencia de plagas y enfermedades en diferentes periodos de cosecha en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros.

La Influencia de la merma total sobre el rendimiento industrial del arroz en el municipio Aguada de Pasajeros (Figura 13) resultó ser significativa ($p < 0.01$), alta y positiva ($r = 0.519^{**}$). La merma total es el resultado de la suma de la merma por humedad y por impurezas, la primera depende de la época y el periodo de cosecha y la segunda del método y la calidad de la cosecha en sí. Observaciones realizada por Angladette (1969) indican una edad óptima de recolección para obtener un porcentaje mínimo de rotura de los granos en el proceso industrial.

En condiciones tropicales, la producción de grano blanco entero se ve afectada por el momento en que se realiza la cosecha (Castillo et al 1993, Kocheret al/ 1990, Peña et al. 1983). Según Juliano et al (1993), uno de los problemas principales del procesamiento industrial del grano de arroz es el fisurado provocado fundamentalmente por factores de carácter ambiental y varietal; en esto coinciden varios autores al plantear como causa principal de las mermas en los rendimientos en granos blancos enteros y rendimiento total en molino, la fisuración del grano, cuando se cosecha con humedades por debajo del 16% (Kunze y Calderwood 1985; Bal y Ojha 1975; Lague y Jenking 1922). Lu et al.

(1992) y Siebenmorgen et al. (1992) demostraron por su parte, que el rendimiento de arroz en molino (rendimiento total y grano blanco entero) es una función del contenido de humedad del grano en la cosecha.

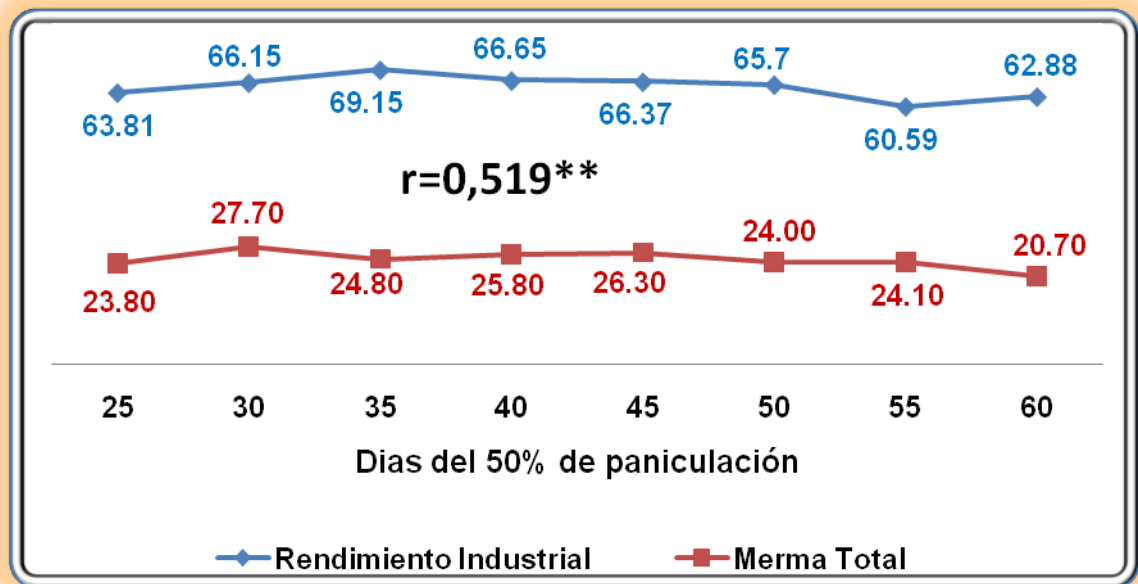


Figura 13 Influencia de la merma total sobre el rendimiento industrial del arroz en el municipio Aguada de Pasajeros.

La influencia de la merma por humedad sobre el rendimiento industrial del arroz en el municipio Aguada de Pasajeros (Figura 14) muestra una elevada incidencia ($r=0,618^{**}$) lo cual corrobora lo obtenido anteriormente, donde se destaca la influencia del contenido de humedad sobre la calidad industrial del arroz ya explicada.

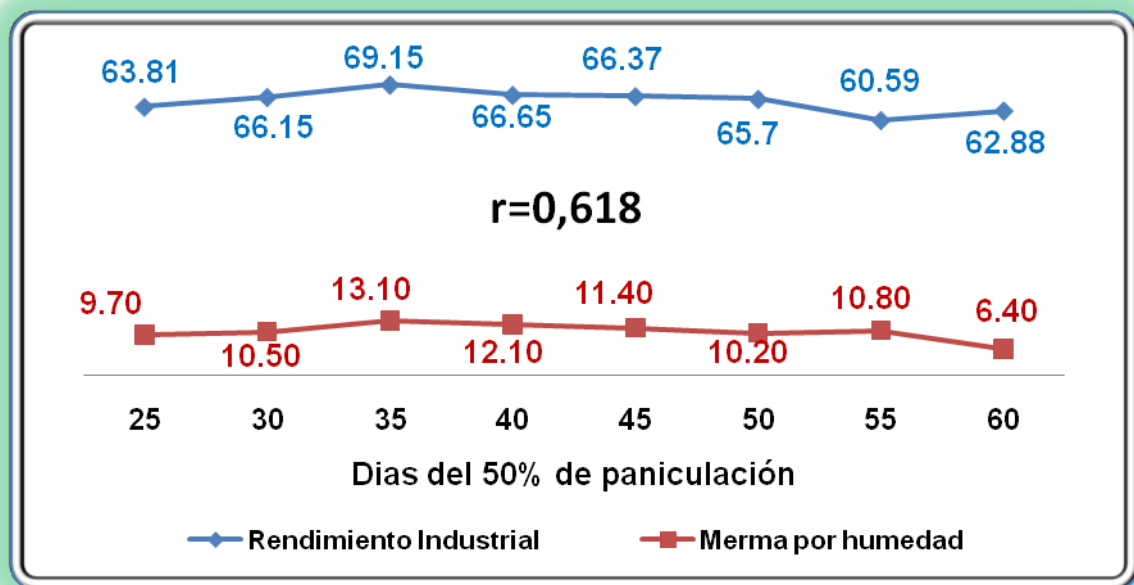


Figura 14 Influencia de la merma por humedad sobre el rendimiento industrial del arroz en el municipio Aguada de Pasajeros.

La influencia de la merma por impurezas sobre el rendimiento industrial del arroz en el municipio Aguada de Pasajeros (Figura 15) refleja lo explicado anteriormente de que esta es determinada por la calidad de la cosecha donde es importante que las regulaciones de la cosechadora se ejecuten correctamente (Alemán *et al.*, 2005).

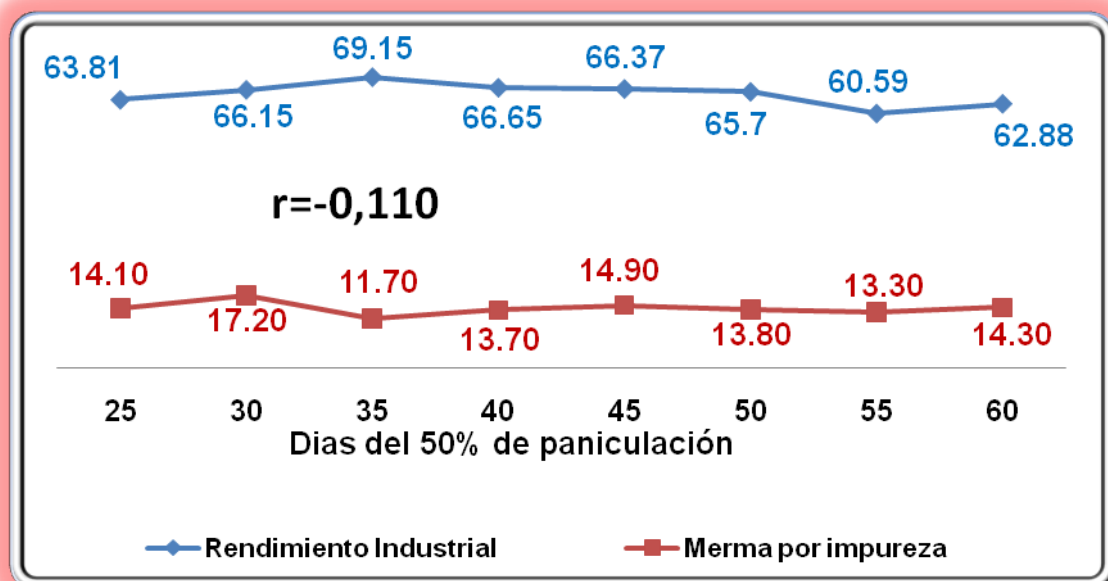


Figura 15 Influencia de la merma por impurezas sobre el rendimiento industrial del arroz en el municipio Aguada de Pasajeros.

Los modelos de regresión lineal múltiple para los rendimientos agrícolas e industrial así como para las épocas y periodos de cosecha evaluados en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros a parecen en la Tabla 5:

Tabla 5 Modelos de regresión lineal múltiple para los rendimientos agrícolas e industrial así como para las épocas y periodos de cosecha evaluados en las condiciones del municipio Aguada de Pasajeros.

Rendimiento industrial como variables dependiente		
R	R ²	Sig.
0.96	0.92	0,00
Ecuación del modelo: $Y=0,000 + 0,000 X_1 +5,876 X_2 + 5,017 X_3$ Donde: X ₁ =>Incidencia de enfermedades X ₂ =>Granos enteros (%) X ₃ =>Granos partidos		

Como se observa (Tabal 5) como de las variables evaluadas, son predictoras del rendimiento industrial: la incidencia de enfermedades, el % de granos enteros y el % de granos partidos. Lo cual corrobora los resultados obtenidos anteriormente al correlacionar los rendimientos con estos indicadores de calidad industrial del arroz. Así como lo planteado por varios autores

(González, 1986; Castillo et al., 2005 y 2006; así como Capote, 2013) de que el % de granos enteros y % de granos partidos son componentes del rendimiento industrial del arroz.

3.0 Conclusiones:

1. Entre los 30 y 40 días del 50% de la paniculación es el periodo óptimo de cosecha para mejorar la calidad industrial en el arroz producido por el sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros.
2. Las condiciones climáticas en que se desarrollan las producciones arroceras en el sector no especializado en el municipio se caracterizan por temperatura promedio de 24.61 °C, humedad relativa promedio del 77.25% y precipitaciones de 1330.89 mm, que son favorables para la obtención de una calidad industrial arroceras elevada.
3. La calidad industrial arroceras en el municipio se caracteriza por un deterioro del rendimiento industrial y de sus componentes % de granos enteros y % de granos partidos, donde los expertos consideran que los factores que inciden en ello tienen que ver con el inadecuado manejo agrícola del cultivo.
4. La evaluación de diferentes periodos de cosecha indica que si esta se realiza entre los 30 y los 40 días del 50% de la paniculación se eleva significativamente la calidad industrial del arroz en el sector no especializado del municipio, donde resultan ser predictoras del rendimiento industrial: la incidencia de enfermedades, el % de granos enteros y el % de granos partidos, en el modelo de regresión lineal.

4.0 Recomendaciones:

1. Evitar cosechar el arroz antes o después de los 30 o 40 días del 50% de la paniculación por ser el periodo óptimo de cosecha para el logro de una buena calidad industrial en el sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros.
2. Tener presente los resultados del trabajo sobre los factores que afectan la calidad industrial del arroz en el sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros.
3. Validar los modelos de regresión lineal para pronosticar el industrial antes de la cosecha del arroz en el sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros.
4. Implementar talleres de capacitación sobre Cultivo del arroz con el sector no especializado del municipio Aguada de Pasajeros.

5.0 Bibliografía

- Alemán, L.; Cabello, R.; Talavera, L.; (2001). *Producción popular de arroz: estrategias tecnológicas e impactos*. Revista cubana del arroz V1, N2
- Angladette, A. El arroz. (1969.) *Técnicas agrícolas y producciones tropicales*. Ciencia y Técnica. La Habana.: Instituto del Libro.
- Ball, J. y P. Ojha. (1975.). *Contenido de humedad y calidad del molinado del arroz cáscara*. J. Agric. Eng. Res. 20 (4): 353-361
- Bertoni, E. (1999). *Calidad Total, una cuestión de supervivencia*. Tomado de: <http://www.eoq.org>,
- Besterfield, D. H. (1999). *Total Quality Management*. Second Edition. Upper Saddle River. / D. H. Bersterfield.-- N. Y.: Prentice Hall.
- Capote, I. (2013). *Caracterización morfoagronómica de cuatro variedades de arroz bajo tres tecnologías de manejo en el municipio Aguada de Pasajeros*. Tesis en opción al grado científico de master en ciencias. Universidad Central de Las Villas.
- Castañeda, C. J. (1972). *Época de cosecha de cuatro cultivares de arroz (Oryza Sativa) en la parte baja del valle Chaucay*. Tesis para Ing. Agr. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.
- Castillo D, (1981). *El grano de arroz: características fisicoquímicas de sus almidones relacionadas con las propiedades mecánicas y de cocción. II Parte*. Tesis para doctor en ciencias químicas. Universidad de la Habana. CIDA. Boletín Reseña no. 4.(5): 71.
- Castillo D, Hernández Ana Adelfa, Canet R. Inocencio Elena, Benedito Carmen, Barber S, Alfonso R, Ramirez Esther, Franco Isora, Duffay Isabel y Galano R, (1993). *Papel del clima y la variedad en la producción industrial de arroz blanco entero Cuba*. Taller de Calidad del Grano de Arroz. Calabozo, Venezuela.

- Castillo, D.; A. Hernández; C. Benedito de Barber; S. B. Barber; J. Martínez e I. Duffay.(marzo 1997). *Criterios sobre la calidad del arroz en Cuba*. Ponencia presentada en la X Conferencia Internacional de arroz para América Latina y el Caribe. Acarigua, Venezuela
- Castillo, D.; A. Hernández; R. Canet; E. Inocencio; C. Benedito de Barber; S. Barber; R. Alfonso; E. M. Ramírez; I. Franco; I. Duffay y R. Solano.(1993). *Papel del clima y la variedad en la producción industrial del arroz blanco entero en Cuba. I Taller Científico sobre efectos del medio ambiente en la calidad del grano de arroz*. Calabozo, Guavico, Venezuela: 2-3 sept./93: 41
- Castillo, D.; Benedito, C.; Hernandez, A. A.; Rodríguez, M.; Martínez, J.; Hernández, D. (2005). *Calidad del grano de arroz en Cuba*. Revista Cubana del arroz. Volumen 1. Número 2 (1).
- Castillo, D; Benedito, C.; Hernández, A.; Rodríguez, M.; Martínez J.; Hernández, D. (2006.) *La calidad del grano de arroz en cuba*. Revista cubana del arroz V1, N1(2).
- Chrastil J, (1994). *Effect of storage on the Physicochemical Properties and Quality Factors of Rice*. En Rice Science and Technology. Editores O Marshall, W. E. y Wadsworth, J. I. Publicado por Marcel Dekker, INC. New York.
- Cruz, F. Y F. Claro. (1982). *Período óptimo de cosecha de la variedad de arroz de ciclo corto CP1-C8*. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Arroz: 5(1): 61-70 p. (1982.)
- Cruz, F.; Alemán, L.; Perdomo, E. (2005). *Producción popular de arroz: mecanización para sistemas productivos de pequeña-mediana extensión*. Revista cubana del arroz V1, N2 (2005).
- Escardino A y Ros L J, (1964). *Desecación de arroz precocido. II. Cinética de secado*. ATA. 4(1):109 122.
- FAO. (1966). *El Arroz, grano de vida. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informe Técnico*. Roma, Italia: 63-64 p.

- Feigenbaum, A.V. (1995). *Control total de la calidad. Ingeniería y Administración/A.V Feigenbaum*. La Habana: Editorial Revolucionaria.
- Gómez Ceja, G. (1995). *Planeación y Organización de Empresas*. México. McGraw-Hill.
- González, B. H. (1986). *Edad de cosecha para óptima calidad molinera en arroz. Centro de Investigación y Promoción Agropecuaria. Boletín Técnico No. 116. Programa Nacional de Arroz del Perú*.
- González, H. (1980). *Calidad molinera en arroz. Curso de adiestramiento sobre producción de arroz*. Est. Exp. de Vista Florida, Lambayeque, Perú.
- Guerasimov Y, Dreving V, Eriomin E, Kiseliyov A, Lebedev V, Panchenkov G y Shliguin A,(1971). *Curso de química física*. Tomo II. Editorial MIR. Moscú.
- Henderson S M y Pabis S, (1961). *Grain drying theory.I.Temperature effect on drying coefficient*. J. Agric. Eng.Res.6:169.
- Hougen O A y Watson K M, (1943). *Chemical Process Principles.III Parte. Cinética y Catalisis*. Editado por la Universidad de la Habana.
- Ikehashi, H. and G. S. (1979). *Khush. Methodology of assessing appearance of the rice grain, including chalkiness and whiteness. Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality*. Int. Rice Res. Inst. Los Baños, Philippines.
- JimenezMaria Teresa, (1994.) *Características térmicas del almidón de variedades de arroz de diferente calidad. Efecto de la extracción del almidón, del desengrasado y del grado de hidratación*. Tesis de diploma de Especialización en Tecnología de Alimentos IATA. Valencia, España.
- Jodari F, y Linscombe S D, (1996). *Grain fissuring resistance improves milling quality in riccultivars*. Louisiana Agriculture, 39(4): 26 30.
- Johnston, T. H. and M. D. Miller.Culture.(1976). *Rice in the United States, Varieties and Productions.USDA.Agricultural. Handbook: 102-103*

- Jordari, F. and S. D. Linscombe.(1996). Grain fissuring resistance improves milling quality in rice cultivars. Louisiana Agriculture.The magazine of the Louisiana Agricultural Experiment Station. 39 (4): 26-30 .
- Juliano, B. O. and B. (1991). Duff.Rice grain quality as an emerging priority in national rice breeding programs.Rice grain marketing and Quality.ISSUE. Int. Rice. Res. Inst. Los Baños, Philippines: 66 p.
- Juliano, B. O.; C. M. Pérez and F. Cuevas-Pérez. (1993) Screening of stable high head rice yields in rough rice. Cereal Chem. 70(6): 650-655
- Kett, (1996). *Moisture Measurement in Agricultural Products and Kett Electronic Moisture Testers*. Tokyo. Japan. Folleto.
- Kocher, M. F.; T. J. Siebenmorgen; R. J. Norman and B. R. Wells. (1990). *Rice kernel moisture content variation at harvest*.Transactions of the ASAE. 33(2): 541-548.
- Kunze O R y Prasad S, (1978). *Grain fissuring potentials in harvesting and drying of rice* Transactions of the ASAE, 21(2):361 366.
- Kunze O R y Wratten F T, (1985). *Physical and mechanical properties of rice*. En Rice chemistryand technology. Editado por B. O. Juliano.Publicado por the American Association of Cereal Chemists, INC. St. Paul. Minnesota, USA.
- Kunze, O. R. and D. L. (1985). Calderwood.Rough rice drying.Rice chemistry and Technology. Ed. Juliano, B. D. the American Assoc. Of cereal Chemists. Inc. St. Paul Minnesota, USA.
- Kunze, O. R. (1985).Effect of Environment and Variety on milling Qualities of rice. Rice grain quality and marketing. Int. Rice Res. Inst. Los Baños, Philippines.
- Lague, C. and B. M. Jenkins.Modeling pre-harvest stress - cracking of rice kernels (Part II). Implementation and Use the model. Transactions of the ASAE. 34 (4): 1812-1822. (1991) b.
- Lan Y, Kunze O R y Bollich Ch N, (1990). Fissure resistance of rice varieties.ASAE, paper no. 90 6045 St. Joseph, MI 49085 9659.
- Lu, R.; T. J. Siebenmorgen; R. H. (1992). Dilday and T. A. Castillo. Modeling long-grain rice's milling quality and yield during the harvest season. Transactions of the ASAE. 35(6): 1905-1913 p.

- Noomhorm, A. and Ch. (1991). Yubai. Effect of tropical environmental conditions on rice Kernel breakage during milling. *Sci. Food. Agric.* 55: 521-528 p.
- Peña, L. R. (1998). Madurez óptima para la cosecha de las variedades de arroz IACuba 20 e IACuba 17 y su influencia sobre el rendimiento agrícola y el porcentaje de granos enteros en el proceso de molinería. Tesis para optar al título de Máster en Producción Vegetal. Universidad de Granma, Cuba:
- Peña, L. R.; Ávila, J.; Jiménez, J.; Peña, R.; Almarales, W. (2000) Eficiencia industrial de las principales variedades comerciales cubanas de arroz cosechadas en o fuera de su periodo óptimo de madurez del grano. *Revista cubana del arroz V2, N1*(2)
- Peña, R.; C. Avila y A. Hernández, (1983). *Madurez óptima para la cosecha y su influencia sobre los rendimientos agrícolas e industriales de las variedades de arroz J-104 y J-112*. Ciencia y Técnica en la Agricultura. *Arroz.* 6 (2): 55-71p.
- Srinivas, T. and M. K. Bhashyam (1985). Effect of variety and environment on milling quality of rice. *Rice grain quality and marketing*. Int. Rice Res. Inst. Los Baños, Philippines.
- UCAIA, (1988), Instructivo Técnico para la Industria Arrocera, Centro de Información y Documentación Agropecuario, Cuba.
- USDA (1973). Rice in the United States. Varieties and Production. U. S. Dep. Agric. Res. Serv. Handb.
- Verma L R, (1994). Methods for on the Farm Rice Drying: Solar and Biomass. En *Rice Science and Technology*. Editado por Marshall, W.E. y Wadsworth, J. I. Marcel Dekker, INC. New York.