

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

ESTIMACION PRELIMINAR DE PERDIDAS POST-COSECHA DE LA PRODUCCION
DEL CULTIVO DE ARROZ (Oryza sativa), EN MORALES, IZABAL.

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

MYNOR ANTONIO PIMENTEL SARCEÑO.

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, MAYO DE 1995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAEETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

| | |
|----------------|---------------------------------|
| DECANO: | Ing. Agr. EBBAIN MEDINA GUERRA |
| VOCAL PRIMERO: | Ing. Agr. JUAN JOSE CASTILLO |
| VOCAL SEGUNDO: | Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES |
| VOCAL TERCERO: | Ing. Agr. CARLOS MOTTA DE FAZ |
| VOCAL CUARTO: | Prof. GABRIEL AMADO ROSALES |
| VOCAL QUINTO: | Dr. AUGUSTO GUERRA GUTIERREZ |
| SECRETARIO: | Ing. Agr. MARCO ROMILIO ESTEADA |

Guatemala, mayo de 1975.

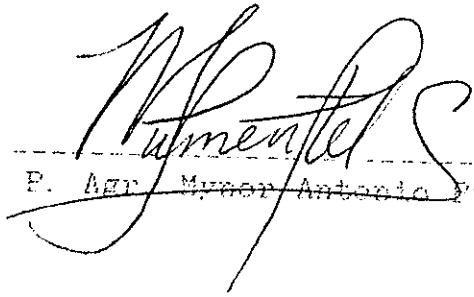
Honorable
Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía.

Señores Miembros

De conformidad con las normas establecidas por la LEY ORGANICA de la Universidad de San Carlos, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"ESTIMACION PRELIMINAR DE PERDIDAS POST-COSECHA DE LA PRODUCCION DEL CULTIVO DE ARROZ (Oryza sativa), EN MORALES, IZABAL."

Como un requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado de Licenciado.



E. Agr. Myron Antonio Fimentel Sarceño.

ACTO QUE REDICO

A DIOS: TODOPOTENCIOSO Y MOTOR DE MI VIDA.

A MIS PADRES: ALMA ARGENTINA SARCESO DE PIMENTEL,
SENE ORLANDO PIMENTEL VASQUEZ
HUMILDE TRIBUTO A SUS ESFUERZOS.

A MIS HERMANOS: JUAN SENE ORLANDO Y
ERICKA IVONNE.
GRATITUD POR SU APOYO.

A MI HIJA: LESBY ESTEFANY PIMENTEL M.
MOTIVACION PARA SU FUTURO.

A MIS ABUELOS: COBONA DE JESUS SARCESO (Q. E. P. D.)
JUAN ANTONIO SARCESO. (Q. E. P. D.)
JUANA VASQUEZ. (Q. E. P. D.)
CON MUCHO AMOR EN SU MEMORIA.

A MIS TIOS: UNA RECOMPENSA POR SU AMOR,
ESPECIALMENTE A:
ADELINA YANES Y
FRANCISCO OJIALVA,
POR SU GRAN AMOR MANIFIESTO
Y SU INCONDICIONAL APOYO.

A MIS PRIMOS: COMO UNA EXORTACION AL FUTURO.

A MI FAMILIA EN GENERAL: GRACIAS POR SU APOYO

A MIS AMIGOS EN GENERAL: POR SU APOYO Y AMISTAD

ETERNA GRATITUD.

ESPECIALMENTE A

F. AGE. MILTON VICENTE MORALES R.

(Q. E. P. D.).

TESIS QUE DEDICO:

A:

DIOS.

MI PATRIA GUATEMALA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

FACULTAD DE AGRONOMIA.

INSTITUTO ADOLEO V. HALL DE JUTIAPA

INSTITUTO ADOLEO V. HALL DEL SUR.

MI PUEBLO, JUTIAPA.

MIS MAESTROS EN GENERAL.

LOS AGRICULTORES DE GUATEMALA.

A TODOS LOS QUE CONTRIBUYERON DE UNA

U OTRA MANERA EN MI FORMACION PROFESIONAL.

AGRADECIMIENTOS:

A: ING. AGE. VICTOR ALVAREZ CAJAS, POR SU ACEPTADA Y
DESINTERESADA ASESORIA Y SU AMISTAD.

ING. AGE. WILLIAM ESCOBAR, POR SU AMISTAD Y COLABORACION
EN LA REALIZACION DE LA PRESENTE TESIS.

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA, REGION IV,
POR LA OPORTUNIDAD DE REALIZAR MI EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO.

LOS HABITANTES DEL CASERIO LA LABOR, CANTON MARIAS
MONTANAS, JUTIAPA, POR SU APOYO INCONDICIONAL EN EL
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO.

UNIDAD DE POST-COSECHA DIGESA-COSUDE, POR EL
FINANCIAMIENTO A LA PRESENTE TESIS.

INDICE

i

| | PAGINA |
|--|--------|
| 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| 2. DEFINICION DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 3. MARCO TEORICO..... | 3 |
| 3.1. MARCO CONCEPTUAL..... | 3 |
| 3.1.1. SISTEMAS DE OPERACION POST-COSECHA.... | 3 |
| 3.1.2. PROCESOS POST-COSECHA PARA EL CULTIVO DE ARROZ..... | 4 |
| 3.1.3. PERDIDAS POST-COSECHA..... | 4 |
| 3.1.3.1. DEFINICION..... | 4 |
| 3.1.3.2. TIPOS DE PERDIDAS POST-COSECHA.... | 5 |
| 3.1.4. OPERACIONES DE RECOLECCION EN ARROZ.. | 7 |
| 3.1.5. PRESECADO..... | 7 |
| 3.1.6. TRILLA..... | 7 |
| 3.1.7. SECADO..... | 8 |
| 3.1.8. BENEFICIADO DE ARROZ..... | 8 |
| 3.1.9. CALIDAD MOLINERA DEL ARROZ..... | 10 |
| 3.1.10. TECNICAS PARA EL CONTROL ESTADISTICO DE LA CALIDAD..... | 11 |
| 3.2. MARCO REFERENCIAL..... | 14 |
| 3.2.1. ZONAS DE PRODUCCION A NIVEL NACIONAL.... | 14 |
| 3.2.2. PERDIDAS POST-COSECHA EN GUATEMALA...16 | |
| 3.2.3. RUTAS DE TRANSPORTE DEL ARROZ..... | 16 |
| 3.2.4. ZONAS BENEFICIADORAS DE ARROZ A NIVEL NACIONAL..... | 16 |
| 3.2.5. INVESTIGACIONES RELACIONADAS..... | 17 |
| 4. OBJETIVOS..... | 18 |
| 4.1. OBJETIVO GENERAL..... | 18 |
| 4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS..... | 18 |
| 5. HIPOTESIS..... | 19 |
| 6. METODOLOGIA..... | 20 |
| 6.1. UBICACION DE LAS AREAS EN ESTUDIO..... | 20 |
| 6.1.1. ZONAS EN ESTUDIO..... | 20 |
| 6.1.2. UBICACION DE LOS BENEFICIOS..... | 20 |

| | |
|--|----|
| 6.2. METODOLOGIA MUESTREAL..... | 21 |
| 6.2.1. FASE I: PERDIDAS DESDE LA COSECHA HASTA SU UBICACION EN EL CENTRO DE ACOPIO..... | 21 |
| 6.2.1.1. SELECCION DE PARCELAS | 21 |
| 6.2.1.2. VARIABLES MEDIDAS..... | 22 |
| 6.2.1.3. PROCEDIMIENTO..... | 23 |
| 6.2.1.3.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS..... | 23 |
| 6.2.1.3.2. PERDIDAS CUALITATIVAS..... | 23 |
| 6.2.2. FASE II: PERDIDAS PROPIAS DEL TRANSPORTE DE ARROZ EN GRANZA DESDE EL CENTRO DE ACOPIO, HASTA SU UBICACION EN EL BENEFICIO..... | 24 |
| 6.2.2.1. SELECCION DE UNIDADES MUESTREALES... | 24 |
| 6.2.2.2. VARIABLES MEDIDAS..... | 24 |
| 6.2.2.3. PROCEDIMIENTOS..... | 24 |
| 6.2.2.3.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS..... | 24 |
| 6.2.2.3.2. PERDIDAS CUALITATIVAS..... | 25 |
| 6.2.3. FASE III: PERDIDAS PRODUCTO DEL PROCESO DE BENEFICIADO DEL ARROZ..... | 25 |
| 6.2.3.1. NUMERO DE BENEFICIOS A MUESTREAR.... | 25 |
| 6.2.3.2. UNIDADES MUESTREALES..... | 25 |
| 6.2.3.3. VARIABLES MEDIDAS..... | 26 |
| 6.2.3.4. PROCEDIMIENTO..... | 27 |
| 6.2.3.4.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS..... | 27 |
| 6.2.3.4.2. PERDIDAS CUALITATIVAS..... | 28 |
| 6.3. ANALISIS DE LA INFORMACION..... | 29 |
| 6.3.1. FASE I: PARCELAS DE CAMPO..... | 29 |
| 6.3.1.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS..... | 30 |
| 6.3.1.2. PERDIDAS CUALITATIVAS..... | 31 |
| 6.3.2. FASE II: PERDIDAS DEBIDO AL TRANSPORTE..... | 31 |
| 6.3.2.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS..... | 31 |
| 6.3.2.2. PERDIDAS CUALITATIVAS..... | 33 |

| | |
|--|----|
| 6.3.3. FASE III: PERDIDAS POR EL PROCESO DE BENEFICIADO..... | 33 |
| 6.3.3.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS..... | 33 |
| 6.3.3.2. PERDIDAS CUALITATIVAS..... | 33 |
| 7.RESULTADOS Y DISCUSIONES..... | 34 |
| 7.1. PERDIDAS POSTCOSECHA A NIVEL DE CAMPO O FASE I..... | 34 |
| 7.1.1. PERDIDAS POSTCOSECHA CUANTITATIVAS A NIVEL DE CAMPO DETERMINADAS AL MOMENTO DE SEGADO..... | 34 |
| 7.1.2. PERDIDAS CUALITATIVAS DE CAMPO..... | 36 |
| 7.1.3. PERDIDAS CUANTITATIVAS TOTALES A NIVEL DE CAMPO..... | 38 |
| 7.1.4. PERDIDAS POSTCOSECHA CUALITATIVAS, DE LA FASE DE CAMPO O FASE I..... | 39 |
| 7.2. PERDIDAS POSTCOSECHA POR TRANSPORTE DE ARROZ EN GRANZA, DESDE LA LIBERTAD, MORALES, IZABAL, HASTA SU ACONDICIONAMIENTO EN EL BENEFICIO..... | 50 |
| 7.2.1. PERDIDAS POSTCOSECHA CUANTITATIVAS DE LA FASE II, O FASE DE TRANSPORTE DE ARROZ..... | 50 |
| 7.2.2. PERDIDAS POSTCOSECHA CUALITATIVAS POR TRANSPORTE DE ARROZ DESDE LA LIBERTAD, MORALES, IZABAL, HASTA SU ACONDICIONAMIENTO EN EL BENEFICIO..... | 52 |
| 7.3. PERDIDAS POSTCOSECHA POR EL BENEFICIADO DE ARROZ, EN EL PROGRESO, JUTIAPA..... | 65 |
| 7.3.1. PERDIDAS POSTCOSECHA CUANTITATIVAS, POR EL BENEFICIADO DE ARROZ, EN EL PROGRESO, JUTIAPA..... | 65 |
| 7.3.2. PERDIDAS POSTCOSECHA CUALITATIVAS, POR EL BENEFICIADO DE ARROZ EN EL PROGRESO, JUTIAPA..... | 67 |

| | |
|--|----|
| 7.3.3. PERDIDAS POSTCOSECHA TOTALES PARA LA FASE DE BENEFICIADO O FASE III..... | 84 |
| 7.4. PERDIDAS TOTALES DE TODO EL PROCESO POSTCOSECHA DEL ARROZ, CONSIDERANDO LAS TRES FASES DE ESTUDIO; FASE DE CAMPO, FASE DE TRANSPORTE Y FASE DE BENEFICIADO..... | 85 |
| 8. CONCLUSIONES..... | 86 |
| 9. RECOMENDACIONES..... | 87 |
| 10. BIBLIOGRAFIA..... | 88 |

INDICE DE CUADROS.

| | PAGINA |
|---|--------|
| CUADRO 1. Estimaciones relativas de pérdidas cuantitativas de arroz en la región de Asia sudoriental..... | 6 |
| CUADRO 2. Zonas productoras de arroz en Guatemala, reportada en quintales..... | 15 |
| CUADRO 3. Pérdidas postcosecha por segado, Trillado, y totales de la fase de campo o fase I..... | 35 |
| CUADRO 4. Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro Wilcs, para las variables cuantitativas evaluadas en la fase de campo..... | 35 |
| CUADRO 5. resultados de las pruebas de normalidad de Shapiro Wilcs, para las variables cualitativas evaluadas, en la fase de campo..... | 40 |
| CUADRO 6. Prueba de Wilcoxon para porcentaje de impurezas de fase de campo..... | 41 |
| CUADRO 7. Prueba de Wilcoxon para rendimiento de beneficiado de fase de campo..... | 42 |

| | |
|--|----|
| CUADRO 8. Prueba de Wilcoxon para indice de beneficiado de la fase de Campo..... | 43 |
| CUADRO 9 Prueba de Wilcoxon para porcentaje de Grano Yesoso de la fase de campo..... | 44 |
| CUADRO 10. Resultados y Pruebas de T para semillas objetables y semillas con daño total de la fase de campo..... | 46 |
| CUADRO 11. Resultado de Grano Rojo y Grano de contraste de la fase de campo.... | 49 |
| CUADRO 12. Pérdidas cuantitativas de la fase de transporte o fase II..... | 51 |
| CUADRO 13. Resultados de las pruebas de normalidad de Shapiro Wilcs, para las variables cualitativas de la fase de transporte..... | 53 |
| CUADRO 14. Prueba de Wilcoxon para Rendimiento de Beneficiado de la fase de transporte..... | 54 |
| CUADRO 15. Prueba de Wilcoxon para Grano Yesoso de la fase de transporte..... | 56 |
| CUADRO 16. Resultados de porcentaje de impurezas y semillas objetables con prueba de T para la fase de transporte... | 58 |

| | |
|--|----|
| CUADRO 17. Resultados de índice de beneficiado y semillas de daño Total, con prueba de T para la fase de transporte..... | 60 |
| CUADRO 18. Resultados de las pérdidas cualitativas de grano rojo y grano de contraste para la fase de transporte..... | 64 |
| CUADRO 19. Resultado de Pérdidas cuantitativas de arroz de primera y arroz de segunda, para la fase de beneficiado o fase III..... | 66 |
| CUADRO 20. Resultados de las pruebas de normalidad de Shapiro Wilcs, para las variables cuantitativas evaluadas en la fase de beneficiado del arroz..... | 67 |
| CUADRO 21. Resultados de las perdidas cualitativas de la fase de beneficiado..... | 68 |
| CUADRO 22. Resultados de pruebas de Normalidad de las subfase de secado, para 7 variables evaluadas en la fase de beneficiado..... | 72 |
| CUADRO 23. Resultados de pruebas de Normalidad de las subfase de clasificado, para 7 variables evaluadas en la fase de beneficiado..... | 73 |

| | |
|---|----|
| CUADRO 24. Resultados de la variable grano quebrado, en las 5 subfases de beneficiado..... | 78 |
| CUADRO 25. Resultados de pruebas de Normalidad de la variable grano quebrado, en las 5 subfases de beneficiado... | 79 |

INDICE DE FIGURAS.

| | |
|--|----|
| FIGURA 1: Diagrama de flujo para el análisis de las variables..... | 36 |
| FIGURA 2: Diagrama de control para pérdidas por segado a nivel de campo..... | 36 |
| FIGURA 3: Diagrama de control para pérdidas por trillado a nivel de campo..... | 37 |
| FIGURA 4: Diagrama de control para pérdidas totales a nivel de campo..... | 38 |
| FIGURA 5: Diagrama de control para la variable cualitativa semillas objetables de la fase de campo..... | 47 |
| FIGURA 6: Diagrama de control para la variable cualitativa semillas con daño total de la fase de campo..... | 48 |
| FIGURA 7: Resultados de pérdidas cuantitativas de la fase de transporte..... | 52 |
| FIGURA 8: Diagrama de control para la variable cualitativa semillas objetables de la fase de transporte..... | 59 |
| FIGURA 9: Diagrama de control para la variable índice de beneficiado con daño total de la fase de campo..... | 61 |

- FIGURA 10: Diagrama de control para la variable
cualitativa semillas con daño total
de la fase de transporte.....63
- FIGURA 11: Diagrama de control para la variable
cualitativa semillas con daño total
de la fase de beneficiado.....77
- FIGURA 12: Diagrama de control para la variable
cualitativa grano quebrado por
descascaradora, en nueve beneficios
de arroz en El Progreso, Jutiapa.....82
- FIGURA 13: Diagrama de control para la variable
cualitativa grano quebrado por
pulidora, en nueve beneficios
de arroz en El Progreso, Jutiapa.....86

ESTIMACION PRELIMINAR DE PERDIDAS POST-COSECHA DE LA PRODUCCION
DEL CULTIVO DE ARROZ (Oriza sativa), EN MORALES, IZABAL.

PRELIMINARY ESTIMATION OF POST-HARVEST LOST
IN RICE CROP (Oriza sativa), AT MORALES, IZABAL.

RESUMEN.

La disponibilidad de alimentos al alcance de todos las personas, es el objetivo de la seguridad alimentaria, y dentro de este contexto, se trabaja básicamente en dos componentes como lo son: Incrementar la producción agrícola y la adecuada conservación de los alimentos; de los cuales el segundo no se le ha dado la importancia que requiere, pese a ser un alimento ya producido.

Por lo que el presente trabajo se enfoca a la obtención de la información referente a las pérdidas post-cosecha de arroz de una de las zonas productoras de importancia para Guatemala, como lo es Morales, Izabal, dando seguimiento a todo el proceso post-cosecha que conlleva el cultivo del arroz, hasta estar disponible en forma de arroz blanco, a fin de registrar el tipo y magnitud de las pérdidas, para tener en consideración en futuros trabajos de este tipo.

Para este trabajo se diseñó una metodología, que dividió el estudio en tres fases; fase para estimación de pérdidas a nivel de campo, fase para estimación de pérdidas por transporte de arroz y fase para la estimación de pérdidas a nivel de beneficiado.

Dentro de este marco se consideraron pérdidas cualitativas y cuantitativas, en cada fase y se realizó una subdivisión dentro de cada fase, para comprender cual o cuales de éstas fases y sus causas provocan mayores pérdidas en el manejo postcosecha.

El análisis estadístico se inició efectuándose a todas las variables la prueba de Shapiro Wilks, con el propósito de saber si se distribuyen normalmente o no, en función de esto a las variables de distribución normal se les realizó una prueba de medias de "t" de student, y un diagrama de control a aquellas variables que presentaron pérdidas; y a las no paramétricas una prueba de comparación de medianas de Wilcoxon.

Los datos de pérdidas cuantitativas postcosecha para la fase I o

fase de campo, tienen un promedio de 6,70 % con una desviación estándar de 2,17, las que comprenden las pérdidas promedio de segado 3,30% y de trillado 3,399 %, con desviaciones estándar de 1,98 y 1,0 para segado y trillado respectivamente. De las pérdidas cualitativas las pérdidas por grano yesoso fue del orden de 3.8 %. Para pérdidas cualitativas y cuantitativas en esta fase se suman 10.49 %.

Para pérdidas de la fase II, o fase del transporte, cuantitativamente se tienen pérdidas por 0.347 % y una desviación estándar de 0.569. Cualitativamente las pérdidas en esta fase al igual que en la fase de campo fueron en grano yesoso con un promedio de 0.203 por ciento.

En la fase de beneficiado o fase III, cuantitativamente no se dieron pérdidas debido a que el porcentaje de arroz de primera producido, contiene más arroz quebrado que el supuesto. Cualitativamente en el proceso de descascarado, se determinó pérdidas del orden de 5.918 por ciento.

Las pérdidas totales postcosecha de arroz fueron de 16.958 por ciento, considerando las tres fases evaluadas.

1. INTRODUCCION:

La explosión demográfica se acentúa mayormente en países que están en vías de desarrollo, tal es el caso de Guatemala, en donde el incremento de la población no está acorde con los incrementos de las producciones de los granos básicos, siendo el arroz entre éstos el de producciones más sectorizadas, debido a sus requerimiento climáticos y edáficos.

Actualmente se tiene un promedio bajo de producción a nivel nacional de 2.77 TM/Ha, lo cual unido con el largo proceso post-cosecha al que se somete el arroz para estar disponible al consumidor, y las pérdidas que en el se dan, hacen que el producto sea menos disponible al consumidor. Se requiere aprovechar al máximo la producción nacional y reducir la dependencia de las donaciones y/o importaciones de arroz que llegan a nuestro país.

Dentro de las actividades prioritarias para conservar el alimento real ya producido, es necesario tener un conocimiento del nivel de las pérdidas post-cosecha que sufre el arroz. Por lo que en esta investigación se realizó una evaluación de las pérdidas post-cosecha de arroz dividiendo en tres fases el proceso: I, a nivel de campo; II de transporte y III de beneficiado. A nivel de campo en algunas localidades de La Libertad, Morales Izabal, (ubicada entre la zona de mayor producción nacional); las pérdidas que se dan por transporte hasta el municipio de El Progreso, Jutiapa, donde existen once beneficios, que procesan alrededor del 50 % de la producción de los departamentos de Norte de la república de los cuales se consideró las pérdidas por beneficiado en nueve de ellos. El trabajo se realizó de Septiembre de 1,994 a Enero de 1,995.

En la fase I o fase de campo se obtuvieron pérdidas totales que consideran las pérdidas cualitativas y cuantitativas con un promedio de 10.49%. Las pérdidas tanto cualitativas como cuantitativas por transporte sumaron 0.55%. A nivel de beneficio se obtuvieron pérdidas solo cualitativas iguales a 5.918. El total de pérdidas postcosecha sumando las tres fases fue igual a 16.958 % .

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

Bajo el concepto de seguridad alimentaria se pretende dar un "acceso seguro a todos los países y personas a alimento suficiente", en donde la disponibilidad de estos está en función de producción suficiente y una adecuada conservación de los mismos. El componente de la producción se ha trabajado intensamente, mientras que el otro se ha dejado al margen relativamente, puesto que no se tienen registros de la magnitud de las pérdidas postcosecha, de este alimento real disponible.

Dentro del marco de atenuar las pérdidas postcosecha, se mencionan cinco razones principales para fundamentar dichos proyectos, especialmente en países como el nuestro donde la producción de granos básicos es insuficiente, siendo éstas: Gran cantidad de granos que se pierden, - alto costo social que conllevan las pérdidas, -el gran desequilibrio entre una creciente productividad y un deficiente manejo postcosecha, - una población urbana creciente y - la necesidad de mantener existencias de reservas.

Actualmente en Guatemala se tienen estimaciones de las pérdidas en granos básicos, especialmente en maíz y frijol pero no se tiene de otros cultivos de importancia como el arroz, que requiere de importaciones y donaciones de otros países para compensar las escasas producciones nacionales que son dedicadas para el consumo interno. Dentro de este contexto tiene importancia las pérdidas post-cosecha que se dan en los procesos secuenciales necesarios para obtener arroz blanco, puesto que el conocimiento de las magnitudes y sus causas ayudará en la toma de decisiones para corregir las pérdidas de una ya escasa producción que solo permite un consumo per cápita de 4.1 kilogramos por persona al año.

3. MARCO TEORICO:

3.1. MARCO CONCEPTUAL:

3.1.1. SISTEMAS DE OPERACION POST-COSECHA:

En la cadena agroalimentaria, la recolección o recogida de la cosecha constituye la etapa de transición entre la fase de producción agrícola propiamente dicha y la de acondicionamiento o más generalmente, de tratamiento del producto. Dentro de estos se consideran las siguientes etapas:

- Recolección.
- Presecado.
- Trilla/desgrane.
- Prelimpieza.
- Secado.
- Limpieza y selección.
- Transformación/almacenamiento.
- Comercialización.

La recolección, efectuada manualmente o con ayuda de máquina, no debe realizarse, en general sino cuando el producto ha alcanzado su grado óptimo de madurez. Después de la recolección puede ser necesario proceder a un presecado del producto, antes de someterlo a las operaciones siguientes de trilla. Los granos obtenidos han de someterse a operaciones de limpieza y secado para poder ser almacenados o poder ser objeto de transformaciones posteriores. El almacenamiento puede hacerse a granel o en sacos, en los propios lugares de producción o centros de acopio. Finalmente, el grano se dirige a depósitos en los lugares de transformación para su posterior comercialización para la venta a los consumidores, o a las industrias agroalimentarias.(9)

La concatenación funcional de estas operaciones y sus interacciones recíprocas contribuyen a formar un sistema complejo que llamaremos sistemas postcosecha, (4,10,11).

3.1.2. PROCESOS POST-COSECHA PARA EL CULTIVO DE ARROZ.

El arroz, gramínea originaria de las regiones tropicales de Asia (China e Indochina), es el alimento básico de una gran parte de la humanidad. Cuando han alcanzado la madurez fisiológica, las espigas de arroz se cortan y se dejan en montículos sobre el terreno para un presecado, y en lugares donde no se puede realizar se deja en la planta expuesta al sol. A continuación se realiza la trilla manual o mecánica, para separar la paja y el arroz cáscara, es decir el grano todavía unido a su envoltura protectora (pericarpio).

Cuando la recolección del arroz granza (así se le llama al arroz con cáscara) obtenido contiene a menudo impurezas (tierra, piedras, residuos vegetales, etc.) y el grado de humedad es superior a 20% de agua, para poder conservarlo o separar la cáscara es necesario el presecado a fin de reducir la humedad hasta 14% mediante el secado. Esta operación de manera natural se realiza exponiendo los granos al sol y al aire removiéndolos frecuentemente; o bien en forma artificial, haciendo pasar corrientes de aire seco y moderadamente caliente, por medio de una secadora mecánica.(2,3,10,11)

Luego del secado el arroz es sometido, a los siguientes pasos:

- Descascarado: se separa la cáscara del grano, ya sea manualmente, o por medio de descascaradora para obtener el arroz integral o moreno.
- Blanqueo: Se eliminan las capas superficiales (pericarpio) y el germen del grano haciendo pasar el arroz integral o moreno por blanqueadoras para obtener el arroz blanco. Este arroz blanco puede someterse a pulimento o glaseado (mezcla de talco y glucosa), y tiene por objeto elevar el valor comercial del producto y prolongar su tiempo de conservación, (10).

3.1.3. PERDIDAS POSTCOSECHA:

3.1.3.1. DEFINICION:

Pérdidas postcosecha es la reducción cuantitativa y/o cualitativa susceptible de ser medida de un producto determinado.(4,10)

Estas pérdidas pueden producirse a lo largo de diversas fases que

caracterizan el sistema de operaciones después de la recolección de la cosecha, y desde el punto de vista económico la suma de las pérdidas cualitativas y cuantitativas, de los productos corresponden inevitablemente a pérdidas monetarias (4,10).

Respecto al inicio de la cosecha se puede tener dos puntos de vista, según Bourne citado en (6), establece que la postcosecha se inicia en el punto en el cual el grano separado del tallo o de las raíces de la planta es amontonado para secamiento en el campo, o colocado en recipiente en el cual es movido y/o depositado. Sin embargo puede considerarse que la post-cosecha se inicia más tempranamente, e incluir el tiempo durante el cual la cosecha ya madura permanece en el campo como una forma de almacenamiento o secamiento (5).

Por lo anterior para fines humanos debe hablarse de limitación en la utilización del producto, ya que granos descartados para el consumo humano son habilitados para animales o procesos industriales.(2,3,4,)

3.1.3.2. TIPOS DE PERDIDAS POST-COSECHA:

A partir de la recolección, los granos se someten a una serie de operaciones durante las cuales pueden producirse pérdidas cuantitativas y cualitativas. La secuencia de estas operaciones y las condiciones en que se realizan pueden originar además de fenómenos físicos y bioquímicos de los que se derive alteración de granos en fases ulteriores del sistema post-cosecha. Así, una recolección tardía, un secado insuficiente, la trilla, malas condiciones de almacenamiento, y de transporte, pueden ocasionar pérdidas cualitativas y cuantitativas, (2,10).

El grano removido de la cadena de alimentación humana directa es una pérdida. Las pérdidas de molienda que se convierten en alimento animal, aparecerán como pérdidas, aunque posteriormente reingresen en el canal de alimentación. (6)

Para fines de ésta investigación se definió las pérdidas de la

siguiente forma:

3.1.3.3.: PERDIDAS CUANTITATIVAS:

Las pérdidas cuantitativas, son aquellas que se refieren exclusivamente, a la eliminación, sustracción o remoción de grano de arroz, respecto a un peso, dicha definición no considera la eliminación o adición de agua.

3.1.3.4. PERDIDAS CUALITATIVAS:

Las pérdidas cualitativas, van a ser toda aquella cantidad medida de daño o deterioro, de la calidad de los granos de arroz, cuya medición puede hacerse de forma cuantitativa, y no debe confundirse como variable cualitativa estadísticamente hablando; por lo que respecta al resto del documento, donde se menciona variables cualitativas, debe interpretarse, desde el punto de vista de variable que corresponde a pérdida cualitativa.

Lo anterior expuesto se evidencia con estimaciones relativas de pérdidas cuantitativas de arroz en la región de Asia sudoriental, en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: Estimaciones relativas de pérdidas cuantitativas de arroz en la región de Asia sudoriental.

| FASES | PERDIDAS % | |
|----------------|------------|------|
| | MIN. | MAX. |
| Recolección | 1 | 3 |
| Manipulación | 2 | 7 |
| Trilla | 2 | 6 |
| Secado | 1 | 5 |
| Almacenamiento | 2 | 6 |
| Transformación | 2 | 10 |
| Total | 10 | 37 |

Fuente: Taller de pérdidas post-cosecha.

3.1.4. OPERACIONES DE RECOLECCIÓN EN ARROZ:

La cosecha de este cereal no se recoge sino cuando ha terminado la maduración de los granos (madurez fisiológica), y después de haberse procedido, dos o tres semana antes, a la desecación del arrozal o cinco a diez días después de la madurez fisiológica. La siega prematura del arroz dificulta la maduración del grano y puede ocasionar graves pérdidas cualitativas. Es importante recolectar con tasas de humedad adecuadas, ya que un exceso puede causar problemas alterando las cualidades finales del arroz, y por el contrario, una tasa muy baja puede ocasionar desgrane, por lo tanto el porcentaje de humedad adecuada está entre 22-28% de humedad de grano, (4,5,10).

3.1.5. PRESECADO:

Fase del sistema de operaciones post-cosecha en el curso de la cual el producto cosechado se seca para poder ser sometido, en las mejores condiciones posibles, a las siguientes operaciones de trilla o desgrane, es bastante difícil establecer con precisión la duración del presecado, pues sobre ella influyen varios factores. Existen el presecado en la planta, presecado en pila y el presecado en troja, (4,10).

3.1.6. TRILLA:

Las operaciones de trilla se realizan después de la recolección y, en su caso, del presecado de los productos. Estas operaciones se realizan en el campo, con ayuda de animales o por sistemas mecánicos.

Pueden realizarse de diferentes maneras según los factores agronómicos, económicos y sociales dentro de éstas más generales son el desgrane a mano y el desgrane con ayuda de máquinas con motor, (5,10).

Dentro de la operación de trilla es donde se da la rotura de granos o de sus envoltorios protectores, con su consecuente descenso de calidad del producto y el riesgo de pérdidas ulteriores por acción de insectos y mohos, (10).

3.1.7. SECADO:

El secado es la fase del sistema de operaciones postcosecha durante la cual el producto se deshidrata rápidamente hasta una tasa de humedad llamada de seguridad, que para el caso del arroz es de 13 %, y que tiene por objeto reducir suficientemente el contenido de humedad de los granos para garantizar condiciones favorables de almacenamiento o de transformación ulterior del producto. Reduce pérdidas en germinación prematura e intempestiva de los granos; enmohecimiento y proliferación de insectos. (3,4,10).

El proceso de secado puede realizarse mediante la circulación del aire más o menos caliente a través de una masa de granos. En su movimiento, el aire cede calor a los granos, absorbiendo la humedad de las capas más superficiales. Desde el punto de vista físico, el intercambio de calor y de humedad entre el aire y el producto que se seca se traduce en los fenómenos siguientes:

- Recalentamiento de los granos, acompañado por un enfriamiento del aire;
- Reducción del contenido de humedad de los granos, acompañada por un aumento de la humedad relativa del aire.

Pero este proceso no es uniforme, ya que las capas superficiales de los granos se evapora mucho más rápido que de las capas internas. Los métodos de secado son sustancialmente dos: el secado natural y el secado artificial, no existiendo un método ideal que permita satisfacer todas las necesidades, (4,5,10).

3.1.8. BENEFICIADO DE ARROZ:

Es parte del sistema de post-cosecha del cultivo de arroz, que generalmente se realiza en forma mecanizada, en donde se da el desprendimiento de la cáscara del grano de arroz, y su pulimento, para posteriormente utilización para el consumo humano. Consta de una serie de pasos que varían generalmente, según los modelos de máquinas que se

utilizan, pero que en términos generales son los siguientes según López¹ y Castellanos²:

- Secado: Si es necesario se realiza, con el fin de llevar al contenido de humedad ideal de 12 %, y se da en forma natural y artificial según las posibilidades y disponibilidad de los beneficios.

Básicamente los dos tipos de secado tienen sus ventajas relativas, pero se basan en el principio de que todo grano es higroscópico. El método de secado natural se pasa una corriente de aire caliente y seca por toda el área de exposición la cual debe ser lo más delgada posible basado en la utilización de el calor del sol y las corrientes de aire con una temperatura promedio de 25 a 30 grados centígrados sobre una capa de arroz no mayor de 10 centímetros.

Los métodos artificiales, se basan en hacer pasar sobre la masa de arroz una corriente de aire seca y caliente (aproximadamente 60 a 80 grados centígrados) que presenta como principal ventaja secar grandes volúmenes de arroz en menor tiempo y controlar las condiciones necesarias de calor y humedad, requiriendo para ello consumo de combustibles energéticos.

- Clasificación: Es un proceso que separa los elementos extraños como basura del grano de arroz, y se da por medio de diversos mecanismos como tamizados y ventiladores, que funcionan como clasificadoras. Limitando el paso de las basuras y objetos extraños a la siguiente fase a la cual solo pasa el arroz en granza.

- Descascaramiento: Por medio de presiones y peso sobre los granos de arroz, se da un desprendimiento de las cáscaras de arroz dejando el grano moreno, y separando la cáscara o granza. Generalmente se utilizan

¹LOPEZ, P. 1994. Rutas de transporte de arroz hasta beneficiado y beneficios. Guatemala. (Comunicación Personal)

²CASTELLANOS, F. 1994. Beneficiado y volumen de arroz beneficiado en El Progreso, Jutiapa. El Progreso, Guatemala, Cámara de Comercio de Jutiapa. (Comunicación Personal).

rodos o rodillos que giran los dos en sentido contrario, dejando un espacio por donde correrá el arroz y dicha fuerza ejercida provoca el desprendimiento de la cáscara del grano moreno, existiendo luego un separador de arroz y cáscara o granza. La granza sale del proceso de beneficiado y solo sigue el arroz moreno al paso de la pulidora.

- Pulidora: Es otro proceso en el cual se quita el germen del grano y es el proceso bajo el cual ocurren la mayor cantidad de pérdidas por grano quebrado. Igual que la descascaradora, la pulidora mediante la fricción de los granos por medio de rodos o fajas elimina el germen del arroz, con la diferencia de que la presión sobre los granos es menor, ya que éstos se encuentran menos protegidos y más frágiles, situación misma que ocasiona la mayor cantidad de grano quebrado.

- Lustradora: Es de las fases finales que consta de frotar los granos de arroz mediante sistemas de ruedas y bandas para desprender el polvillo de los granos de arroz, y que da más valor comercial al arroz.(2)

3.1.9. CALIDAD MOLINERA DEL ARROZ:

Grist, citado por Tavico (15), afirma que la calidad molinera del arroz en granza, depende de la forma y del tamaño de grano, es decir, la variedad, de las condiciones en que fue cultivado, del grado de madurez y del tiempo que se haya expuesto al sol. La sobremadurez y la exposición excesiva en el molino. La edad del grano, su contenido de humedad y las condiciones en que se ha secado y almacenado, también afecta la calidad molinera del arroz.

La recuperación total de molienda o rendimiento de molino (RM%), es la relación entre el arroz molido que se recupera a partir de la cantidad original y el arroz en bruto (cantidad original). Se determina mediante la ecuación:

$$\text{Rendimiento de molino} = \frac{\text{Arroz limpio}}{\text{Arroz bruto}} \times 100$$

Recuperación de granos enteros o índice de pilada (IP %), se refiere a los granos completos o de más de 3/4 partes de longitud que se recupera a partir de la cantidad original de arroz en bruto, expresado en porcentaje según la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de Pilada} = \frac{\text{Arroz completo o de más de } 3/4}{\text{Arroz bruto}} \times 100$$

Granos rotos, se refiere a los granos de arroz blanco, hasta menos de la mitad de su longitud original.

Granos café se trata de los granos a los que solamente se ha quitado la cáscara.

Arroz en granza es el arroz en bruto o el grano con cáscara, a partir del cual se inicia el proceso de molinería.

Tascon y García, citado por Tavico (16), dan una guía de los rendimientos que se pueden obtener de un 100% de arroz en granza, con 13% de humedad, en molino arrocero y estos pueden ser:

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

3.1.10. TECNICAS PARA EL CONTROL ESTADISTICO DE LA CALIDAD:

Dentro del control estadístico de la calidad una de las herramientas más utilizadas es el uso de diagramas de control, que nos permite visualizar el comportamiento de las variables en estudios, respecto a su media, su comportamiento aleatorio y detectar las posibles causas que originan un incremento de las llamadas causas fortuitas.

3.1.10.1. Diagrama de control de calidad:

Un diagrama de control de calidad típico es una representación gráfica de una característica de calidad, medida o calculada a partir de

una muestra en función del número de la muestra o el tiempo. Tiene una línea central que representa el valor medio de la característica de calidad, correspondiente al estado bajo control (es decir solamente hay causas fortuitas).

Existe una relación estrecha entre los diagramas de control y la prueba de hipótesis, que esencialmente, dicha gráfica es una prueba de hipótesis de que el proceso está bajo control estadístico.

Hay cinco razones para el uso de diagramas de control:

1. Los diagramas de control son una técnica probada para mejorar la calidad.
2. Los diagramas de control son eficaces para evitar defectos.
3. Los diagramas de control evitan ajustes innecesarios al proceso.
4. Los diagramas de control proporcionan información para el análisis.
5. Los diagramas de control proporcionan información acerca de la capacidad de un proceso.

También tiene dos líneas horizontales mas, llamadas, límites superior de control (LSC) y límite inferior de control (LIC). Se escogen estos límites de manera que si el proceso está bajo control, casi la totalidad de los puntos muestrales se hallen entre ellos. Mientras los puntos se encuentren bajo control no es necesario tomar medidas correctivas. Sin embargo si algunos puntos están fuera de los límites es necesario tomar medidas de investigación y corrección a fin de encontrar y eliminar la o las causas atribuibles a dicho comportamiento. (13)

El límite superior se obtiene sumando al promedio de la muestra tres veces el valor de la desviación standard. El límite de inferior se obtiene restando al promedio de la muestra tres veces el valor de la desviación standard. (13)

Incluso si todos los puntos se encuentran dentro de los límites, pero se comportan de manera sistemática o no aleatoria, esto indica que el proceso está fuera de control. (13)

Un punto que se ubica entre los límites de control es equivalente a no poder rechazar la hipótesis de control estadístico, y otro que se encuentre fuera de los límites equivale al rechazo de la hipótesis del

control estadístico. (13)

Se concluirá que el proceso está fuera de control si se verifica uno o más de los criterios siguientes:

1. Uno o más puntos están fuera de los límites de control.
2. Una corrida de por lo menos 7 u 8 puntos, donde el tipo de corrida podrá ser ascendente o descendente, una corrida sobre la línea central o bajo de ella, o bien una por encima o por debajo de la mediana.
3. Dos o tres puntos consecutivos fuera de los límites de advertencia de dos sigmas (Desviaciones estándar), pero todavía entre los límites de control.
4. Cuatro o cinco puntos consecutivos más allá de los límites sigma.
5. Un patrón anormal o no aleatorio en los datos.
6. Uno o más puntos cerca de un límite de advertencia o de control. (13)

En los casos en donde todos los puntos son positivos, y el límite inferior es negativo, no tiene sentido su ubicación dentro de la gráfica. Al igual, en los casos en donde todos los datos son negativos, y el límite superior es positivo, no tiene sentido la ubicación dentro de la gráfica.

3.1.11. PRUEBAS PARA COMPARACION DE MEDIAS DE DOS POBLACIONES:

3.1.11.1. PRUEBA DE SHAPIRO WILKS:

La prueba de Shapiro Wilks, sirve para comparar el comportamiento de los datos provenientes de una población y determinar los parámetros que la componen, y así determinar si dichos parámetros presentan una distribución normal. Plantea como hipótesis nula que "la distribución de los datos de la población presentan parámetros que tienden a la normalidad".

3.1.11.2. PRUEBA DE t DE STUDENT:

Es un prueba que permite comparar los resultados de los datos provenientes de dos poblaciones, contra un valor o parámetro ó entre las poblaciones mismas, cuyo modelo especifica la condición de una

distribución normal y de los parámetros de dicha variable, que ordinariamente no se prueban sino solo se suponen. La significación de los resultados de una prueba de t, depende que estos supuestos se cumplan. Se plantea como hipótesis una igualdad de medias para los datos de las dos muestreos obtenidos, y se obtiene un estadístico de prueba que se compara contra un estadístico tabular.(12,15)

3.1.11.3. PRUEBA DE RANGOS SEÑALADOS Y PARES IGUALADOS DE WILCOXON:

La prueba de Wilcoxon considera la magnitud relativa y la dirección de las diferencias de dos muestras apareadas. Se utiliza para comparar dos poblaciones que presentan variables no paramétricas, con una escala de medida al menos ordinal. (15)

Como procedimiento general plantea la hipótesis nula, diciendo que no hay diferencia significativa entre las medianas de las muestras analizadas. Se determina la diferencia entre cada par igualado, y se ordenan de manera ascendente, por rangos. Luego se añade a cada rango el signo que corresponde de la diferencia (d_i) que representa.

Posteriormente se determina la "T" que se utiliza para comparar, la más pequeña suma de los rangos señalados. Se debe determinar "N", que es el número total de diferencias distintas de cero, con un signo, y este valor se compara contra un valor T tabular que se encuentra en Siegel, y que está definido por un alfa deseado y el valor N de diferencias. Si el valor de probabilidad asociado con "T", es menor o igual al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula.(15)

3.2. MARCO REFERENCIAL:

3.2.1. ZONAS DE PRODUCCION NACIONAL:

La producción nacional de este cereal viene observando aumentos significativos aunque, todavía se mantiene la enorme brecha entre las necesidades de arroz para consumo humano y su oferta bruta. Se proyecta que si la producción de arroz se mantiene constante en su incremento para el año 2,000, en Guatemala existirá un faltante de 61.8 %, que

aunque mejor que la del año 1,986 de 71% faltante, sigue siendo desalentador. (3).

Es evidente que el bajo consumo real del arroz de nuestra población, ha sido en gran medida determinado por una tradición de bajas producciones, y compensada por las importaciones efectuadas cada año, que han alcanzado promedios anuales de poco más de 3,000 toneladas métricas, (3).

Las zonas productoras de arroz del país con sus producción se reportan en el siguiente cuadro:

Cuadro 2: Zonas productoras de arroz de Guatemala, reportada en quintales.

| REGIONES | RENDIMIENTO | PORCENTAJE |
|------------|-------------|------------|
| REGION II | 153,850 | 35 |
| REGION III | 6,909 | 2 |
| REGION IV | 125,317 | 28 |
| REGION VI | 52,250 | 12 |
| REGION VII | 98,448 | 22 |

Fuente: Censo agropecuario 1,979.

La regionalización nacional de Guatemala presentada en el cuadro anterior corresponde hasta antes de 1,984, e incluye a los departamentos de Izabal, Alta Verapáz, en la Región II, la región IV que incluye a los departamentos de la región de la costa Sur (Escuintla, Suchitepequez, Retalhuleu, Santa Rosa y San Marcos). Dentro de la región VII se incluye a parte de Izabal, Zacapa y Chiquimula.

Los departamentos que tienen la mayor producción nacional son, Izabal, Escuintla y Alta Verapaz.

La disponibilidad y utilización para consumo humano en miles de toneladas métricas estimadas para el año 1,990 es de 34.0 con un faltante de 75.4 y para el año 2,000 es de 55.0 con un faltante de 89.0.

La disponibilidad de arroz oro para utilización de consumo humano para el año de 1,990 fue alrededor de 30 mil toneladas métricas, y para 1,995 es de 32.5 miles de toneladas métricas. (3)

Guatemala en promedio de 1,987 a 1,993 reporta una superficie de 19,000 Has, con un rendimiento total de 52,700 TM, y un rendimiento de 2.77 TM por Ha.(SIECA)

3.2.2 PERDIDAS POST-COSECHA EN GUATEMALA

Las pérdidas estimadas de los años 1,976 a 1,983 tomando en consideración las pérdidas de arroz para Guatemala a nivel nacional se reportan pérdidas promedio del 20%, consideradas como la diferencia entre la madurez fisiológica y la producción registrada, y un rango de 4 a 27%, acumulando pérdidas económicas en un valor total de ese período de 41,731,360 dólares hasta el año de 1,984, (4)

3.2.3 RUTAS DE TRANSPORTE DEL ARROZ

Se tienen definidas tres rutas hacia los centros comunes de beneficiado. La primera de los departamentos norteños de Izabal y Baja Verapaz hacia la ciudad capital. La segunda de los departamentos antes mencionados hacia el municipio de El Progreso del departamento de Jutiapa. La tercera ruta definida es para la producción de los departamentos de la costa Sur hacia la ciudad capital. Esta ruta hace referencia al mayor canal de transporte dejando por un lado los otros canales de menor importancia puesto que en éstas tres rutas se está transportando alrededor del 90 al 100% de la producción de arroz, según López.

3.2.4 ZONAS BENEFICIADORAS DE ARROZ A NIVEL NACIONAL

Existen dos zonas que corresponden a los dos destinos de las rutas de transporte, siendo éstas la ciudad capital y el municipio de El Progreso del departamento de Jutiapa. En ésta última localidad se

encuentran un número de doce beneficios con capacidad promedio de beneficiar 150-200 qq de arroz oro/beneficio/día durante un período promedio de 8 meses por año comprendido de los meses de agosto a marzo. Aproximadamente 50% de la producción de los departamentos del norte de la república se beneficia en cada zona beneficiadora de arroz según López¹ y Castellanos².

3.2.5. INVESTIGACIONES RELACIONADAS:

Tavico (16), afirma que en cuatro materiales promisorios de arroz y una variedad, se obtienen los mayores rendimientos de arroz en granza y % de rendimiento de molienda, así como mayor índice de pilada al realizar la siega del arroz al momento de la madurez fisiológica, a los cinco días y hasta los diez días después de la madurez. Así también al realizar la recolección del arroz en el período óptimo se obtienen pérdidas de carácter natural y por el clima mayores a las producidas propiamente por corte, trilla y limpieza; situación diferente a la que se da al cortar en una maduración precoz en donde predominan pérdidas en la limpieza.

Tavico (16), cita a Tascon y García, en donde un resumen con la relación a la humedad de cosecha sería:

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

OBJETIVOS:**4.1. OBJETIVO GENERAL:**

Determinar las pérdidas cualitativas y cuantitativas post-cosecha (desde el segado hasta el beneficiado) en arroz (Oryza sativa) para la región productora de Morales Izabal.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Determinar las pérdidas post-cosecha a nivel de campo (segado y trillado) en Morales Izabal.

Determinar las pérdidas que se dan por transporte del arroz en granza.

Determinar las pérdidas por el proceso de beneficiado.

5. HIPOTESIS:

La acumulación de pérdidas cuantitativas y cualitativas post-cosecha evaluadas en el cultivo de arroz, producido en Morales, Izabal y el beneficiado en el Progreso, Jutiapa, son mayores del 20%.

6. METODOLOGIA:

6.1. UBICACION DE LAS AREAS DE ESTUDIO

6.1.1. ZONAS EN ESTUDIO:

La primera parte del presente estudio se realizó en el municipio de Morales, departamento de Izabal, localizado al Norte de la República, que cuenta con zona de vida de Bosque muy húmedo Subtropical (cálido) según De la Cruz (1). Con una precipitación promedio anual de 3,000 a 3,500 mm, con aproximadamente 1,920 mm durante el ciclo del cultivo del arroz (mayo-octubre) y una temperatura promedio anual de 27 ° C, un humedad relativa promedio anual de 87 %. Los suelos según Simmons pertenecen a la serie de suelos Polochic, e Inca. Los suelos de dicha área pertenecen a las tierras bajas del Petén-Caribe.

Se encuentra a una altitud de 50 msnm con una latitud de 15°28'30" y longitud de 88°49'40".

Fueron objeto de estudio para estimar las pérdidas postcosecha, de la primera fase de esta investigación, 15 parcelas que tuvieron sembrado arroz de la variedad ICTA Polochic en la región de La Libertad, Morales, que se encontraron dentro del tipo de arroz largo (0.6 cm), con una área de 200 metros cuadrados (10 x 20 m. por lado), cuyo manejo fue semitecnificado y se encontraron ubicadas en el municipio de Morales Izabal.

6.1.2. UBICACION DE LOS BENEFICIOS:

Los beneficios de arroz, en donde se realizó los muestreos están ubicados en el municipio de El Progreso departamento de Jutiapa, distando aproximadamente 125 Km, de la ciudad capital y aproximadamente 250 km del departamento de Izabal. La zona de vida es un Bosque Seco Subtropical con temperatura promedio anual de 22°C, una humedad relativa promedio de 75% y una precipitación promedio anual de 1,000 mm. Se encuentra a una altitud de 970 msnm. Para ésta investigación no se

consideró los beneficios que se localizan en la ciudad capital de Guatemala.

6.2. METODOLOGIA MUESTRAL:

La presente investigación, se dividió en tres fases, basados en la independencia de los eventos de una misma población, que en términos generales fueron las siguientes:

Fase I: Pérdidas postcosecha desde la cosecha hasta su acondicionamiento en el centro de acopio.

Fase II: Pérdidas postcosecha propias del transporte del arroz en granza desde el centro de acopio hasta su ubicación en los beneficios.

Fase III: Pérdidas postcosecha en el proceso de beneficiado en El Progreso, Jutiapa.

6.2.1. FASE I: PERDIDAS POSTCOSECHA DESDE LA COSECHA HASTA SU ACONDICIONAMIENTO EN EL CENTRO DE ACOPIO.

6.2.1.1. SELECCION DE PARCELAS:

Para esta fase se seleccionaron al azar en la zona productora de La Libertad, Morales, Izabal un total de 15 parcelas, con base a una tabla elaborada para una población normal, tomando una estimación conservadora de la desviación standard de la población con parcelas comprendidas entre 5 y 20 Ha., y que se obtiene dividiendo el rango entre cuatro. En esta tabla el número de muestras ha sido calculado mediante la recomendación de la American Society Testing Methods (ASTM), para la elección del tamaño de muestra requerida para estimar la calidad promedio de un lote o en un proceso. Para esto se consideró una precisión de 5%, y un rango de resultados esperados de pérdidas de 20%. Estas parcelas tuvieron un tamaño de 200 m². (10m.x20m.), según la recomendaciones de evaluación de pérdidas post-cosecha, técnicas normalizadas (6). Fueron seleccionadas al azar con base al registro de todos los productores de arroz de DIGESA, de esa región que tenían las

características específicas, considerándose a cada parcela como unidad muestral.

6.2.1.2. VARIABLES MEDIDAS:

Las variables medidas en cada parcela de campo seleccionada fueron:

a. Rendimiento por parcela:

Se tomó el rendimiento por parcela después de realizados los procesos de segado y la trilla del arroz en granza y fue expresado en kilogramos por parcela, y pesados en una báscula con una capacidad para 0.5 toneladas (romana).

b. Peso de arroz recolectado después de segado:

Se incluyó todo el arroz dejado en la parcela después de realizado el segado, y fue expresado en kilogramos por parcela.

c. Peso de arroz recolectado en panícula trillada:

Se tomó el 25% del total de la panícula trillada y se le recolectaron todos los granos de arroz dejados en la panícula. Esta cantidad de arroz recolectada permitió por medio de regla de tres simple estimar el total de granos de arroz dejado en la panícula por el trillado y fue expresado en kilogramos por parcela.

d. Análisis de arroz en granza:

Se realizó análisis de arroz en granza a las muestras obtenidas en la madurez fisiológica y el momento de la cosecha, a las cuales se les determinó las variables siguientes: Impurezas, Rendimiento de Beneficiado (R.B.), Semillas Objetables (S.O.), Índice de Beneficiado (I.B.), Semillas Daño Total (S.D.T.), Grano Yesoso (G.Y.), Grano Rojo (G.R.) y Grano de Contraste (G.C.); todos los análisis fueron realizados según la metodología y normas de INDECA, (8), en cuyo laboratorio se realizaron los análisis.

6.2.1.3 PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LAS PERDIDAS:

6.2.1.3.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS:

Las pérdidas cuantitativas para la fase I, se obtuvieron sumando al rendimiento obtenido por parcela, la cantidad reportada por la recolección de arroz dejado en el campo después del segado, más la cantidad de arroz dejado en la panícula después de trillado, para constituir el rendimiento total, el cuál fue la base para estimar a que porcentaje corresponden las cantidades dejadas en las subfases estudiadas. Para esto todas las cantidades reportadas por las tres variables fueron consideradas en una base común de humedad al 14% .

a: Estimación de pérdidas por segado:

Para las pérdidas cuantitativas por segado se procedió a estimar a que porcentaje del rendimiento total, correspondió la cantidad recolectada en la parcela después de realizado el segado. Dicho procedimiento se realizó en cada parcela.

b: Estimación de pérdidas por trillado:

Para las pérdidas cuantitativas por trillado se procedió a estimar que porcentaje del rendimiento total, corresponde la cantidad del arroz dejada en la panícula trillada. Este procedimiento se realizó en cada parcela.

6.2.1.3.2. PERDIDAS CUALITATIVAS:

Para estimar las pérdidas cualitativas se procedió a la toma de una muestra de un kilogramo de arroz recolectado en la parcela de campo (aún en planta) al momento de la madurez fisiológica, a la cual se le realizó la prueba de análisis de arroz en granza descrita en la metodología donde se estimó Rendimiento de Beneficiado, Índice de Pilada, grano dañado, grano quebrado, grano yesoso, grano objetable, grano de contraste, grano rojo e impurezas. Así mismo se tomó una muestra de un kilogramo de arroz después de trillada, a la cual también se le realizó el mismo análisis. Donde se compararon las variables cualitativas de cada una, para determinar las pérdidas de calidad desde la madurez fisiológica del grano hasta el trillado.

6.2.2 FASE II: PERDIDAS POSTCOSECHA POR TRANSPORTE DE ARROZ EN GRANZA, DESDE EL CENTRO DE ACOPIO HASTA SU ACONDICIONAMIENTO EN EL BENEFICIO.

6.2.2.1. SELECCION DE UNIDADES MUESTRALES:

Para esta fase se realizó los siguientes pasos, en 15 unidades muestrales diferentes determinadas al azar con base a la tabla propuesta por ASTM (American Society Testing Method), que cubrieron la ruta que se consideró para éstas mediciones de Izabal a El Progreso Jutiapa, con un recorrido estimado de 250 km. y con una capacidad de transporte de 250 quintales. Como unidad muestral se consideró un vehículo que realizó el recorrido antes mencionado.

6.2.2.2. VARIABLES MEDIDAS:

a: Peso de arroz en granza por vehículo:

Se tomó el peso total de arroz en granza que registró el vehículo al inicio y al final del recorrido, mediante una báscula y fue expresado en kilogramos por vehículo. Esta variable fue tomada a cada vehículo (unidad muestral), y sirvió para determinar las pérdidas cuantitativas.

b: Análisis de arroz en granza:

Se realizó a las muestras obtenidas antes y después del recorrido de 250 kilómetros, y se realizó un análisis de, índice de pilada, rendimiento de beneficiado, granos dañados, granos quebrados, granos rojos, semillas objetables, e impurezas según la metodología de INDECA, y sirvió para determinar las pérdidas cualitativas.

6.2.2.3. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE PERDIDAS:

6.2.2.3.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS:

Para estimar las pérdidas cuantitativas en la fase de transporte se procedió a tomar el peso inicial del vehículo antes de realizar el recorrido estimado para esta investigación y otra toma de peso al final del recorrido que realizó cada unidad muestral. La toma de éstos pesos se realizó con báscula pesando todos los sacos que cargaron y descargaron en cada vehículo. Considerando su contenido de humedad por medio de un determinador tipo SAMMAP tanto al inicio como al final del

recorrido.

6.2.2.3.2. PERDIDAS CUALITATIVAS:

Para estimar las pérdidas cualitativas se procedió a la toma de muestras para realizarles el análisis de arroz en granza. El número de submuestras fue en función del número de sacos que llevaron cada vehículo. Siendo el tipo más común para realizar éstos recorridos el vehículo con capacidad de 250 quintales se tomaron un total de 10 submuestras de 100 gms., obtenidas cada una de éstas en un saco diferente seleccionado al azar, para formar la muestra representativa de 1 kg., a la cual se le realizó la prueba antes mencionada. Dicho procedimiento se realizó a cada unidad muestreal tanto al inicio como al final del recorrido, y sirvió para determinar si hubo o no pérdidas en estas variables cualitativas, que inciden negativamente en el rendimiento de arroz en el beneficio.

6.2.3. FASE III: PERDIDAS DEBIDO AL PROCESO DE BENEFICIADO DEL ARROZ.

6.2.3.1. NUMERO DE BENEFICIOS A MUESTREAR:

Para la presente investigación se muestrearon nueve de los once beneficios existentes en el municipio de El Progreso, Jutiapa.

Se determinó las distintas pérdidas de las variables en cada una de las subfases del beneficiado. A dichos resultados se les realizó una prueba de Shapiro Wilks, para determinar la distribución de las variables.

A las variables que resultaron ser normales se les analizó mediante una prueba de comparación de medias de "t" de student y un diagrama de control. Las variables no paramétricas se analizaron mediante una prueba de comparación de medianas apareadas de Wilcoxon.

6.2.3.2. UNIDADES MUESTRALES:

Según Montgomery (13), los procesos comerciales sometidos a evaluaciones de control es mejor muestrearlos en intervalos cortos de tiempo y de manera continua en ese tiempo. Para la presente

Investigación se muestrearon nueve de los once beneficios existentes en el municipio de El Progreso, Jutiapa, tres veces cada uno en días consecutivos. Descartándose dos beneficios debido a que beneficiaron arroz importado, lo cual no permitía acumular las pérdidas postcosecha, debido a que no se tenía registro de las condiciones de producción y su manejo postcosecha. Para muestrearlos se consideró como unidad muestral, cada día que se realizó el proceso de beneficiado.

Dentro de ésta fase se consideraron las pérdidas incurridas en las siguientes etapas del proceso de beneficiado:

Pérdidas en el secado.

Pérdidas en la clasificación.

Pérdidas en la descascaradora.

Pérdidas en la pulidora.

Pérdidas en la lustradora.

Rendimiento obtenido de arroz, y granillo (arroz quebrado).

6.2.3.3. VARIABLES MEDIDAS:

a: Cantidad total inicial de arroz en granza que ingresa al beneficio:

Se tomó el registro de la cantidad total que ingresó a beneficiarse ese día específico en cada beneficio a muestrearse, y fue anotado en kilogramos.

b: Cantidad total final de arroz de primera producido:

Se tomó el registro de la cantidad total clasificado como arroz de primera, que se produjo luego del proceso de beneficiado el día que se muestreó, y fue anotado en kilogramos. Se consideró como arroz de primera, al arroz que presenta dentro de su composición un mínimo de 95%, de arroz entero.

c: Cantidad total final de arroz de segunda producido:

Se tomó el registro de la cantidad total de arroz clasificado como arroz de segunda que se produjo luego del proceso de beneficiado el día que se muestreó, y fue anotado en kilogramos. Se consideró como arroz de segunda, al arroz que presenta dentro de su composición un mínimo de 90%

de arroz entero.

d: Cantidad total final de grano quebrado (granillo) producido:

Se tomó el registro de la cantidad total de granillo (arroz quebrado), que se produjo en el proceso de beneficiado el día que se muestreó, y fue anotado en kilogramos.

e: Cantidad total final de harina producida:

Se tomó el registro de la cantidad total de harina producida, que se produjo en el proceso de beneficiado, debido al lustre de grano, que desprende carbohidratos, que protegen al germen del grano, el día que se muestreo, y fue anotado en kilogramos.

f: Análisis de arroz en granza:

Se realizó el análisis de arroz en granza a las muestras obtenidas antes de secado, después de secado y después de clasificado, en donde se obtuvo el Índice de beneficiado, rendimiento de beneficiado, grano dañado, grano yesoso, grano rojo, semillas objetables semillas de contraste e impurezas. Posteriormente se determinó el porcentaje de grano quebrado para cada una de las muestras obtenidas antes del secado, después del secado, después del clasificado, después del lustrado y después del pulido, estableciendo la diferencia para las primeras tres muestras, entre el rendimiento de beneficiado y el índice de beneficiado; y para las últimas tres mediante un cálculo del porcentaje de arroz menor de 3/4 del largo total del grano, respecto a la cantidad de arroz de la muestra, mediante la metodología utilizada por INDECA, en donde se realizaron los análisis.

6.2.3.4. PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LAS PERDIDAS:

6.2.3.4.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS:

Las pérdidas cuantitativas fueron estimadas, partiendo de la toma de 10 submuestras de 100 gms., iniciales para conformar una muestra final representativa de 1 kilogramo del arroz que ingresó al beneficiado, a la cuál se le realizó las pruebas de rendimiento de

beneficiado y la de índice de pilada. Estos factores sirvieron para estimar un rendimiento de arroz de primera y segunda ya que fueron multiplicados por la cantidad inicial de arroz que ingresó, y permitió estimar una cantidad de arroz de primera y segunda esperado, el cual se comparó con el rendimiento final reportado para arroz de primera y segunda. La diferencia entre el valor estimado y el valor reportado de arroz de primera y segunda, fue cuantificada en porcentaje, respecto al valor estimado.

En la figura 1 aparece un diagrama de flujo general, del tipo de análisis de la información.

6.2.3.4.2. PERDIDAS CUALITATIVAS:

a: Pérdidas por secado:

Las pérdidas en el secado fueron consideradas mediante un muestreo del lote que se sometió al proceso de beneficiado. Dicho muestreo se hizo al azar tomando diez submuestras de 100 gramos cada una para obtener una muestra final de 1 kilogramo, las cuales fueron sometidas a un análisis de arroz en granza completo. Posteriormente del proceso de secado se realizó otro muestreo de igual número de muestras, y se sometió a las mismas pruebas, para determinar las pérdidas por secado, cada una de las variables obtenidas con el análisis de arroz en granza.

b: Pérdidas por clasificación:

Las pérdidas por clasificación fueron determinadas mediante un análisis arroz en granza que se realizó a la muestra de 1 kilogramo que fue obtenida de diez submuestras a beneficiarse en ese día, después de pasar por la clasificadora y dichos resultados de cada una de las variables obtenidas en el análisis de arroz en granza se compararon con los obtenidos después de secado.

c: Pérdidas por descascaramiento:

Para estimar las pérdidas por descascaramiento, se tomó una muestra de arroz compuesta por diez submuestras de 100 gms., salida después de la descascaradora y a la cuales se le realizará un análisis de arroz quebrado dicho datos se compararon con los obtenidos en la muestra

salida de la clasificadora, este procedimiento es determinado mediante la diferencia del rendimiento de beneficiado y el índice de beneficiado.

d: Pérdidas por pulido:

Para estimar las pérdidas por pulidora, se tomó una muestra representativa de un kilogramo, después de pasar por la pulidora el arroz, compuesta de diez submuestras iniciales a la cual se le realizó el análisis de grano quebrado que se comparó con el resultado obtenido en la muestra salida de la descascaradora, determinado mediante la diferencia del rendimiento de beneficiado y el grano quebrado menor de un medio, que es igual al índice de beneficiado.

e: Pérdidas por lustrado:

Para determinar las pérdidas por lustrado se tomó una muestra representativa compuesta de 10 submuestras, después de pasar el arroz por la lustradora, a la cuales se les realizó un análisis de grano quebrado que se comparó con el resultado obtenido en la muestra que salió de la pulidora dicho procedimiento es la diferencia entre el rendimiento de beneficiado y el índice de pilada.

6.3 ANALISIS DE LA INFORMACION:

6.3.1. FASE I: PARCELAS DE CAMPO.

6.3.1.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS:

Luego de estimado a que porcentaje del rendimiento total correspondieron las pérdidas por segado, y por trillado, se procedió a realizar una prueba de normalidad de Shapiro Wilks, para las variables de esta fase, y por ser normales sus distribuciones y existir diferencias se realizó un diagrama de control para unidades individuales, que es una gráfica que permite visualizar el comportamiento de datos provenientes de un muestreo, sobre los estimadores de media o promedio, así como su relación respecto a los límites tanto superior como inferior, que aseguran un porcentaje de confiabilidad mayor del 95 %, para los catorce valores estimados que

correspondieron a cada una de las catorce parcelas evaluadas de las quince evaluadas que no presentaron problemas de sobremadurez del grano al momento de la cosecha.

En el caso de la estimación de pérdidas por segado, y trillado, se eliminó los datos provenientes de la parcela número diez, por que dicha parcela se cosechó, en condiciones excesivas de madurez de grano, grano botado por lluvia y viento, por lo cual se descartó.

Dichos diagramas de control fueron elaborados para cada subfase en particular y otro diagrama de control para analizar la fase I en general en donde se analizó la dispersión de los datos y su tendencia central, mediante la obtención de estimadores de Media y Desviación Estándar, así como la determinación de Límites superiores e Inferiores de confianza (LSC Y LIC).

6.3.1.2. PERDIDAS CUALITATIVAS:

Debido a que los datos de las variables determinadas en el análisis de arroz en granza como lo son las siguientes: Impurezas, Rendimiento de Beneficiado, Semillas Objetables, Índice de Beneficiado, Semillas daño Total, Granos Yesosos, Granos, Rojos, y Granos de Contraste, presentaron en algunas parcelas, incremento y decremento entre una subfase y otra, se realizó la prueba de Shaphiro Wilkes, para determinar la normalidad de los datos, y con base a la normalidad o no de cada variable en particular, se realizó las pruebas de comparación de medias para datos apareados de t de student, a las variables que fueron paramétricas; y la prueba de comparación para datos apareados dependientes de Wilcoxon, a las variables no paramétricas.

Adicionalmente para las variables paramétricas que presentaron pérdidas se construyó un diagrama de control de unidades individuales, donde se observó la media, y desviación estándar, así como la aleatoriedad de dichos datos.

6.3.2. FASE II: PERDIDAS DEBIDO AL TRANSPORTE:

6.3.2.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS:

Las pérdidas cuantitativas por transporte se analizaron mediante pruebas de normalidad de Shapiro Wilks, presentando una distribución no normal, por lo que se realizó una prueba de no paramétrica de Wilcoxon, tomando los datos reportados en porcentaje que corresponden a las diferencia de peso en una base común de humedad al 14% entre el peso inicial y final de arroz que transportaron doce de los quince vehículo seleccionados. Se eliminaron los datos de tres unidades muestrales debido a que por calentamiento excesivo por el uso de lona como cubierta para el arroz transportado, se incrementó la temperatura de tal forma que afectó el factor de corrección de humedad al momento de la toma de dichos datos, situación ésta que es factible darse para casos extremos de temperatura que sobrepasan los límites considerados en el determinador de humedad tipo SAMMAP.

6.3.2.2. PERDIDAS CUALITATIVAS:

Debido a que los datos de las variables determinadas en el análisis de arroz en granza como lo son las siguientes: Impurezas, Índice de Beneficiado, Semillas Objetables, Índice de Beneficiado, Semillas daño Total, Granos Yesosos, Granos, Rojos, y Granos de Contraste, presentaron en algunas unidades muestrales, incremento y decremento entre una subfase y otra, se realizó la prueba de Shapiro Wilks, para determinar la normalidad de los datos, y con base a la normalidad o no de cada variable en particular, se realizó las pruebas de comparación de medias para datos apareados de t de student, a las variables que fueron paramétricas; y la prueba de comparación para datos apareados dependientes de Wilcoxon, a las variables no paramétricas. Adicionalmente para las variables paramétricas que presentaron pérdidas se construyó un diagrama de control de unidades individuales, donde se observó la media, y desviación estándar, así como la aleatoriedad de dichos datos.

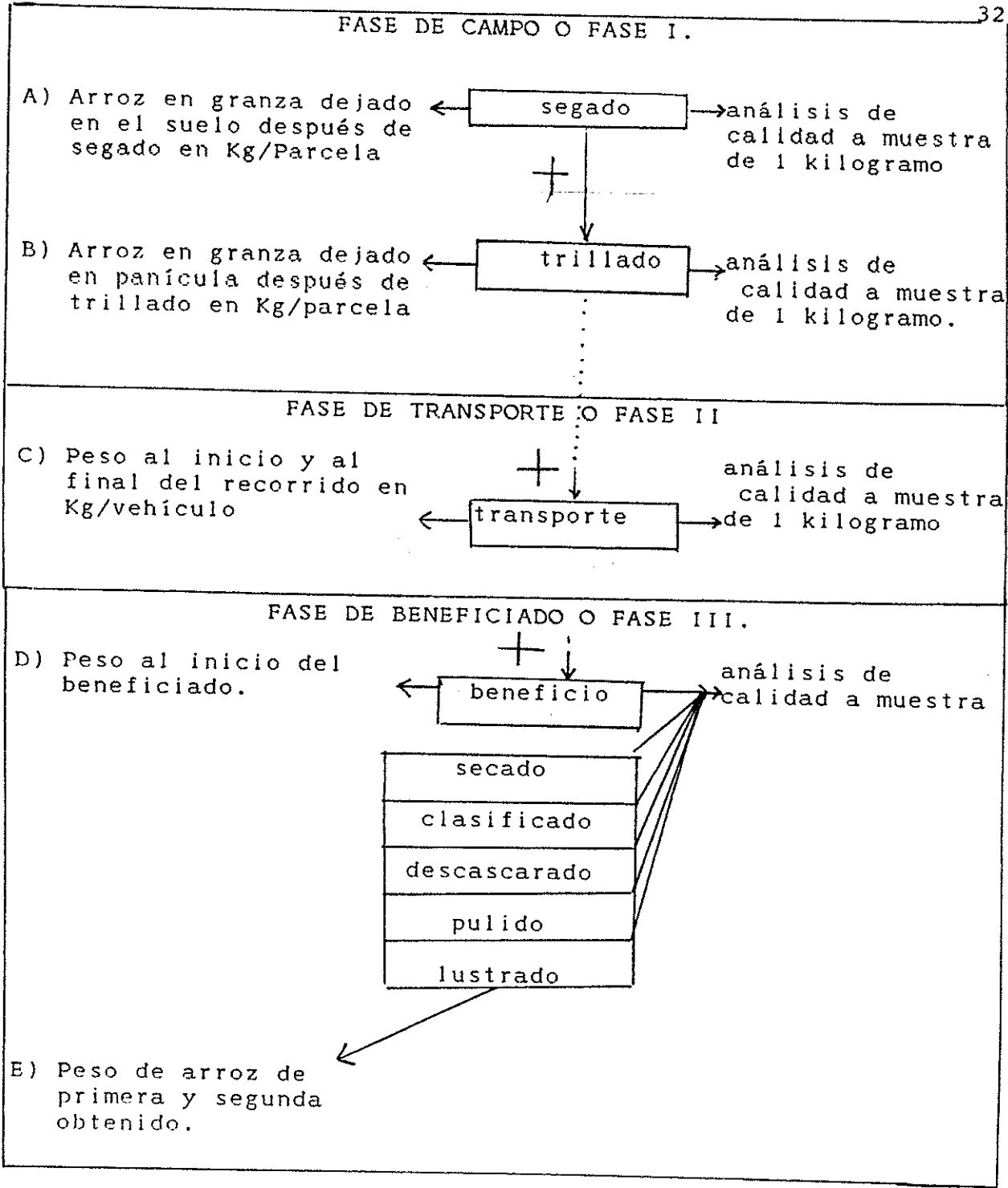


Figura 1: Diagrama de flujo del análisis de la información.

6.3.3. FASE III: PERDIDAS POR EL PROCESO DE BENEFICIADO.

6.3.3.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS:

Obtenidos los datos porcentuales de cada pérdida entre el rendimiento esperado y el rendimiento obtenido de arroz de primera y segunda se realizó una prueba de Normalidad de Shapiro Wilks, y al no presentar normalidad, se realizó una prueba no paramétrica de Wilcoxon. Se eliminó los datos provenientes de dos beneficios, por procesar arroz extranjero, que era proveniente de otra población, lo cual alteraba los datos de la presente investigación.

6.3.3.2. PERDIDAS CUALITATIVAS:

Determinadas las diferencias de pérdidas para cada variable, en las distintas subfases del beneficiado, se procedió a realizar un análisis de normalidad con la prueba Shapiro Wilks. A las variables que presentaron normalidad se les realizó una prueba de t de student, y un diagrama de control. Las variables con una distribución no paramétrica se les realizó una prueba de Wilcoxon.

7. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

7.1. PERDIDAS POSTCOSECHA A NIVEL DE CAMPO O FASE I.

7.1.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS A NIVEL DE CAMPO DETERMINADAS AL MOMENTO DEL SEGADO.

Las pérdidas por segado fueron del orden de 0.7 hasta 8.25% de la producción total. Estos resultados aparecen en el cuadro 3. Es importante anotar que los resultados más altos de pérdidas se dieron en la parcela 10, que fue desechada de los datos que aparecen en el cuadro 3 y no debe confundirse con la parcela 10 que actualmente se reporta en el cuadro, por que fue cosechada en un punto de sobremadurez y afectada por lluvia y viento que botaron gran parte de la parcela, y fue atrasada su cosecha por problemas de carácter administrativo como la determinación de una cosecha mecánica y no manual, lo cual prolongó la fecha de corte en 21 días, razones estas que obligaron a eliminar los datos de dicha parcela.

A estas pérdidas se les realizó una prueba de normalidad de Shapiro Wilks, en donde el resultado fue un comportamiento paramétrico (ver cuadro 4) por lo que se le realizó una prueba de "t" de student en donde se rechazó la hipótesis nula. Esto nos permite concluir que si existen pérdidas por segado con una media de 3.30 %.

Por lo anterior se realizó como se puede observar en la figura 2, un diagrama de control para unidades individuales, con un estimador de media muestral igual a 3.30 % y una desviación estándar de 1,98, con un LSC igual a 7, y un LIC negativo que no se reporta en la gráfica. En el diagrama se observa que el punto 10 está fuera del LSC, lo que es igual a rechazar la prueba de hipótesis, o decir que si existieron pérdidas por segado, además el comportamiento de la gráfica no presenta un patrón uniforme, lo cual se explica ya que las parcelas sufrieron diferentes manejos por parte de los agricultores, y es determinado por el período de cosecha, lo cual se verifica al observar que las parcelas 8 y 10 del diagrama de control son los puntos más altos ya que fueron cosechadas en condiciones aunque dentro de lo normal un poco más maduras que el resto.

CUADRO 3: PERDIDAS POST-COSECHA CUANTITATIVAS PARA LAS SUBFASES DE SEGADO Y TRILLADO, ASI COMO TOTALES DE LA FASE DE CAMPO O FASE I.

| PARCELA No. | REN.Kg/Par.14% | %P. SEG. | %P. TRIL. | %P. TOTAL | A.M.S | A.M. Till | A.M. Tot. |
|-------------|----------------|----------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 1 | 94.58 | 2.33 | 4.91 | 7.24 | | | |
| 2 | 106.18 | 2.18 | 4.55 | 6.73 | 0.15 | 0.36 | 0.51 |
| 3 | 101.08 | 2.44 | 4.22 | 6.66 | 0.26 | 0.33 | 0.07 |
| 4 | 115.69 | 2.53 | 4.27 | 6.80 | 0.09 | 0.05 | 0.14 |
| 5 | 139.05 | 2.24 | 3.43 | 5.67 | 0.29 | 0.84 | 1.13 |
| 6 | 113.51 | 0.70 | 1.57 | 2.27 | 1.54 | 1.86 | 3.40 |
| 7 | 101.60 | 0.97 | 1.98 | 2.95 | 0.27 | 0.41 | 0.68 |
| 8 | 92.19 | 5.88 | 3.43 | 9.31 | 4.91 | 1.45 | 6.36 |
| 9 | 93.08 | 4.84 | 2.91 | 7.75 | 1.04 | 0.52 | 1.56 |
| 10 | 99.08 | 8.25 | 2.29 | 10.54 | 3.79 | 0.72 | 2.79 |
| 11 | 102.01 | 4.00 | 4.45 | 8.45 | 4.25 | 2.16 | 2.09 |
| 12 | 117.26 | 3.07 | 3.07 | 6.14 | 0.93 | 1.38 | 2.31 |
| 13 | 139.27 | 3.16 | 3.16 | 6.32 | 0.09 | 0.19 | 0.18 |
| 14 | 147.36 | 3.66 | 3.35 | 7.01 | 0.50 | 0.19 | 0.69 |
| MEDIA | 111.60 | 3.30 | 3.40 | 6.70 | 1.39 | 0.80 | 1.68 |
| S | | 1.98 | 1.00 | 2.17 | 1.75 | 0.69 | 1.77 |
| L.S.C. | | 7.00 | 5.54 | 11.19 | | | |
| L.I.C. | | | 1.26 | 2.22 | | | |

%P.SEG = % DE PERDIDAS POR SEGADO

%P.TRIL = % DE PERDIDAS POR TRILLADO

%P.TOTAL = % DE PERDIDAS TOTALES

A.M.S. = AMPLITUD MOVIL DE SEGADO

A.M.Tri. = AMPLITUD MOVIL DE TRILLADO

A.M.Tot. = AMPLITUD MOVIL TOTAL

L.S.C. = LIMITE SUPERIOR DE CONTROL

L.I.C. = LIMITE INFERIOR DE CONTROL

Cuadro 4: Resultados de pruebas de normalidad de Shapiro Wilks, y pruebas de t de student, para las variables cuantitativas en el segado y trillado de la fase de campo.

| Variables | Prueba de normalidad. | | Comparación de medias | |
|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|-------------|
| | Probabilidad | Resultado | Probabilidad | Conclusión |
| Segado | Pro \leq w*0.12 | NORMAL | P>t 0.0001 | RECHAZA Ho. |
| Trillado | Pro \leq w 0.66 | NORMAL | P>t 0.0001 | RECHAZA Ho. |
| Totales | Pro \leq w 0.31 | NORMAL | P>t 0.0001 | RECHAZA Ho. |
| | PROB.>5%= NORMAL | | PROB<5%= RECHAZAR | |

* w= Estadístico de prueba calculado por Shapiro Wilks, comparado con alfa.

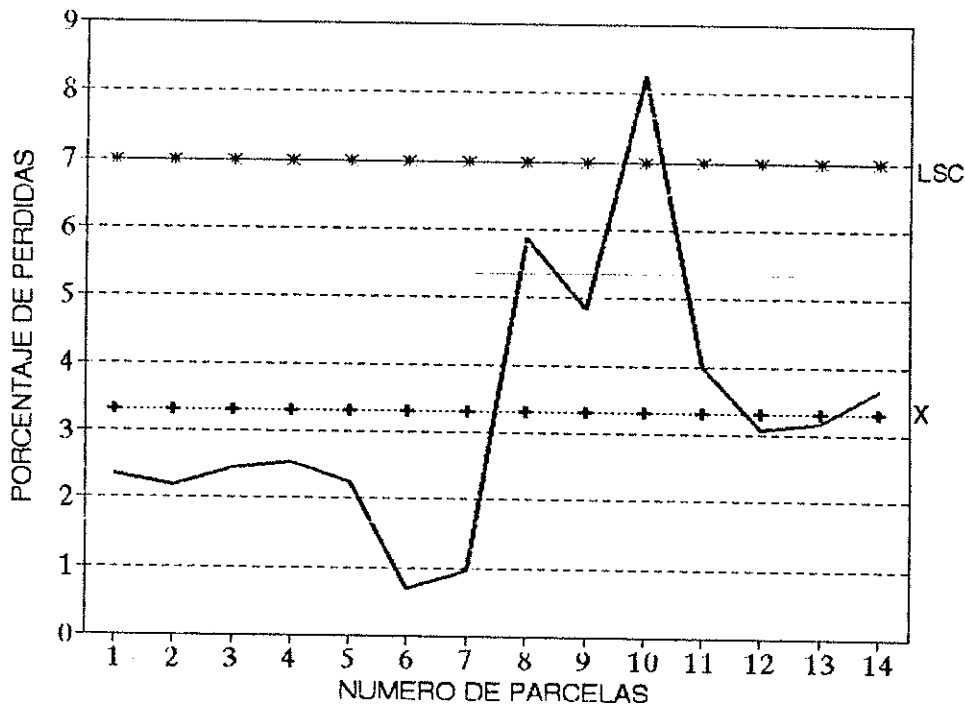


Figura 2: Diagrama de control para las pérdidas postcosecha cuantitativas para el segado, en parcelas seleccionadas en La Libertad, Morales, Izabal.

7.1.2. PERDIDAS CUANTITATIVAS POR TRILLADO:

Las pérdidas cuantitativas por trillado fueron del orden de 1.57 a 4.91 por ciento como se puede ver en el cuadro 3. Con una media muestral de 3.399 y una desviación estándar de 1,00. A dichas pérdidas se le realizó un análisis de normalidad de Shapiro Wilks, cuyo resultado fue un comportamiento normal como se puede observar en el cuadro 4.

A esta variable por tener una distribución normal esta variable, se realizó un diagrama de control para unidades individuales (figura 3), donde se observa al igual que en las pérdidas por segado que se encuentra bajo un patrón determinado por el punto óptimo de cosecha así como otros factores ambientales tales como lluvia y viento. Así como por la diversidad del manejo de los agricultores a sus parcelas.

En cuanto a pérdidas por trillado se debe de considerar el grado de humedad al momento del segado que impere en el ambiente, así como el grado de madurez de la plantación, ya que los datos de las parcelas uno, dos, tres cuatro y doce, del diagrama de control, fueron cosechadas un día después de lluvia pasajera, lo cual pudo intervenir en la cantidad de arroz que se quedó en la panícula trillada, debido a la absorción de humedad del ambiente, por parte del grano ya que éstos son higroscópicos, siendo más difícil el trillado.

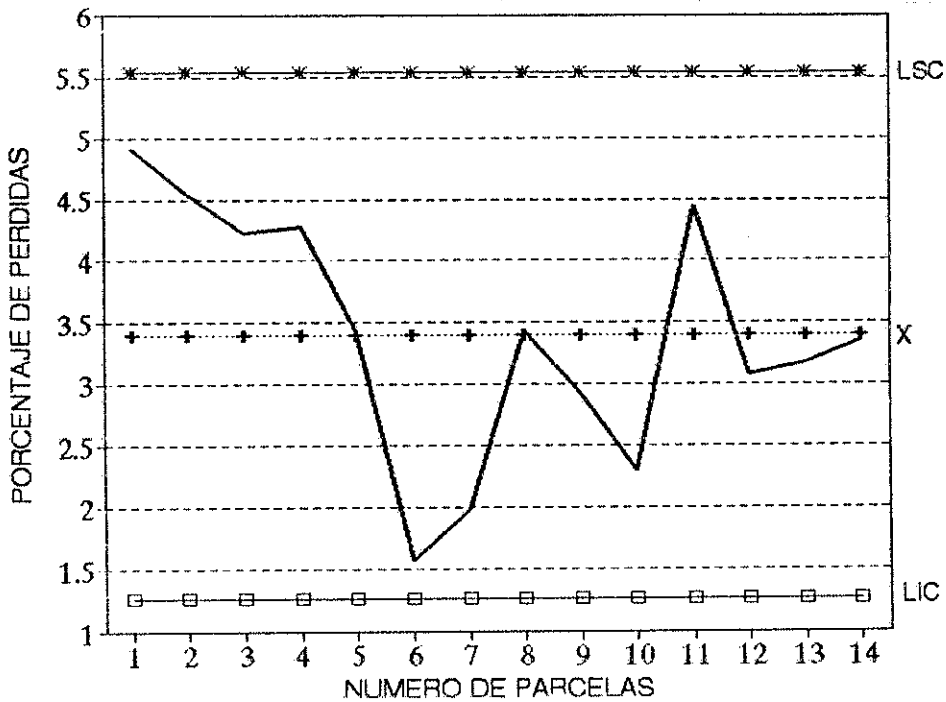


Figura 3: Diagrama de control para las pérdidas cuantitativas, ocurridas en trillado, en parcelas seleccionadas, en La Libertad, Morales, Izabal.

7.1.3. PERDIDAS CUANTITATIVAS TOTALES A NIVEL DE CAMPO;

Las pérdidas cuantitativas totales fueron desde un 2.27 hasta un 13.3 por ciento, con una media muestral de 6.70 por ciento de pérdida y una desviación estándar de 2,17, como se observa en el cuadro 3.

El resultado de normalidad de Shapiro Wilks como se observa en el cuadro 4, fue de una variable normal, por lo que se realizó un diagrama de control.

Se rechazó la hipótesis nula, por lo que se asegura que existieron pérdidas. Lo cual es lógico ya que las pérdidas totales son la suma de las pérdidas tanto por trillado como por segado, que a su vez presentaron un rechazo en sus respectivas hipótesis planteadas.

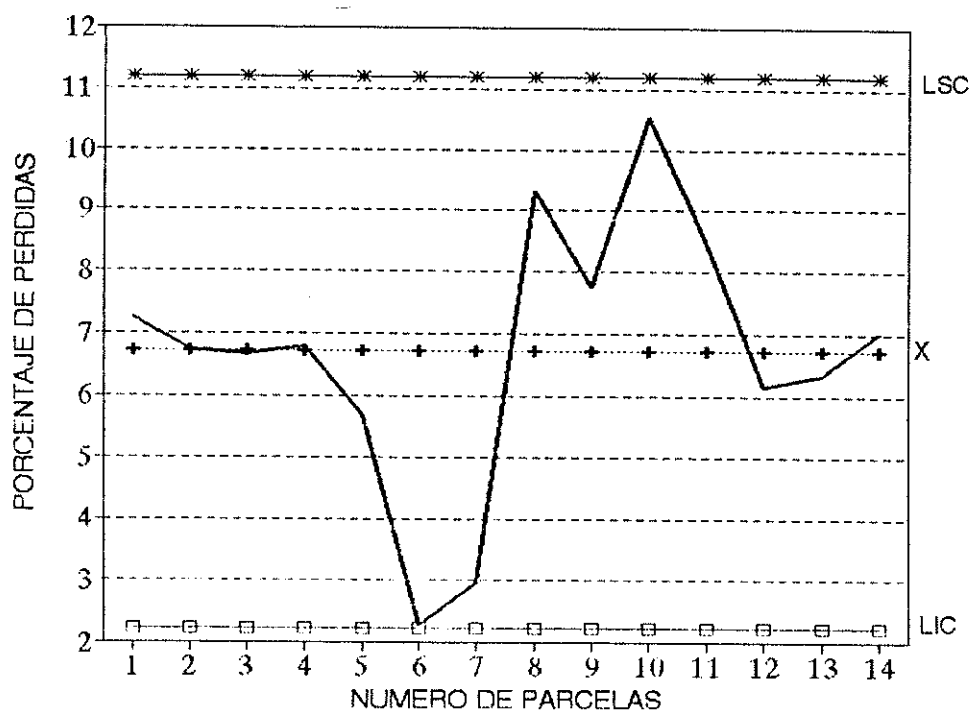


Figura 4: Diagrama de control, de pérdidas postcosecha cuantitativas totales, ocurridas en parcelas seleccionadas en La Libertad, Morales, Izabal.

Analizando el diagrama de control para unidades individuales (figura 4), se puede inferir que por ser resultado de la suma de las pérdidas por segado y trillado, no presenta un patrón aleatorizado de las pérdidas, y es vital considerar una época adecuada de cosecha, y las condiciones climáticas previas a la cosecha y así reducir las pérdidas, que además son influenciadas por los distintos manejos a que es sometido el cultivo de arroz.

7.1.4. PERDIDAS POSTCOSECHA CUALITATIVAS, DE LA FASE DE CAMPO O FASE I:

Para las pérdidas cualitativas, cuyos datos se presentan en cada inciso particular, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks cuyos datos aparecen en el cuadro 5.

Al efectuar el análisis de calidad en un kilogramo de arroz en granza en sus diferentes componentes descritos en la metodología se determinó que las variables: - Porcentaje de impurezas, - Rendimiento de Beneficiado, - Índice de Beneficiado, y Grano Yesoso, no presentaron una distribución normal, es decir no son paramétricas, por lo que se les realizó una prueba no paramétrica de medias apareadas dependientes de Wilcoxon tal como se explicó anteriormente, planteando para todas como hipótesis nula "que no existe diferencia estadística significativa entre los datos reportados por las muestras obtenidas al momento de la madurez fisiológica y las muestras obtenidas al momento de la cosecha" para cada variable en particular, y fue rechazada o aceptada, con un alfa igual a 5%.

Las variables con distribución normal fueron - Semillas Objetables y Porcentaje de Semillas con Daño Total, y se les realizó un prueba comparación de medias de t de student, con una hipótesis nula de igualdad de las medias a madurez fisiológica con las de cosecha, y se rechazó con un alfa igual a 5%, y un diagrama de control, que se analizan y detallan en sus respectivos incisos después de la descripción de las variables no paramétricas mencionadas con anterioridad a este inciso.

Cuadro 5: Resultados de pruebas de normalidad de Shapiro Wilk, y resultados de las pruebas de t de student y Wilcoxon, para los componentes de las pérdidas cualitativas evaluadas en la fase de campo, en Morales, Izabal en 1,994.

| Variables evaluadas | Prueba de normalidad. | | Comparación de medias | |
|---------------------|-----------------------|------------|------------------------|------------|
| | Probabilidad | Normalidad | Prueba | Conclusión |
| Impurezas | Pro<W 0.0016 | NO NORMAL | WILCOXON | RECHAZA |
| Ren.Benef | Pro<W 0.0001 | NO NORMAL | WILCOXON | ACEPTA |
| Sem.Objet | Pro<W 0.342 | NORMAL | Pro>t 0.90 | ACEPTA |
| Ind.Benef | Pro<W 0.0022 | NO NORMAL | WILCOXON | ACEPTA |
| S.Dañ.To. | Pro<W 0.5822 | NORMAL | Pro>t 0.44 | ACEPTA |
| Gr.Yesoso | Pro<W 0.0058 | NO NORMAL | WILCOXON | RECHAZA |
| | PROB.>5%= NORMAL | | PROB<5%= RECHAZAR t | |

Ren.Benef = Rendimiento de Beneficiado.

Sem.Objet = Semillas Objetables.

Ind.Benef = Indice de Beneficiado.

S.Dañ.To. = Semillas con Daño total.

Gr.Yesoso = Grano Yesoso

Las pérdidas con distribución no paramétrica fueron las siguientes:

a: Porcentaje de Impurezas:

Esta variable según la prueba de Wilcoxon se rechazó la hipótesis nula de igualdad entre la media del porcentaje de impurezas a la madurez fisiológica y el momento de cosecha.

Lo que indica que los datos del cuadro 6, manifiestan una tendencia de reducción entre el porcentaje de impurezas de madurez fisiológica a cosecha, debido a la limpia que se realiza al grano ya cosechado, que no fue realizada a la muestra obtenida al momento de la madurez fisiológica. Dicha reducción no representa ninguna pérdida cualitativa por impurezas en el campo.

Cuadro 6: Prueba no paramétrica de Wilcoxon para el porcentaje de impurezas entre madurez fisiológica y cosecha en la fase de campo.

| Parcela No. | % Impureza a M.F. | % Impureza a Cosecha. | di. | Rango con Signo. |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------|--------|------------------------|
| 1 | 4.05 | 4.05 | 0 | |
| 2 | 6.3 | 5.47 | 0.88 | 9+ |
| 3 | 4.32 | 3.04 | 1.28 | 11+ |
| 4 | 4.56 | 3.84 | 0.72 | 8+ |
| 5 | 3.2 | 2.68 | 0.52 | 7+ |
| 6 | 5.21 | 3.82 | 1.38 | 12+ |
| 7 | 7.47 | 3.55 | 3.92 | 13+ |
| 8 | 7.65 | 7.4 | 0.25 | 3.5+ |
| 9 | 5.2 | 5.6 | -0.4 | 6- |
| 10 | 3.9 | 3.82 | 0.08 | 2+ |
| 11 | 3.55 | 3.23 | 0.32 | 5+ |
| 12 | 5.56 | 4.46 | 1.1 | 10+ |
| 13 | 8.6 | 8.59 | 0.01 | 1+ |
| 14 | 3.0 | 2.75 | 0.25 | 3.5+ |
| Promedio | | | 0.7335 | |
| Desv. Stand. | | | 1.0556 | |
| T(+)=85 T(-)=6 Min. Ttab=10 | | | | Tc=6<Tt=10 Rechazar |

M.F. = Madurez Fisiológica.

di. = Diferencia entre impurezas a madurez fisiológica y cosecha.

Ttab = Estadístico de prueba de Wilcoxon.

b: Rendimiento de Beneficiado:

Con base en los datos de la prueba de Wilcoxon, que aparecen en el cuadro 7, se acepta la hipótesis de igualdad entre las medias de rendimiento de beneficiado tanto a la madurez fisiológica como al momento de la cosecha.

Lo anterior indica que posterior a la madurez fisiológica, no se incrementa ni se reduce la cantidad de arroz blanco a producir en el momento del beneficiado.

Por lo tanto al igual que las impurezas no existen pérdidas cualitativas en el rendimiento de beneficiado.

Cuadro 7: Prueba no paramétrica de Wilcoxon para Rendimiento de Beneficiado de madurez fisiológica y cosecha, de la fase de campo.

| Parcela No. | R.B. a Mad. Fis. | R.B. a Cosecha. | di. | Rango con signo. |
|---|------------------|-----------------|---------|-----------------------------|
| 1 | 64 | 64.1 | 0.1 | 1.5- |
| 2 | 66.3 | 66.8 | 0.5 | 8- |
| 3 | 68.5 | 68.9 | 0.4 | 7- |
| 4 | 47.1 | 61.45 | 14.35 | 13- |
| 5 | 65 | 69 | 4 | 12- |
| 6 | 67.4 | 65.9 | 1.5 | 10+ |
| 7 | 67.3 | 68.2 | 0.9 | 9- |
| 8 | 63.2 | 66.2 | 3 | 11- |
| 9 | 65 | 65.1 | 0.1 | 1.5- |
| 10 | 69.3 | 69.3 | 0 | |
| 11 | 67.2 | 66.9 | 0.3 | 5.5+ |
| 12 | 66.1 | 65.8 | 0.3 | 5.5+ |
| 13 | 66.1 | 65.9 | 0.2 | 3.5+ |
| 14 | 65.8 | 66 | 0.2 | 3.5+ |
| Promedio | | | -1.5178 | |
| Desv. Stan | | | 3.94596 | |
| T(+)= 24.5 T(-)= 66.5Min Ttab= 10 | | | | Tc=24.5>Tt=10 Acepta Ho: |

R.B. = Rendimiento de Beneficiado en %.

Mad.Fis.= Madurez Fisiológica.

di. = Diferencia de R.B. a Mad.Fis. y cosecha.

Ttab = Estadístico de prueba de Wilcoxon.

c: Índice de Beneficiado:

Los resultados del índice de beneficiado aparecen en el cuadro 8, con su respectiva prueba de Wilcoxon, en donde se acepta la hipótesis nula planteada.

Se concluye que no existen ni incremento ni reducción del índice de beneficiado, durante el período que transcurrió entre la madurez fisiológica y la cosecha ya que las medias se mantienen iguales y no se afecta la consistencia a los granos llenados (fecundados), situación esta que influye directamente en la cantidad de arroz de primera y

segunda producido.

Por lo que se evidencia que no existen pérdidas cualitativas por el índice de beneficiado.

Cuadro 8: Prueba no paramétrica de Wilcoxon para la variable Índice de Beneficiado a madurez fisiológica y cosecha de la fase campo.

| Parcela No. | I.B. a Mad.Fis. | I.B. a Cosecha | di. | Rango con signo. |
|---------------------------------|-----------------|----------------|--------|--------------------------|
| 1 | 49.2 | 49.2 | 0 | |
| 2 | 54 | 54.4 | 0.4 | 6- |
| 3 | 51.3 | 50.4 | 0.9 | 8+ |
| 4 | 42.3 | 50.84 | 8.54 | 12- |
| 5 | 48.4 | 48.4 | 0 | |
| 6 | 50.8 | 46.4 | 4.4 | 10+ |
| 7 | 51.2 | 42.8 | 8.4 | 11+ |
| 8 | 44.9 | 45.2 | 0.3 | 5- |
| 9 | 41 | 41.1 | 0.1 | 2- |
| 10 | 45.6 | 45.5 | 0.1 | 2+ |
| 11 | 40.3 | 40.4 | 0.1 | 2- |
| 12 | 35.1 | 34.3 | 0.8 | 7+ |
| 13 | 41.9 | 43.3 | 1.4 | 9- |
| 14 | 41.5 | 41.7 | 0.2 | 4- |
| Promedio | | | 1.857 | |
| Desv.Stan | | | 56.734 | |
| T(+)=38Min T(-)=40 Ttab=7 | | | | Tc=38>Tt=7 Acepta Ho: |

I.B. = Índice de Beneficiado en %.

Mad.Fis.= Madurez fisiológica.

di = Diferencia entre I.B. a Mad.Fis. y Cosecha.

Ttab. = Estadístico de prueba de Wilcoxon.

d: Granos Yesosos:

Los datos de granos yesosos que aparecen en el cuadro 9, con su respectiva prueba de Wilcoxon, nos permiten rechazar la hipótesis planteada.

Lo que nos permite observar que existe un incremento entre la media a la madurez fisiológica y el momento de la cosecha de grano yesoso, y fue de 0.25 de incremento de estas variable, que influye al momento del beneficiado en forma negativa el porcentaje de grano quebrado.

Por lo tanto esta si es una pérdida considerable, que está influenciada directamente por la alternancia de las condiciones de aumento y reducción de temperatura en el campo, lo cual es característico de la región productora evaluada.

Cuadro 9: Prueba no paramétrica de Wilcoxon para Granos Yesosos de madurez fisiológica a cosecha para la fase de campo.

| Parcela No. | G. Yesoso a Mad.Fis. | G. Yesoso a Cosecha | di. | Rango con signo. |
|-------------------------------|----------------------|---------------------|--------|---------------------------|
| 1 | 10.0 | 10.4 | 0.4 | 1- |
| 2 | 7.2 | 8.6 | 1.4 | 6- |
| 3 | 9.36 | 10.32 | 0.96 | 3- |
| 4 | 0.78 | 6.66 | 7.88 | 11- |
| 5 | 4.3 | 13.93 | 9.63 | 14- |
| 6 | 7.01 | 11.9 | 4.89 | 10- |
| 7 | 4.69 | 1.4 | 9.31 | 13- |
| 8 | 16.36 | 24.78 | 8.42 | 12- |
| 9 | 8.45 | 9.51 | 1.06 | 4.5- |
| 10 | 10.97 | 12.03 | 3.01 | 9- |
| 11 | 8.42 | 11.43 | 2.01 | 7- |
| 12 | 8.35 | 10.36 | 0.9 | 2- |
| 13 | 9.3 | 10.2 | 2.27 | 8- |
| 14 | 9.45 | 11.72 | 1.06 | 4.5- |
| Promedio | | | 0.2542 | |
| Desv. Stan | | | 3.5699 | |
| T(+)=0 T(-)=105 Ttab=13 | | | | Tc=0<Tt=13 Rechaza Ho: |

G. Yesoso = Grano Yesoso en %.

Mad.Fis. = Madurez Fisiológica.

di. = Diferencia de G. Yesoso a Mad.Fis. y cosecha.

Ttab. = Estadístico de prueba de Wilcoxon.

Las variables que presentaron una distribución normal fueron las siguientes, a las cuales se les realizó prueba de t de student, y un diagrama de control de calidad, y se resumen a continuación:

e: Semillas objetables:

Para esta variable que presentó una distribución normal según la prueba de Shapiro Wilks, se realizó una comparación de medias apareadas de t de student con un alfa de 5%, y los resultados rechazan la hipótesis nula de igualdad de las medias de los muestreos de madurez fisiológica y el muestreo a la cosecha.

Con lo cual se puede decir que los cambios en cuanto a ésta variable, que se observan en el cuadro 10, estadísticamente no tienen importancia, y que el período que transcurre entre la madurez y la cosecha, no influye en el porcentaje de semillas objetables.

En la figura 5 se observa el diagrama de control para esta variable con una media igual a 1,857, con una desviación standard igual a 56.73, los límites superior e inferior son igual a 172.04 y -168.33 respectivamente. En términos generales se puede decir que el proceso está bajo cierto patrón aleatorio, ya que ningún punto sale de estos límites, y sus diferencias no son significativas entre la madurez fisiológica y la cosecha, lo que es igual al resultado de la prueba de t de student en donde se acepta la hipótesis nula.

f: Semilla con daño total:

Para esta variable que presentó una distribución normal según la prueba de Shapiro Wilks, se realizó una comparación de medias apareadas de " t " de student con un alfa de 5%, y el resultado fue aceptar la hipótesis nula, de igualdad de las medias de los muestreos de madurez fisiológica y el muestreo a la cosecha.

Con base en lo anterior se puede decir que en el período que transcurre entre la madurez fisiológica y la cosecha, no existe un incremento del porcentaje de grano con daño total, por lo tanto las diferencias que se observan en el cuadro 10 no son significativas.

En la figura 6 se observa el diagrama de control para esta variable

en donde la media es igual a -0.162 , con una desviación standard igual a 0.774 , y con límites superior e inferior iguales a 2.16 y -2.48 respectivamente.

Aunque todos los puntos están dentro de los límites de control estadístico es necesario observar que esta variable no presenta un patrón aleatorio, aunque sus diferencias entre la madurez fisiológica y la cosecha no sean significativa. Situación esta que verifica los resultados de la prueba de t de student.

Cuadro 10: Resultados de prueba de t de student para las variables de semillas objetables y semillas de daño total, de la fase de campo o fase I.

| Parcela No. | Sem.Objeta a Mad.Fis. | Sem.Objeta a Cosecha | Sem.DañoT Mad.Fis. | Sem.Daño T. a Cosecha |
|-------------|-----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|
| 1 | 100 | 65 | 4.2 | 6 |
| 2 | 150 | 18 | 2.1 | 2.5 |
| 3 | 50 | 83 | 2.46 | 1.59 |
| 4 | 108 | 64 | 1.56 | 2.36 |
| 5 | 100 | 120 | 3.25 | 2.87 |
| 6 | 108 | 56 | 3.15 | 2.38 |
| 7 | 124 | 147 | 3.13 | 2.4 |
| 8 | 140 | 144 | 4.63 | 4.42 |
| 9 | 101 | 221 | 5.45 | 5.32 |
| 10 | 117 | 139 | 2.98 | 2.75 |
| 11 | 200 | 194 | 1.66 | 2.66 |
| 12 | 210 | 196 | 1.6 | 2.4 |
| 13 | 199 | 237 | 1.8 | 2.1 |
| 14 | 100 | 97 | 2.6 | 3.1 |
| Promedio | 1.857 | | -0.16286 | |
| Desv.Stan | 56.734 | | 0.774 | |
| T calculado | 0.12248 | | -0.7872 | |
| | acepta | | acepta | |

Sem. Objeta = Semillas Objetables en %.

Mad. Fis. = Madurez Fisiológica.

Sem.Daño.T = Semillas con Daño Total.

Desv. Stan = Desviación Standard.

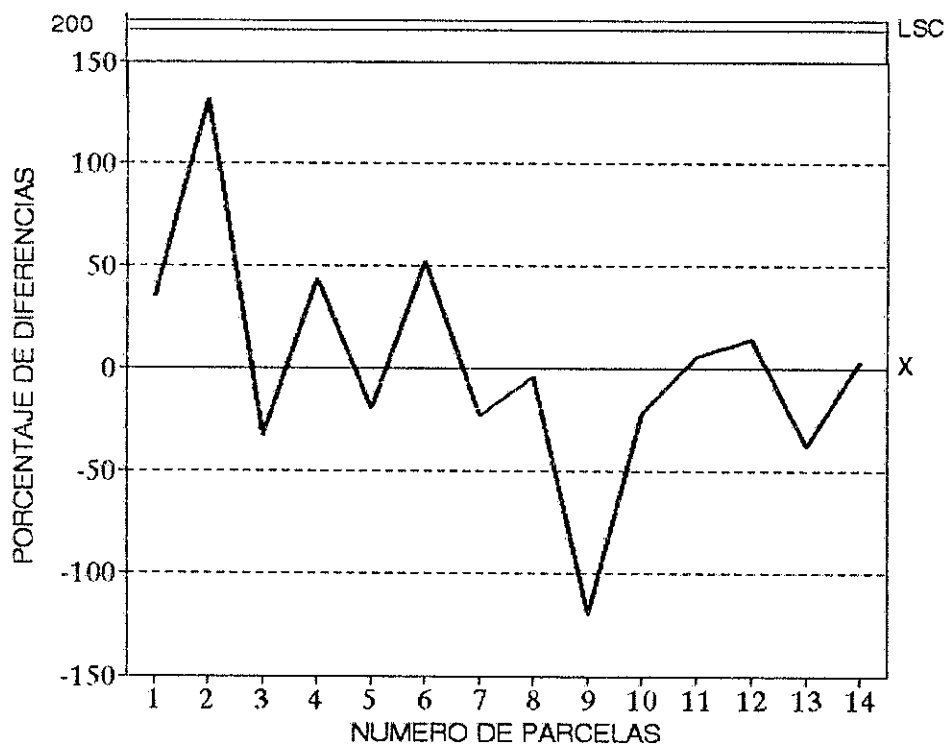


Figura 5. Diagrama de control para la variable cualitativa semillas objetables, para la fase de campo.

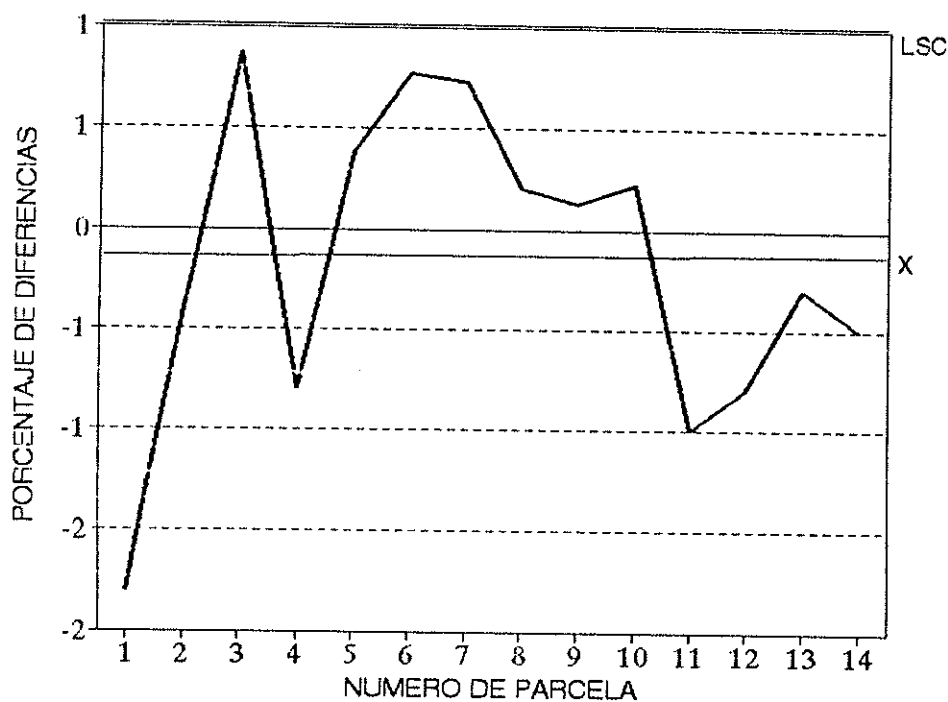


Figura 6: Diagrama de control para la variable cuantitativa semillas con daño total, de la fase de campo.

G: Grano Rojo y Grano de contraste:

Estas 2 variables no presentaron diferencias entre el momento de la madurez fisiológica y el momento de la cosecha, ya que en su mayoría los datos reportados para cada parcela son iguales a 0, por lo que no se analizaron estadísticamente y sus datos aparecen en el cuadro 11.

CUADRO 11: Resultados para las variables Grano Rojo y Grano de contraste para la fase de campo.

| PARCELA No. | S.R. A MAD.FIS | S.R. A COSECHA | S.C. A MAD.FIS | S.C. A COSECHA |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0.2 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 1.77 |
| 9 | 1 | 1.52 | 1 | 1.52 |
| 10 | 0.25 | 0.34 | 0.25 | 0.34 |
| 11 | 0.05 | 0.18 | 0.05 | 0.36 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 |

S.R. = GRANO ROJO EN %

MAD.FIS= MADUREZ FISIOLOGICA

S.C. = GRANO DE CONTRASTE EN %

7.1.5. PERDIDAS POSTCOSECHA TOTALES, TANTO CUALITATIVAS COMO CUANTITATIVAS DE LA FASE DE CAMPO O FASE I EN GENERAL.

Las pérdidas totales de la fase de campo considerando las pérdidas cuantitativas y cualitativas son de 10.49 %, compuestas de la siguiente forma:

| | |
|--|---------|
| -Pérdidas cuantitativas por segado: | 3.30 % |
| -Pérdidas cuantitativas por trillado: | 3.39 % |
| -Pérdidas cualitativas por grano yesoso: | 3.80 % |
| -Total fase de campo: | 10.49 % |

7.2. PERDIDAS POR TRANSPORTE DE ARROZ EN GRANZA, DESDE LA LIBERTAD, MORALES, IZABAL, HASTA SU ACONDICIONAMIENTO EN EL BENEFICIO:

7.2.1. PERDIDAS CUANTITATIVAS DE LA FASE II, O FASE DE TRANSPORTE DE ARROZ.

En las pérdidas cuantitativas de la fase de transporte, se obtuvo un promedio de pérdidas de 0.347 % con una desviación estándar de 0.569, con pérdidas desde 0.00 hasta 1,89 como se observa en el cuadro 12.

A esta variable se le realizó una prueba de normalidad de Shaphiro Wilkes, resultando en una distribución no normal con una probabilidad de 0.003.

Para la realización de la gráfica 11, se descartó los datos de tres unidades muestrales, debido a problemas de sobrecalentamiento del grano, por tener cobertura con lona, lo cual incrementó la temperatura a niveles más altos que los tolerables para el factor de corrección de humedad utilizado con el determinador de humedad tipo SAMMAP.

Tiene validez observar que las pérdidas son menores del uno por ciento. En aquellos casos en los cuales se incrementó hasta un máximo de 1,89 %, puede deberse a factores tales como derrame de sacos o sustracción de arroz intencional, dichos datos aparecen en el cuadro 12.

CUADRO 12: PERDIDAS CUANTITATIVAS OCURRIDAS EN LA FASE DE TRANSPORTE DE ARROZ EN GRANZA O FASE II.

| PARCELA No. | P.I.14% Kg/U.M. | P.F.14% Kg/U.M. | di. | Rango con signo |
|--------------|--------------------|--------------------|----------|--------------------|
| 1 | 10904.63 | 10986.8 | 0.16 | +6 |
| 2 | 9001.44 | 8909.78 | 1.01 | +10 |
| 3 | 10314 | 10274.79 | 0.38 | +8 |
| 4 | 10524.35 | 10510.04 | 0.13 | +5 |
| 5 | 9461.65 | 9461.6 | 0.0005 | +2 |
| 6 | 10152.14 | 10108.28 | 0.43 | +9 |
| 7 | 10972.7 | 10972.7 | 0 | |
| 8 | 10513.62 | 10508.76 | 0.046 | +4 |
| 9 | 8788.16 | 8767.97 | 0.229 | +7 |
| 10 | 10886.29 | 10886.29 | 0 | |
| 11 | 11231.5 | 11231.51 | 0.000008 | -1 |
| 12 | 10743.35 | 10739.75 | 0.03 | +3 |
| MEDIA | | | 0.347 | TMin=1< Tt=8 |
| DESVIA. STD. | | | 0.57 | RECHAZA |

P.I. 14% = Peso Inicial al 14% de humedad.

P.F. 14% = Peso final al 14 % de humedad.

Kg/U.M. = Kilogramos por Unidad Muestral (Cap.225 qq.)

di. = Diferencia entre el P.I. y P.F. del recorrido.

Desvia.Std=Desviación standard.

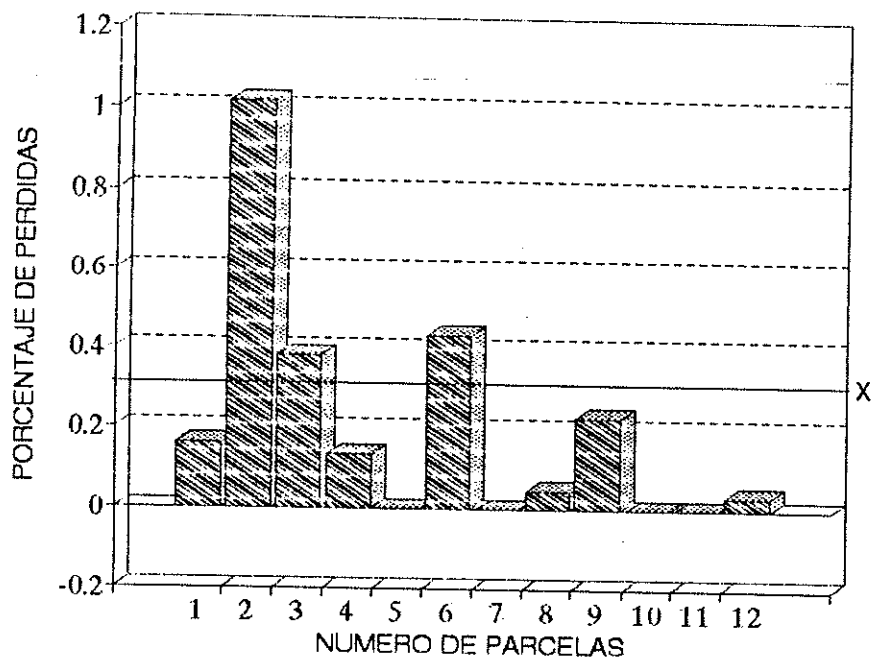


Figura 7: Pérdidas cuantitativas de arroz en granza por transporte, desde Morales, Izabal, hasta El Progreso, Jutiapa. 1,994.

7.2.2. PERDIDAS CUALITATIVAS POR TRANSPORTE DE ARROZ DESDE LA LIBERTAD, MORALES IZABAL, HASTA SU ACONDICIONAMIENTO EN EL BENEFICIO.

Para las pérdidas cualitativas, cuyos datos se presentan en cada inciso particular, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks cuyos datos aparecen en el cuadro 13. Se determinó que no tienen una distribución normal las siguientes variables: - Rendimiento de Beneficiado, y Grano Yesoso, por lo que se les realizó una prueba no paramétrica de medias apareadas dependientes de Wilcoxon, planteando para todas como hipótesis nula el enunciado de que no existe diferencia estadística significativa entre los datos reportados por las muestras obtenidas al inicio del recorrido de las unidades muestrales y las

muestras obtenidas al final del recorrido para cada variable en particular, y fue rechazada o aceptada, con un alfa igual a 5%.

Cuadro 13: Resultados de pruebas de normalidad de Shapiro Wilks, y resultados de las pruebas de t de student y Wilcoxon, para las variables cualitativas evaluadas en la fase de transporte.

| Variables evaluadas | Prueba de normalidad. | | Comparación de medias | |
|---------------------|-----------------------|-----------|------------------------|------------|
| | Probabilidad | Resultado | Prueba | Conclusión |
| Impurezas | Pro<W 0.08 | NORMAL | P>t =0.045 | RECHAZA |
| Ren.Benef | Pro<W 0.001 | NO NORMAL | WILCOXON | Acepta |
| Sem.Objet | Pro<W 0.228 | NORMAL | P>t =0.067 | Acepta |
| Ind.Benef | Pro<W 0.772 | NORMAL | P>t =0.003 | RECHAZA |
| S.Dañ.To. | Pro<W 0.271 | NORMAL | P>t =0.070 | Acepta |
| Gr.Yesoso | Pro<W 0.016 | NO NORMAL | WILCOXON | RECHAZA |
| | PROB.>5%= NORMAL | | PROB<5%= RECHAZAR t | |

Ren.Benef = Rendimiento de Beneficiado.

Sem.Objet = Semillas Objetables.

Ind.Benef = Índice de Beneficiado.

S.Dañ.To. = Semillas con Daño total.

Gr.Yesoso = Grano Yesoso

Las variables con distribución normal fueron: - Porcentaje de impurezas, - Semillas Objetables, - índice de beneficiado, y Porcentaje de Semillas con Daño Total, y se les realizó un prueba comparación de medias de t de student, con una hipótesis nula de igualdad de las medias al inicio del recorrido con las de el final del recorrido, y se rechazó o aceptó con un alfa igual a 5%.

Adicionalmente se realizó un diagrama de control, que se analizan y detallan en sus respectivos incisos después de la descripción de las variables no paramétricas mencionadas con anterioridad en este inciso.

Las variables no paramétricas fueron las siguientes:

a: Rendimiento de Beneficiado:

Los resultados del rendimiento de beneficiado aparecen en el cuadro 12, fueron sometidos a una prueba de Wilcoxon, en donde no se rechaza la hipótesis nula.

Este resultado, permite inferir que no existió ningún efecto significativo de incremento o decremento del rendimiento de beneficiado, durante el proceso de transporte, por lo tanto se razona que esta variable no se ve influenciada por el proceso del transporte y es definida por las condiciones genéticas del grano, no siendo susceptible a sufrir cambios por el proceso de transporte.

Cuadro 12: Prueba no Paramétrica de Wilcoxon para Rendimiento de Beneficiado Inicial y Final del proceso de transporte.

| Parcela No. | R.B. al Inicial | R.B. al final | di. | Rango con signo. |
|---------------------------------------|-----------------|---------------|--------|---------------------------|
| 1 | 66.1 | 66.1 | 0 | |
| 2 | 66.4 | 66.2 | 0.2 | 2.5+ |
| 3 | 64.3 | 64.3 | 0. | |
| 4 | 66.1 | 66. | 0.1 | 1+ |
| 5 | 69.3 | 69.3 | 0 | |
| 6 | 66.3 | 66.3 | 0 | |
| 7 | 69.3 | 69 | 0.3 | 4.5+ |
| 8 | 64.5 | 64.5 | 0 | |
| 9 | 65.6 | 65.6 | 0 | |
| 10 | 66.6 | 66.4 | 0.2 | 2.5+ |
| 11 | 67.45 | 67.45 | 0 | |
| 12 | 66.9 | 66.9 | 0 | |
| 13 | 66.8 | 67.1 | 0.3 | 4.5- |
| 14 | 67.4 | 67.4 | 0 | |
| 15 | 66.5 | 68.5 | 0 | |
| Promedio | | | 0.333 | |
| Desv. Stan | | | 0.1345 | |
| T(+)= 10.5 T(-)= 4.5Min Ttab= 0 | | | | Tc=4.5>Tt=0 Acepta Ho: |

R.B. = Rendimiento de Beneficiado en %.
Mad.Fis. = Madurez Fisiológica.
di. = Diferencia de R.B. a Mad.Fis. y cosecha.
Ttab = Estadístico de prueba de Wilcoxon.

b: Granos Yesosos:

El porcentaje de grano yesoso, cuyos datos aparecen en el cuadro 15, fueron sometidos a una prueba no paramétrica de Wilcoxon, en donde se rechazó hipótesis nula.

Esto indica que los resultados presentan una tendencia de incrementarse el porcentaje de grano yesoso después del recorrido, lo cual incide negativamente en el proceso de beneficiado ya que resta calidad al arroz e incrementa el porcentaje de grano quebrado; dicho incremento fue en un promedio de 0.2033 por ciento con una desviación standard igual a 0.3295.

Es importante considerar que ésta es una de las variables que mayor incidencia tienen en el incremento del porcentaje de grano quebrado, al momento del beneficiado, y es afectado probablemente por el peso o presión a que es sometido el arroz en granza durante el transporte.

Así mismo el grano yesoso se ve afectado por el proceso de transporte al igual que por el período que transcurre entre la madurez fisiológica y la cosecha, por lo que esta variable si representa pérdidas cualitativas.

Cuadro 15: Prueba no paramétrica de Wilcoxon para comparación de medias de granos yesosos al inicio y al final del proceso del transporte del arroz en granza.

| Parcela No. | G. Yesoso Inicial | G. Yesoso Final. | di. | Rango con signo. |
|--------------------------------|-------------------|------------------|--------|------------------------------|
| 1 | 10.2 | 10.63 | 0.43 | 13- |
| 2 | 3.55 | 3.68 | 0.13 | 6- |
| 3 | 4.6 | 4.58 | 0.02 | 1+ |
| 4 | 2.21 | 1.72 | 0.49 | 14+ |
| 5 | 1.23 | 1.55 | 0.32 | 11- |
| 6 | 1.96 | 2.2 | 0.24 | 9- |
| 7 | 3.23 | 3.4 | 0.17 | 7- |
| 8 | 8.65 | 8.9 | 0.25 | 10- |
| 9 | 7.55 | 8.66 | 1.11 | 15- |
| 10 | 7.6 | 7.63 | 0.03 | 2- |
| 11 | 2.25 | 2.36 | 0.11 | 5- |
| 12 | 3.29 | 3.66 | 0.37 | 12- |
| 13 | 6.42 | 6.5 | 0.08 | 3- |
| 14 | 8.9 | 9 | 0.1 | 4- |
| 15 | 2.78 | 3 | 0.22 | 8- |
| Promedio | | | 0.2033 | |
| Desv. Stan | | | 0.3295 | |
| T(+)=105 T(-)=15 Ttab=16 | | | | Tc=15 < Tt=16 Rechaza Ho: |

G. Yesoso = Grano Yesoso en %.

Mad.Fis. = Madurez Fisiológica.

di. = Diferencia de G. Yesoso a Mad.Fis. y cosecha.

Ttab. = Estadístico de prueba de Wilcoxon.

A las variables que presentaron una distribución normal en sus datos se les realizó una prueba de t de student, y son los siguientes:

c: Porcentaje de impurezas:

Los datos de porcentaje de impurezas, tomados tanto al inicio como al final del recorrido, así como el resultado de la prueba de t de student, aparecen en el cuadro 16, en donde se rechaza la hipótesis nula de igualdad entre las medias de porcentaje de impurezas tanto al inicio como al final del proceso de transporte.

Analizando el comportamiento de los datos, se observa que existió una reducción del porcentaje de impurezas, durante el proceso de transporte, situación ésta que no tiene explicación lógica.

d: Semillas Objetables:

Los datos de semillas objetables, aparecen en el cuadro 16, junto con el resultado de la prueba de hipótesis de " t " de student, en donde se aceptó la hipótesis nula que especifica una "igualdad entre las medias de porcentaje de semillas objetables tanto al inicio como al final del proceso de transporte".

Con base en el resultado de comparación de medias se puede decir que el calor y la presión a que se somete el grano de arroz en granza durante el transporte, no afecta al porcentaje de semillas objetables.

El diagrama de control de la figura 8, con una media igual a 13.13 con una desviación standard igual a 25.70 y con límites superior e inferior iguales a 90.23 y -63.97 respectivamente, presentó un comportamiento aleatorio y todos sus puntos están dentro de los límites establecidos, lo cual es una confirmación, de la distribución normal de la variable, y del resultado de la prueba de t , en donde se verifica que en una media de 13.13 puede variar las semillas objetables, sin que sea estadísticamente representativa.

Cuadro 16: Datos de porcentaje de impurezas y semillas objetables al inicio y al final, así como el resultado de las pruebas de t de student, de la fase de transporte.

| Parcela No. | % impurezas iniciales | % impurezas finales | sem.Objeta iniciales | sem.Objeta finales |
|--------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 | 4.32 | 4.16 | 125 | 120 |
| 2 | 3.45 | 3.25 | 135 | 132 |
| 3 | 4.52 | 4.5 | 165 | 160 |
| 4 | 6.5 | 6.32 | 147 | 142 |
| 5 | 4.36 | 4.2 | 100 | 89 |
| 6 | 4.51 | 3.99 | 123 | 65 |
| 7 | 3.75 | 3.75 | 150 | 140 |
| 8 | 5.65 | 5.56 | 125 | 157 |
| 9 | 5.03 | 4.99 | 163 | 125 |
| 10 | 6.23 | 6.89 | 133 | 145 |
| 11 | 4.1 | 3.26 | 145 | 140 |
| 12 | 3.65 | 2.96 | 210 | 195 |
| 13 | 5.78 | 5.56 | 263 | 199 |
| 14 | 5.92 | 5.84 | 199 | 210 |
| 15 | 3.26 | 2.66 | 133 | 100 |
| Promedio | 0.2033 | | 13.133 | |
| Desv.Stan | 0.3581 | | 25.704 | |
| Tcalculada =5 % | 2.199 rechaza | | 1.9788 acepta | |

Sem. Objeta = Semillas Objetables por cien gramos de arroz en granza.

Desv.Stan = Desviación standard

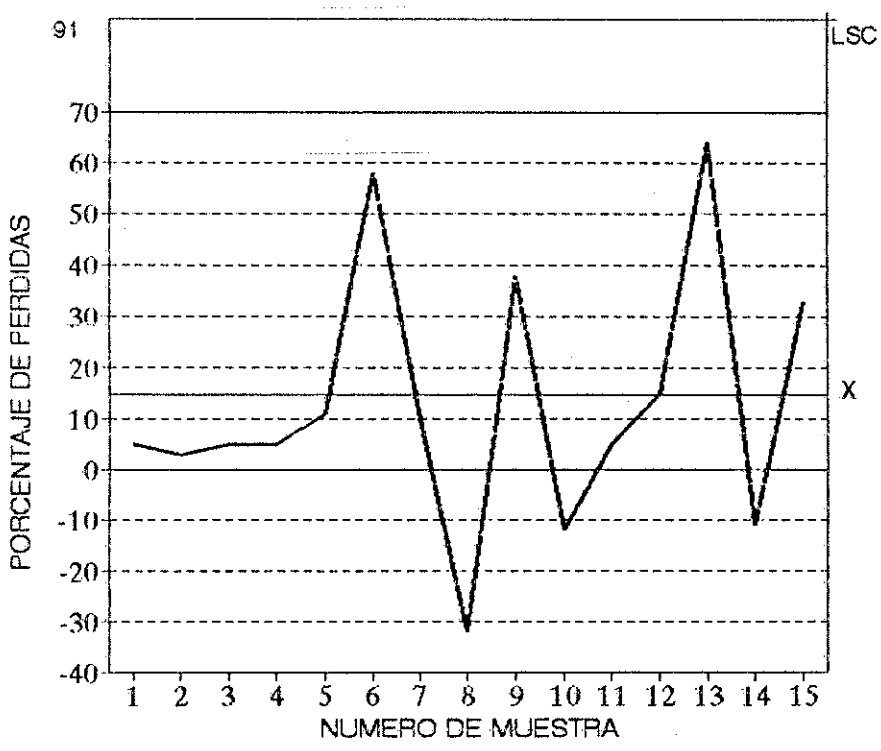


Figura 8: Diagrama de control para la variable cualitativa semillas objetables, para la fase de transporte.

e: Índice de Beneficiado:

Los resultados del índice de beneficiado, aparecen en el cuadro 17 junto con su prueba de comparación de medias de t de student, en donde se planteó la hipótesis nula de igualdad entre las medias de porcentaje de índice de beneficiado tanto al inicio como al final del proceso de transporte, la cual fue rechazada.

Por anterior, al observar los resultados, se puede identificar una tendencia de reducción entre las medias del inicio y el final del recorrido en el índice de beneficiado, con un promedio de 0.233.

Situación que permite deducir que el índice de beneficiado, que es una relación del grano entero y mayor de 3/4 partes con el peso inicial de arroz en granza, se ve afectado negativamente por el proceso de transporte, y en consecuencia se reduce el porcentaje de arroz de

primera y segunda calidad a producir en el momento del beneficiado.

El diagrama de control que se observa en la figura 9, presenta límites superiores e inferiores iguales a 0.98 y -0.52, con un patrón totalmente aleatorizado, y todos los puntos dentro de los límites establecidos, por lo que se puede decir que el comportamiento de las pérdidas en el índice de beneficiado por transporte con una media igual a 0.233 son pérdidas inherentes al proceso del transporte, que afectan directamente la calidad del arroz y que repercute directamente en el momento de beneficiado, en una reducción de la cantidad de arroz de primera y segunda a producir.

Cuadro 17: Resultados de Índice de Beneficiado y Porcentaje de Semilla con Daño total al inicio y el final del transporte, así como los resultados de la prueba de t de student de la fase de transporte.

| Parcela No. | I.B. al inicio | I.B. al final | S.D.T. al inicio | S.D.T. al final. |
|--------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| 1 | 48.3 | 48.1 | 1 | 0.5 |
| 2 | 52.7 | 52 | 2.36 | 2.4 |
| 3 | 51.6 | 51.5 | 3.45 | 3.4 |
| 4 | 52.6 | 52.4 | 2.69 | 2.55 |
| 5 | 52.4 | 51.9 | 1.43 | 1.05 |
| 6 | 49.6 | 49.7 | 3.56 | 3.3 |
| 7 | 48.4 | 48.1 | 3.98 | 2.45 |
| 8 | 53.5 | 53.4 | 2.96 | 1.89 |
| 9 | 51.4 | 50.8 | 6.42 | 6.96 |
| 10 | 56.7 | 56.5 | 5.45 | 4.36 |
| 11 | 52.9 | 53.1 | 3.9 | 3.9 |
| 12 | 54.3 | 54 | 2.66 | 1.78 |
| 13 | 56.7 | 56.2 | 5.65 | 6.15 |
| 14 | 52.8 | 52.7 | 5.7 | 5.8 |
| 15 | 55.4 | 55.4 | 4.2 | 4.4 |
| Promedio | | 0.233 | | 0.3147 |
| Desv. Stan | | 0.255 | | 0.6229 |
| Tcalculada = 5% | | 3.538 rechaza | | 1.9564 acepta |

I.B. = Índice de beneficiado en porcentaje.

S.D.T. = Semilla con Daño total en porcentaje.

Desv.Stan= Desviación standard.

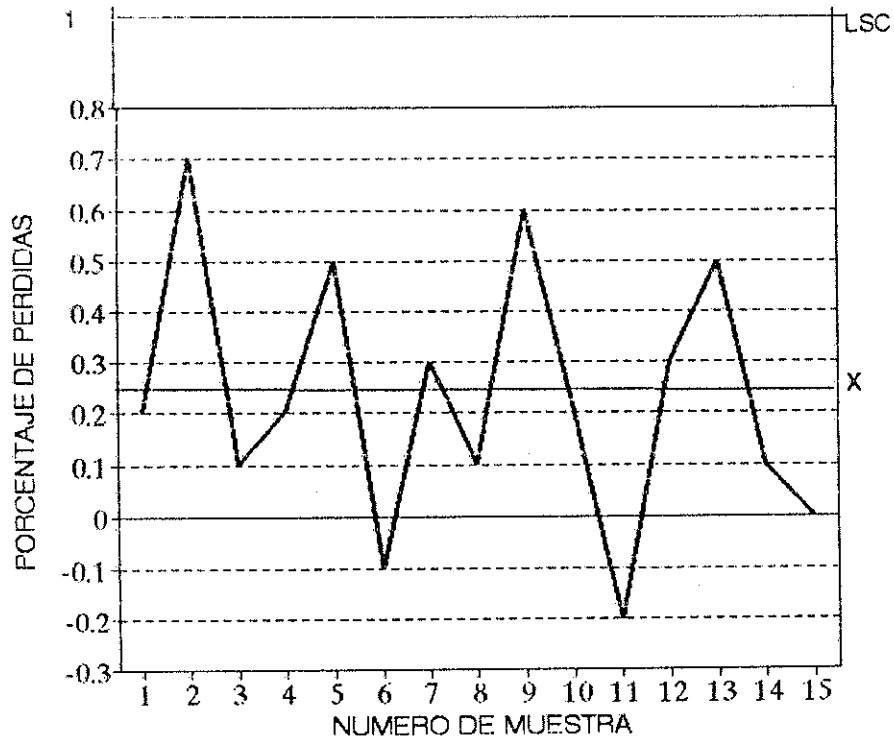


Figura 9: Diagrama de control para la variable cualitativa, índice de beneficiado, para la fase de transporte.

f: Semillas de Daño Total:

Los resultados del porcentaje de semilla con daño total, tanto al inicio como al final aparecen en el cuadro 17, con su respectiva prueba de comparación de medias de *t* de student, en donde se planteó la hipótesis nula de igualdad entre las medias de porcentaje de semillas de daño total tanto al inicio como al final del proceso de transporte, la cual fue aceptada.

Observando los datos se puede verificar que el promedio de diferencias igual a 0.3147, no tiene estadísticamente importancia, y no permite inferir que existe una influencia del proceso del transporte en un incremento del grano dañado de arroz.

El diagrama de control que aparece en la figura 10, presenta para esta variable límites superior e inferior iguales a 2.18 y -1.55 respectivamente, con una media igual a 0.314 y una desviación standard igual a 0.623, en donde se observa comportamiento totalmente aleatorio y todos los puntos están dentro de los límites establecidos y cierta aleatoriedad en la distribución de los datos, lo que confirma los resultados de normalidad de la variable, y los resultados de la prueba de *t* de student, por lo que se puede asegurar que una reducción o incremento sobre la media es parte de como afecta el proceso del transporte a la variable semilla de daños totales, pero que dentro de esta investigación no se constituye en pérdida que afecten al proceso postcosecha del arroz.

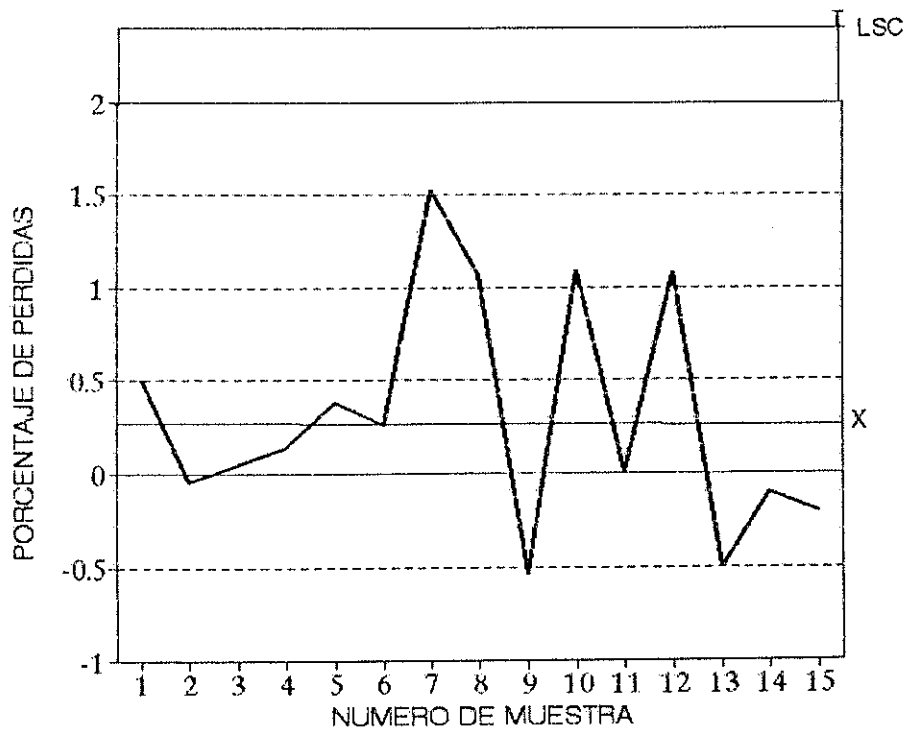


Figura 10: Diagrama de control para la variable cualitativa, semillas con daño total, para la fase de transporte.

G: Grano Rojo y Grano de contraste:

Estas 2 variables no presentaron diferencias entre el inicio y el final del proceso de transporte, ya que en su mayoría los datos reportados para cada parcela son iguales a 0, por lo que no se analizaron estadísticamente y sus datos aparecen en el cuadro 16.

CUADRO 18: Resultados para las variables Grano Rojo y Grano de contraste para la fase de transporte.

| MUESTRA No. | S.R. A MAD.FIS | S.R. A COSECHA | S.C. A MAD.FIS | S.C. A COSECHA |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0.5 | 0.52 | 1 | 1.52 |
| 9 | 0.3 | 0.3 | 0 | 0 |
| 10 | 0.25 | 0.34 | 0 | 0 |
| 11 | 0.05 | 0.14 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 |

S.R. = GRANO ROJO EN %

MAD.FIS= MADUREZ FISIOLÓGICA

S.C. = GRANO DE CONTRASTE EN %

7.2.3. PERDIDAS POSTCOSECHA TOTALES, DE LA FASE DE TRANSPORTE, CONSIDERANDO PERDIDAS CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS.

Las pérdidas postcosecha totales, de la fase de transporte, considerando pérdidas cuantitativas y cualitativas, de esta fase son las siguientes:

| | |
|--|---------|
| - Pérdidas cuantitativas por transporte: | 0.347 % |
| - Pérdidas cualitativas por grano Yesoso: | 0.203 % |
| - Pérdidas cualitativas por Índice de Beneficiado: | 0.233 % |
| - Pérdidas totales de fase de transporte: | 0.783 % |

7.3. PERDIDAS POSTCOSECHA POR EL BENEFICIADO DE ARROZ, EN EL PROGRESO, JUTIAPA.

7.3.1. PERDIDAS POSTCOSECHA CUANTITATIVAS, POR EL BENEFICIADO DE ARROZ, EN EL PROGRESO, JUTIAPA.

Las pérdidas cuantitativas para arroz de primera y segunda aparecen en el cuadro 19 junto con el resultado de la prueba de t de student, que se realizó debido a que presentó una distribución normal esta variable al ser sometidas a una prueba de normalidad de Shapiro Wilks, (ver cuadro 20).

El resultado de la prueba de t de student para esta variable, en donde se planteó como hipótesis nula, una igualdad de las medias obtenidas con las medias esperadas, para la variable Índice de pilada, fue de rechazar la hipótesis.

Existieron diferencias entre lo esperado y lo obtenido, como se observa en el cuadro 19, en donde se evidencia un incremento de lo obtenido respecto a lo esperado, en un promedio de 29.07 por ciento, y una desviación standard de 11.55, debido a que contienen arroz de primera y segunda y además se tiene un porcentaje de arroz quebrado de ~~demostrado de la cantidad de arroz que se produce en el infib de la granja un incremento de~~ la cantidad de arroz de primera y segunda que es pagada a un mejor precio. Situación ésta que originalmente no fue considerada en la presente investigación, por lo que no se puede controlar.

Cuadro 19: Pérdidas cuantitativas de arroz de primera y segunda, comparando el porcentaje de arroz obtenido con el porcentaje de arroz esperado.

| No.Muestra | Peso Inicial al 14% en qq | Arroz 1a y 2a. obtenido qq | I.P. obtenido en % | I.P. esperado en % | %pérd(esp-ob) obs. |
|--------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 201 | 135 | 67.16 | 50.1 | -34.06 |
| 2 | 242.5 | 161.36 | 66.54 | 50.7 | -31.24 |
| 3 | 200 | 133 | 66.5 | 51.4 | -29.38 |
| 4 | 200 | 133 | 66.5 | 49.6 | -34.07 |
| 5 | 232.48 | 148.79 | 64 | 53.2 | -20.3 |
| 6 | 209 | 134.79 | 64.49 | 50.1 | -28.73 |
| 7 | 234 | 147 | 62.82 | 42.4 | -48.16 |
| 8 | 213.34 | 129.34 | 60.63 | 46.6 | -30.1 |
| 9 | 210 | 135 | 64.28 | 52.1 | -23.39 |
| 10 | 210 | 133.5 | 63.57 | 56.4 | -12.71 |
| 11 | 205.75 | 132.6 | 64.45 | 58.9 | -9.41 |
| 12 | 200 | 131.5 | 65.75 | 52.3 | -25.71 |
| 13 | 198.2 | 126.9 | 64.02 | 47.2 | -35.65 |
| 14 | 192 | 120.4 | 62.70 | 41.6 | -50.74 |
| 15 | 195.75 | 125.85 | 64.29 | 50 | -25.58 |
| 16 | 301.8 | 183.5 | 60.8 | 42.7 | -42.39 |
| 17 | 310 | 200 | 64.15 | 58.4 | -10.47 |
| 18 | 296.9 | 169 | 63.66 | 45.2 | -40.83 |
| 19 | 198.5 | 132.6 | 66.8 | 52.1 | -28.21 |
| 20 | 201.6 | 132.8 | 65.87 | 57.2 | -15.16 |
| 21 | 208 | 133.4 | 64.13 | 50.1 | -28.01 |
| 22 | 199 | 132.4 | 66.53 | 46.2 | -44.01 |
| 23 | 196 | 134.5 | 68.62 | 56.6 | -21.24 |
| 24 | 205.4 | 135.9 | 66.16 | 53.5 | -23.67 |
| 25 | 230 | 140.6 | 61.13 | 42.8 | -42.82 |
| 26 | 210.8 | 134.9 | 636.9 | 58.1 | -10.14 |
| 27 | 198.5 | 135.4 | 68.21 | 50.2 | -35.88 |
| Promedio | | | 64.74 | 50.58 | -29.0787 |
| S | | | 2.08 | 5.08 | 11.55 |
| Tcalcul = 5% | | | | | -13.075 rechaza |

Arroz 1a y 2a= Arroz de Primera y Segunda

I.P. = Índice de Pilada.

Cuadro 20: Pruebas de Normalidad de Shapiro Wilks, y pruebas de t student para las variables cuantitativas evaluadas en la fase de beneficiado de arroz, en El Progreso, Jutiapa.

| Variables evaluadas | Prueba de normalidad. | | Comparación de medias | |
|---------------------|-----------------------|-----------|------------------------|------------|
| | Probabilidad | Resultado | Prueba | Conclusión |
| Ar. 1a.2a | Pro<W 0.52 | NORMAL | P>t 0.0001 | RECHAZA |
| Granillo | Pro<W 0.15 | NORMAL | P>t 0.0001 | RECHAZA |
| | PROB.>5%= NORMAL | | PROB<5%= RECHAZAR t | |

Ar. 1a.2a. = Arroz de Primera más Arroz de Segunda calidad.

Granillo = Cantidad de arroz menor de 3/4 y mayor de 1/4 grano.

7.3.2. PERDIDAS POSTCOSECHA CUALITATIVAS, POR EL BENEFICIADO DE ARROZ, EN EL PROGRESO, JUTIAPA.

Las pérdidas post-cosecha cualitativas, para las siguientes variables: -porcentaje de impurezas, -Rendimiento de Beneficiado, - Semillas Objetables, - Índice de Beneficiado, -Semillas con Daño Total, y -Grano Yesoso, fueron determinadas, solo para los procesos de secado y clasificado en el beneficio.

Los datos aparecen en el cuadro 21, y a dichas diferencias para cada variable, se les realizó un prueba de Shapiro Wilks para determinar la normalidad de cada variable y determinar la prueba de comparación de medias que le corresponde, los resultados de normalidad para la subfase de secado aparecen en el cuadro 22, y los resultados de normalidad para la subfase de clasificado, aparecen en el cuadro 23.

A excepción de la variable Semillas con daño total en la subfase de clasificado que presentó una distribución normal y se le realizó una prueba de comparación de medias de t de student, el resto de variables en las dos subfases, presentó una distribución no paramétrica y se les realizó una prueba de comparación de medianas de Wilcoxon.

Los datos se analizan en cada inciso correspondiente a las diferentes variables evaluadas.

CUADRO 21: RESULTADOS DE LAS PERIODAS CUALITATIVAS POR BENEFICIARIO DE ARROZ, EN NUEVE BENEFICIOS.

| BENEFICIO | DE EL PROCESO JUL AGA 1 994 | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------------|-------|---------|-------|----------|-------|-------|---------|-------|------|------|-----|
| | MP 1 | MP 2 | DE SECI | MP 3 | DE CLASI | EB. 1 | EB. 2 | DE SECI | MP 3 | | | |
| 1 | 7.77 | 2.16 | 5.61 | 10.18 | -5.02 | 65.7 | 65.2 | -2.5 | 70.6 | 50.2 | 50.2 | 16 |
| 2 | 5.52 | 2.5 | 2.62 | 23.7 | -20.8 | 64.9 | 69.7 | -4.8 | 73 | 40 | 28 | 56 |
| 3 | 8 | 6.5 | 1.5 | 3.3 | 3.3 | 66.4 | 66.6 | -0.2 | 66.5 | 45 | 45 | 20 |
| 4 | 6.54 | 10.66 | -2.12 | 12.56 | -1.9 | 66.2 | 69.6 | -3.4 | 65.4 | 34 | 20 | 206 |
| 5 | 6.54 | 1.55 | 6.69 | 1.57 | 0.28 | 66.2 | 69.8 | -3.6 | 69.5 | 64 | 64 | 166 |
| 6 | 6.5 | 5 | 3.5 | 3 | 5 | 66.4 | 66 | 0.4 | 66.1 | 32 | 32 | 6 |
| 7 | 4.1 | 3.51 | 0.69 | 2 | 1.51 | 66 | 66.4 | -0.4 | 66.4 | 46 | 66 | 10 |
| 8 | 3.5 | 5.75 | -3.25 | 2.5 | 4.25 | 66.9 | 66.9 | 0 | 67 | 72 | 67 | 16 |
| 9 | 4 | 3.5 | 0.5 | 3 | 0.5 | 69.1 | 69 | 0.1 | 70 | 16 | 36 | 10 |
| 10 | 10 | 3.5 | 1.5 | 6.22 | 2.38 | 69.7 | 70.1 | -0.4 | 70.7 | 62 | 36 | 16 |
| 11 | 10 | 3.3 | 0.2 | 2.85 | 6.42 | 69.1 | 69 | 0.1 | 69.6 | 11 | 36 | 16 |
| 12 | 6.6 | 6.4 | 2.2 | 3.8 | 2.6 | 67.1 | 68 | -0.9 | 67.8 | 14 | 14 | 12 |
| 13 | 10 | 4 | 6 | 1.83 | 2.17 | 69.2 | 68.8 | 0.4 | 69.8 | 46 | 46 | 13 |
| 14 | 3.4 | 2.49 | 0.91 | 2.2 | 0.29 | 66.2 | 65.5 | 0.7 | 65.1 | 64 | 64 | 20 |
| 15 | 8.2 | 8.8 | -0.6 | 4 | 4.8 | 67.1 | 67.2 | -0.1 | 67.1 | 22 | 22 | 4 |
| 16 | 6.6 | 11.2 | -2.6 | 9.63 | 1.7 | 69 | 69.1 | -0.1 | 69 | 22 | 22 | 2 |
| 17 | 7.2 | 5.4 | 0.8 | 6.35 | 0.05 | 67.5 | 68.2 | -0.7 | 68.1 | 19 | 19 | 3 |
| 18 | 5.7 | 7.3 | 1.7 | 2.7 | 0.6 | 66.1 | 66.7 | -0.6 | 66.1 | 15 | 15 | 3 |
| 19 | 6.2 | 6.5 | 0.3 | 3.5 | 3 | 67 | 68 | -1 | 67.9 | 11 | 11 | 18 |
| 20 | 7.7 | 5.6 | 1.1 | 6.15 | 0.45 | 67.3 | 68.1 | -0.8 | 68.2 | 11 | 11 | 16 |
| 21 | 7.6 | 2.8 | 4.8 | 2.9 | -0.1 | 65.7 | 66.2 | -0.5 | 66.2 | 40 | 40 | 16 |
| 22 | 3.5 | 5.8 | -2.3 | 2.55 | 4.25 | 66.3 | 66.5 | -0.2 | 67.2 | 31 | 31 | 2 |
| 23 | 3.3 | 3.9 | 0.6 | 6.5 | 2.4 | 69 | 70.2 | -1.2 | 70.2 | 61 | 61 | 10 |
| 24 | 6.6 | 1.55 | 5.05 | 1.7 | 0.25 | 66.9 | 69.8 | -2.9 | 69.2 | 66 | 66 | 14 |
| 25 | 4.4 | 5.6 | 0.8 | 2.2 | 1.4 | 68.1 | 68 | 0.1 | 68.1 | 40 | 40 | 11 |
| 26 | 7 | 5.1 | 0.9 | 6.4 | -0.5 | 67.6 | 68 | -0.4 | 68.1 | 61 | 61 | 11 |
| 27 | 8 | 3.1 | 4.9 | 4.4 | 2.9 | 67 | 67.1 | -0.1 | 67.2 | 32 | 32 | 3 |
| 28 | 7.25 | 5.85 | 1.4 | 5.92 | 0.72 | 67.5 | 68.17 | -0.67 | 68.17 | 61 | 61 | 16 |
| 29 | 7.25 | 5.85 | 1.4 | 5.92 | 0.72 | 67.5 | 68.17 | -0.67 | 68.17 | 61 | 61 | 16 |

- IMP. 1 = IMPUREZAS DE MUESTRAS ANTES DE SECADO EN %
IMP. 2 = IMPUREZAS DE MUESTRAS DESPUES DE SECADO EN %
DIF.SEC1 = DIFERENCIA DE IMPUREZAS EN % POR EL PROCESO DE SECADO
IMP. 3 = IMPUREZAS DE MUESTRAS DESPUES DE CLASIFICADO EN %
DIF.CLAS1 = DIFERENCIA DE IMPUREZAS EN % POR EL PROCESO DE CLASIFICACION.
R.B.1. = RENDIMIENTO DE BENEFICIADO EN % DE MUESTRAS ANTES DE SECADO
R.B.2. = RENDIMIENTO DE BENEFICIADO EN % DE MUESTRAS DESPUES DE SECADO
DIF SEC2 = DIFERENCIA EN % DE R.B. POR EL PROCESO DE SECADO.
R.B.3. = RENDIMIENTO DE BENEFICIADO EN % DE MUESTRAS DESPUES DE CLASIFICADO.
DIFCLAS2 = DIFERENCIA EN % DE R.B. POR EL PROCESO DE CLASIFICADO.
S.O.1 = SEMILLAS OBJETABLES POR 100 Gr. ANTES DE SECADO.
S.O.2 = SEMILLAS OBJETABLES POR 100 Gr. DESPUES DE SECADO.
DIF SEC3 = DIFERENCIA EN % DE S.O. POR EL PROCESO DE SECADO.
S.O.3 = SEMILLAS OBJETABLES POR 100 Gr. DESPUES DE CLASIFICADO.
DIFCLAS3 = DIFERENCIA EN % DE S.O. POR EL PROCESO DE CLASIFICADO.
I.B. 1 = INDICE DE BENEFICIADO EN % ANTES DE SECADO
I.B. 2 = INDICE DE BENEFICIADO EN % DESPUES DE SECADO
DIF SEC4 = DIFERENCIA EN % DE I.B. POR EL PROCESO DE SECADO.
I.B. 3 = INDICE DE BENEFICIADO EN % DESPUES DE CLASIFICADO
DIFCLAS4 = DIFERENCIA EN % DE I.B. POR EL PROCESO DE CLASIFICADO.
S.D.T.1 = SEMILLAS CON DAÑO TOTAL EN % ANTES DEL SECADO.
S.D.T.2 = SEMILLAS CON DAÑO TOTAL EN % DESPUES DEL SECADO.
DIF SEC5 = DIFERENCIA EN % DE S.D.T. POR EL PROCESO DE SECADO.
S.D.T.3 = SEMILLAS CON DAÑO TOTAL EN % DESPUES DEL CLASIFICADO.
DIFCLAS5 = DIFERENCIA EN % DE S.D.T. POR EL PROCESO DE CLASIFICADO.
G.Y.1. = GRANO YESOSO EN % ANTES DE SECADO.
G.Y.2. = GRANO YESOSO EN % DESPUES DE SECADO.
DIF SEC6 = DIFERENCIA EN % DE G.Y. POR EL PROCESO DE SECADO.
G.Y.3. = GRANO YESOSO EN % DESPUES DE CLASIFICADO.
DIFCLAS6 = DIFERENCIA EN % DE G.Y. POR EL PROCESO DE CLASIFICADO.
G.R.1. = GRANO ROJO EN % ANTES DE SECADO.
G.R.2. = GRANO ROJO EN % DESPUES DE SECADO.

DIF SEC7 = DIFERENCIA EN % DE G.R. POR EL PROCESO DE SECADO.
 G.R.3. = GRANO ROJO EN % DESPUES DE CLASIFICADO.
 DIFCLAS7 = DIFERENCIA EN % DE G.R. POR EL PROCESO DE CLASIFICADO.
 G.C.1. = GRANO DE CONTRASTE EN % ANTES DE SECADO.
 G.C.2. = GRANO DE CONTRASTE EN % DESPUES DE SECADO.
 DIF SEC8 = DIFERENCIA EN % DE G.C. POR EL PROCESO DE SECADO.
 G.C.3. = GRANO DE CONTRASTE EN % DESPUES DE CLASIFICADO.
 DIFCLAS8 = DIFERENCIA EN % DE G.C. POR EL PROCESO DE CLASIFICADO.
 S = DESVIACIÓN STANDARD.

Cuadro 22: Resultados de pruebas de Normalidad de Shaphiro Wilkcs, para las variables cualitativas, en las subfases de secado, en 9 beneficios de arroz, de El Progreso, Jutiapa.

| Variables | Secado | | Prueba | Conclusión |
|-----------|--------------|---------|------------|------------|
| | Probabilidad | Prueba | | |
| Impurezas | P<W 0.039 | NO PAR. | WILCOXON | RECHAZA |
| Rend.Ben. | P<W 0.0003 | NO PAR. | WILCOXON | RECHAZA |
| Sem. Obj. | P<W 0.0001 | NO PAR. | WILCOXON | ACEPTA |
| Ind. Ben. | P<W 0.0001 | NO PAR. | WILCOXON | ACEPTA |
| Sem.Dañ.T | P<W 0.005 | NO PAR. | WILCOXON | RECHAZA |
| Gr.Yesoso | P<W 0.017 | NO PAR. | WILCOXON | ACEPTA |
| Gr. Rojo | P<W 0.0001 | NO PAR. | WILCOXON | ACEPTA |
| | PROB<5%=NP | | PROB<5%=NP | |

Rend.Ben=Rendimiento de Beneficiado. Gr = Grano

Sem. Obj.=Semillas Objetables.

Ind. Ben.=Indice de Beneficiado.

Sem.Dañ.T=Semillas con daño total.

NO PAR= Variable no paramétrica.

Cuadro 23: Resultados de pruebas de Normalidad de Shaphiro Wilkcs, para las variables cualitativas, en las subfases de clasificado, en 9 beneficios de arroz, de El Progreso, Jutiapa.

| Variables | Probabilidad | | Prueba | Conclusión |
|-----------|--------------|--------|----------|------------|
| | Resultado | | | |
| Impurezas | P<W 0.0001 | NO PAR | WILCOXON | RECHAZA |
| Rend.Ben. | P<W 0.0001 | NO PAR | WILCOXON | ACEPTA |
| Sem. Obj. | P<W 0.0007 | NO PAR | WILCOXON | RECHAZA |
| Ind. Ben. | P<W 0.0001 | NO PAR | WILCOXON | RECHAZA |
| Sem.Dañ.T | P<W 0.249 | NORMAL | "t" | ACEPTA |
| Gr.Yesoso | P<W 0.0005 | NO PAR | WILCOXON | ACEPTA |
| Gr. Rojo | P<W 0.0001 | NO PAR | WILCOXON | ACEPTA |
| | PROB<5%=NP | | | |
| | PROB>5%=NO | | | |

Rend.Ben=Rendimiento de Beneficiado.NP = Variable no Paramétrica

Sem. Obj.=Semillas Objetables. Wil= Prueba de Wilcoxon

Ind. Ben.=Indice de Beneficiado. T = Prueba de T.

Sem.Dañ.T=Semillas con daño total. NO = Variable Normal

Gr=grano ACEPTA= No rechazo de Ho:.

RECHAZA = Rechazo de Ho:

7.3.2.1. PORCENTAJE DE IMPUREZAS:

A: Pérdidas por secado:

El porcentaje de impurezas, cuya prueba de Wilcoxon que aparece en el cuadro 22, en donde se rechaza la hipótesis nula, y al analizar los datos en el cuadro 21, en donde se observa una reducción del porcentaje de impurezas luego del proceso de secado, nos permite verificar que el proceso de secado aparte de secar propiamente el grano de arroz en granza, elimina el grano vano y las basuras grandes que posee el arroz, en un promedio de 1.366. Situación que no afecta negativamente la composición del arroz, por lo tanto no se puede hablar de pérdidas.

B: Pérdidas por clasificado:

Al igual que en las pérdidas por secado, existe un mecanismo que

elimina del proceso de beneficiado, las impurezas o basura que contenga el arroz, lo cual se justifica ya que se reduce en un 0.74 por ciento. Tampoco se puede hablar de pérdidas.

7.3.2.2. Rendimiento de Beneficiado:

A: Pérdidas por secado:

Para la fase de secado, según el resultado de la prueba de Wilcoxon del cuadro 22, se evidencia que existe un incremento promedio de 0.21 por ciento en el rendimiento de beneficiado, debido a la eliminación del grano vano, lo cual incide directamente, en una relación porcentual de arroz blanco a producirse respecto al total de arroz en granza, por lo que no existen pérdidas cualitativas en esta variable.

B: Pérdidas por clasificado:

Para la fase de clasificado, las diferencias que existen, según el resultado de la prueba de Wilcoxon del cuadro 23 no son significativas, por lo tanto se puede aseverar que no existen pérdidas en el proceso de clasificado, para la variable rendimiento de beneficiado.

7.3.2.3. Semillas Objetables:

A: Pérdidas por secado:

Para la fase de secado la variable semillas objetables, no presenta diferencias significativas según el resultado de la prueba de Wilcoxon, con base en lo cual se puede decir que el proceso de secado, no afecta ni en incremento ni en reducción al número de semillas objetables del arroz.

B: Pérdidas por clasificado:

Para la fase de clasificado la variable semillas objetables, presenta diferencias significativas según el resultado de la prueba de

Wilcoxon, existiendo un incremento de 29.63 semillas por cada cien gramos, pero dicho resultado no presenta una relación adecuada con lo esperado, ya que este proceso como se indicó anteriormente solo es un proceso de clasificación por tamizado, que no debe afectar de esta manera la cantidad de semillas objetables.

7.3.2.4. Índice de Beneficiado:

A: Pérdidas por secado:

Para la fase de secado según la prueba de Wilcoxon que aparece en el cuadro 22 para la variable índice de beneficiado, no existe diferencias significativas ni de reducción ni de incremento ya que el mecanismo consiste en la eliminación de humedad y basuras, y puede decirse que el factor temperatura no afecta al índice de beneficiado de forma negativa, caso contrario a la presión que se da en el proceso de transporte en donde sí lo afecta reduciéndolo.

B: Pérdidas por clasificado:

Para la fase de clasificado según la prueba de Wilcoxon que aparece en el cuadro 23 para la variable índice de beneficiado, al rechazar la hipótesis se dice que existe diferencias después del clasificado en cuanto al índice de beneficiado. Al observar los datos se ve un incremento de 0.14 por ciento como media muestral, que igual que para el caso de las semillas objetables, no debe darse por ser un proceso de separación de basura y grano, que no puede influir de esta manera al índice de beneficiado.

7.3.2.5. Semillas de Daño Total:

A: Pérdidas por secado:

Para la fase de secado según el resultado de la prueba de Wilcoxon que aparece en el cuadro 22 para ésta variable en donde se rechaza la

hipótesis, se puede observar que decrece en un promedio muestral de 0.65 por ciento, debido a la eliminación de granos vanos, que generalmente se constituyen en grano dañado por hongos y/o insectos, mediante un mecanismo diseñado para eliminar desde el secado los granos vanos.

B: Pérdidas por clasificado:

Para la fase de clasificación según el resultado de la prueba de *t* de student que aparece en el cuadro 23, no existen diferencias significativas entre las medias muestrales antes y después del proceso de clasificación, tal como se esperaba por ser un mecanismo únicamente clasificador de grano y basura.

Los anterior se comprueba con la figura 11, en donde aparece el diagrama de control con una media igual a -0.038 y desviación standard, con límites superior e inferior iguales a 1.61 y -1.688 , en donde todos los puntos están dentro de los límites establecidos. Presenta un comportamiento aleatorio, lo cual es equivalente a aceptar que no existen diferencias entre las muestras obtenidas antes y después del clasificado, y se comprueba que esta variación no es significativa como se concluye con base en la prueba de "*t*" de student

7.3.2.6. Grano Yesoso:

Tanto para la fase de secado como de clasificado según las pruebas para esta variable de Wilcoxon que aparecen en los cuadros 22 y 23 respectivamente, no existe diferencias estadísticamente significativas, entre las medias antes y después de pasar el arroz por cada fase en mención, para esta variable, comprobándose que no es el factor temperatura, que se da tanto en el secado, como en el proceso de transporte por calentamiento, el que afecta dicha variable de forma negativa, sino que al igual que al índice de beneficiado, la presión sobre los granos de arroz la que afecta a éstas dos variables de forma negativa, reduciendo el índice de beneficiado e incrementando el grano yesoso.

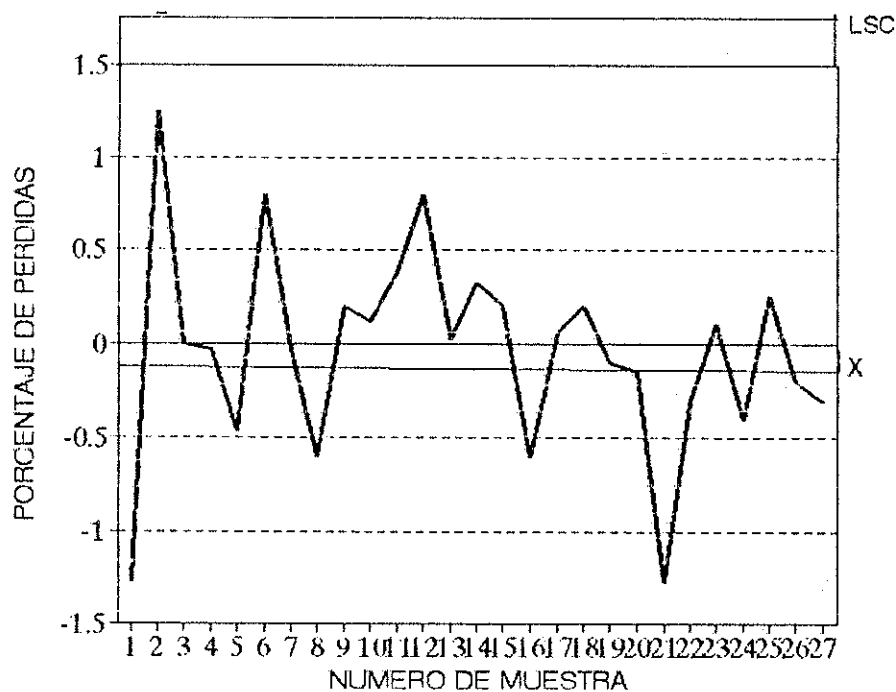


Figura 11: Diagrama de control para la variable cualitativa semillas con daño total, para la subfase de clasificado, en el proceso de beneficiado.

7.3.2.7. Grano Rojo:

Tanto para la fase de secado como de clasificado, no existe diferencias estadísticamente significativas, entre las medias antes y después de pasar el arroz por cada fase en mención, para esta variable, siendo esta variable de una condición de origen genético la que la

determina, y no es susceptible a incrementarse ni por temperatura ni por presión, aunque se constituye en una variable que origina problemas en el descascarado y adicionalmente baja la calidad de arroz blanco producido.

7.3.2.8. Grano de Contraste:

Para esta variable, la mayoría de las observaciones presentan 0 de grano de contraste, por lo que no se le realizó pruebas de normalidad, sino solo se observa una tendencia de igualdad entre las fases de secado y clasificado, puesto que no sufre ningún cambio entre las subfases de beneficiado al igual que en las fases de campo y transporte.

7.3.2.9. Grano Quebrado:

El porcentaje de grano quebrado, obtenido como diferencia entre el rendimiento de beneficiado y el índice de beneficiado se presenta en el cuadro 24 en donde aparecen los resultados de las muestras analizadas después de cada subfase del beneficiado, así como las diferencias que se determinaron en cada subfase.

A estas diferencias se les realizó una análisis de normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilks, datos que se presentan en el cuadro 25.

De las variables evaluadas, las que presentaron distribución normal fueron: -Diferencia de grano quebrado por descascaradora y - diferencia de grano quebrado por pulidora a dichas variables se les realizó una prueba de comparación de medias de t de student y se construyó un diagrama de control.

Las que presentaron una distribución no paramétrica fueron: - Diferencia de grano quebrado por secado, -diferencia de grano quebrado por clasificado y - diferencia de grano quebrado por lustrado y se les realizó una prueba de Wilcoxon.

Los resultados particulares se analizan en sus respectivos incisos que a continuación se detallan:.

CUADRO 24: RESULTADOS DE LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANO QUEBRADO POR CADA SUBBASE DE BENEFICIARIO.

| G.O.1 | G.O.2 | QUE SEC | G.O.3 | QUE LAS | G.O.4 | QUE SEC | G.O.5 | QUE PUL | G.O.6 | G.U.1 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|----------|
| 17.9 | 18.1 | -0.2 | 18.2 | -0.1 | 18.2 | -3.6E-15 | 28 | -9.8 | 28 | 0 |
| 15.9 | 19 | -3.1 | 20.5 | -1.6 | 15.1 | 5.5 | 28.1 | -13 | 24.7 | 34 |
| 14.4 | 15.2 | -0.8 | 14.4 | 0.8 | 16.4 | -2 | 27 | -10.6 | 27.5 | -05 |
| 26.7 | 20 | 6.7 | 25.4 | -6.4 | 3.9 | 22.5 | 26.1 | -22.2 | 27 | -09 |
| 26.7 | 15.6 | 10.1 | 16.2 | 0.4 | 10.5 | 5.7 | 26.1 | -15.6 | 42.2 | -161 |
| 16.2 | 15.9 | 0.3 | 15.1 | 0.8 | 9.8 | 5.3 | 26.2 | -16.4 | 29 | -28 |
| 24.8 | 25 | -1.2 | 25.3 | -0.3 | 9.6 | 17.7 | 31.7 | -23.1 | 24.2 | 75 |
| 19.5 | 20.3 | -0.8 | 18.9 | 1.4 | 3.3 | 12.6 | 26.9 | -20.6 | 28.8 | -19 |
| 16 | 15.9 | -0.9 | 17.1 | -0.2 | 9.6 | 7.5 | 25.9 | -16.3 | 26.4 | -0E |
| 15.5 | 13.7 | 1.8 | 13.4 | 0.3 | 1.8 | 11.6 | 12.3 | -10.5 | 17.7 | -54 |
| 10.5 | 10.1 | 0.4 | 10.4 | -0.3 | 16.4 | -6 | 16.4 | 0 | 16.4 | 0 |
| 15.7 | 15.7 | 0 | 14.8 | 0.9 | 4.9 | 9.9 | 16.4 | -11.5 | 18.6 | -22 |
| 20 | 21.6 | -1.6 | 22.8 | -1.2 | 3.2 | 22.6 | 30.9 | -30.7 | 51.1 | -202 |
| 21.9 | 23.9 | -2 | 23.5 | 0.4 | 11.9 | 11.6 | 43.9 | -32 | 35.5 | E4 |
| 15.7 | 17.2 | -1.5 | 17.2 | 0 | 12.4 | 4.8 | 36.2 | -23.8 | 38 | -18 |
| 24.9 | 26.4 | -1.5 | 26.9 | -0.5 | 25.8 | 1.1 | 36.9 | -11.1 | 42.4 | -53 |
| 9.4 | 9.8 | -0.4 | 9.7 | 0.1 | 13.5 | -3.8 | 18.1 | -4.6 | 20.8 | -27 |
| 19.9 | 21.5 | -1.6 | 21.2 | 0.3 | 19.2 | 2 | 21.4 | -2.2 | 25.9 | -45 |
| 15.4 | 15.9 | -0.5 | 15 | 0.9 | 16.2 | -1.2 | 27.4 | -11.2 | 28.5 | -11 |
| 9.3 | 10.9 | -1.6 | 9.9 | 1 | 12.5 | -2.6 | 22.4 | -9.9 | 27.6 | -52 |
| 17.9 | 18.1 | -0.2 | 18.2 | -0.1 | 19.5 | 7.6 | 28 | -8.5 | 29.2 | -12 |
| 19.6 | 20.3 | -0.7 | 19.2 | 1.1 | 11.8 | -1.3 | 18.4 | -6.8 | 24.4 | 6 |
| 14.4 | 13.6 | 0.8 | 13.5 | 0 | 10.9 | 2.7 | 21.2 | -10.3 | 26.4 | -32 |
| 26.9 | 15.3 | 10.6 | 15.3 | 0.7 | 10 | 5.6 | 24.4 | -14.4 | 26.2 | -18 |
| 24.7 | 25.2 | -0.5 | 25.2 | 7.1E-15 | 9.7 | 15.5 | 17.9 | -8.2 | 25.4 | -75 |
| 9.4 | 9.9 | -0.5 | 9.6 | 0.3 | 10.6 | -1 | 26.4 | -15.8 | 32.3 | -59 |
| 15.8 | 15.9 | -1.1 | 17.5 | -0.6 | 11.6 | 5.9 | 29.4 | -17.8 | 31.3 | -10 |
| 17.953 | 17.926 | 0.37037 | 17.663 | -0.3704 | 11.744 | 5.91852 | 25.7037 | -13.959 | 28.7222 | -30.1532 |
| 5.34503 | 4.68598 | 3.34949 | 5.16908 | 1.48897 | 3.65966 | 7.6524 | 6.91395 | 7.7428 | 7.73992 | 57462 |

G.O.1 = % GRANO QUEBRADO MUESTRA 1
 G.O.2 = % GRANO QUEBRADO MUESTRA 2
 G.O.3 = % GRANO QUEBRADO MUESTRA 3
 G.O.4 = % GRANO QUEBRADO MUESTRA 4
 G.O.5 = % GRANO QUEBRADO MUESTRA 5
 G.O.6 = % GRANO QUEBRADO MUESTRA 6

QUE SEC = DIFERENCIA DE % DE G.O. POR SECADO
 QUE LAS = DIFERENCIA DE % DE G.O. POR CLASIFICADO
 QUE SEC = DIFERENCIA DE % DE G.O. POR DESCASCARADO
 QUE PUL = DIFERENCIA DE % DE G.O. POR RUIDO
 QUE LAS = DIFERENCIA DE % DE G.O. POR LUSTRADO
 QUE SEC = DIFERENCIA DE % DE G.O. POR LUSTRADO

Cuadro 25: Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks, para la variable grano Quebrado, en las 5 subfases de beneficiado, en El Progreso, Jutiapa.

| Subfase de beneficiado | Prueba de Normalidad | Comparación de medias | Cantidades |
|------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Secadora | W=0.0001NP | WIL. ACEPTA | |
| Clasificadora | W=0.0001NP | WIL. ACEPTA | |
| Descascaradora | W=0.1758NO | t . RECHAZA | x=5.918 S=7.65 I |
| Pulidora | W=0.3163NO | t . RECHAZA | x=13.95 S=7.74 D |
| Lustradora | W=0.0032NP | WIL. RECHAZA | x= 3.01 S=5.74 D |
| | PROB<0.05=NP | Ho: x1=x2 | I= INCREMENTO D= DECREMENTO |

WIL= PRUEBA DE WILCOXON NP= VARIABLE NO PARAMETRICA
t = PRUEBA T de STUDENT NO= VARIABLE NORMAL

a: Grano quebrado por el proceso de Secado:

Según el resultado de Wilcoxon que aparece en el cuadro 25, no existió diferencias significativas entre las medias muestrales de antes y después del proceso de secado. Situación esta que se puede confirmar al revisar que el índice de beneficiado no es afectado por el proceso de secado, siendo entonces el grano quebrado una respuesta de esta situación.

b: Grano quebrado por el proceso de clasificación:

Según el resultado de Wilcoxon que aparecen el cuadro 25 no existió diferencias significativas entre las medias muestrales de antes y después del proceso de clasificado. Situación esta que tiene una interpretación lógica ya que en el clasificado no se incrementa el índice de beneficiado, y por lo tanto tampoco el porcentaje de grano quebrado.

c: Grano quebrado por el proceso de Descascarado:

Según el resultado de la prueba de t de student que aparece en el cuadro 25, existió un incremento en el porcentaje de grano quebrado con una media muestral de 5.918 % y una desviación standard de 7.65. Tal como se esperaba el proceso de descascarado, que consiste en ejercer presión sobre los granos de arroz seco, presenta un incremento en el porcentaje de arroz quebrado, lo cual verifica que es aquí en donde se dan las mayores pérdidas por grano quebrado, aunque esto no es para los beneficiadores un problema grande debido a que el arroz quebrado se introduce en el arroz de primera y segunda como relleno, lo que les garantiza obtener mejores precios, por unidad producida.

En la figura 12, aparece el diagrama de control, con límites superior e inferior iguales a 28.71 y -1.689, con un comportamiento no aleatorio, lo cual es equivalente a decir que efectivamente el proceso presenta diferencias grandes que provocan el rechazo de la hipótesis. Adicionalmente debe considerarse la diversidad de factores que pueden influir en el incremento del grano quebrado, como la calidad de las máquinas, el estado actual, la calibración y la experiencia de los operarios.

d: Grano quebrado por el proceso de pulido:

Según el resultado de la prueba de t de student que aparece en el cuadro 25 para el grano quebrado por el proceso de pulido, existió una reducción de 13.69 por ciento con una desviación standard de 7.74.

Dicha reducción es debida a un mecanismo de selección del grano quebrado que tienen algunos beneficios, y que está instalado antes de la salida del arroz de la pulidora, y en donde se elimina el arroz más pequeño del proceso de beneficiado.

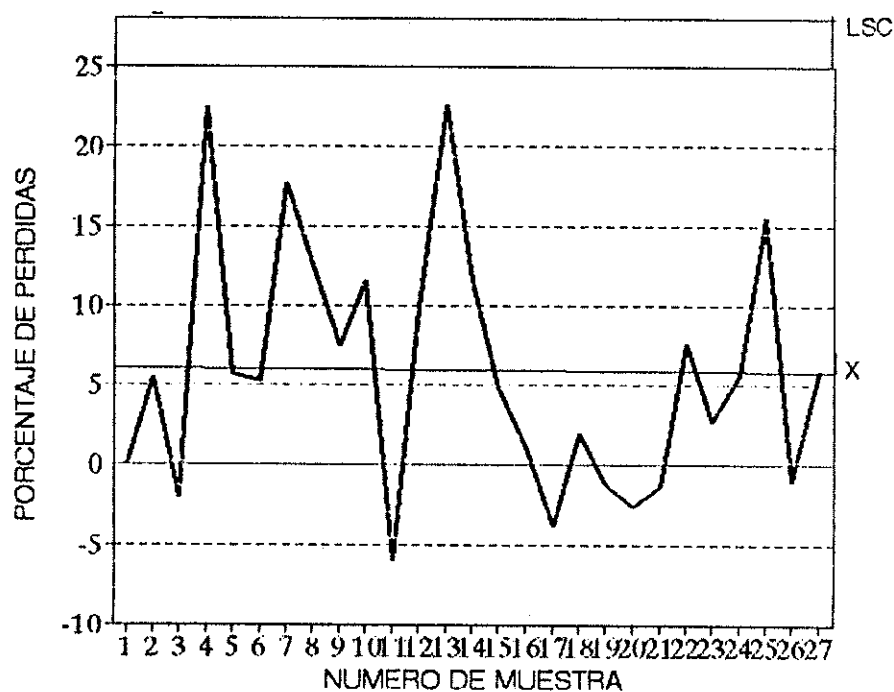


Figura 12: Diagrama de control, para la variable cualitativa grano quebrado, en la subfase de descascaradora, en el proceso del beneficiado en 9 beneficios de El Progreso, Jutiapa.

La Figura 13, presenta el diagrama de control para grano quebrado por el proceso de pulido, con límites superior e inferior iguales a 9.26 y -37.18 respectivamente, presentando un patrón no aleatorio (lo cual es equivalente a rechazar la hipótesis nula). Observando los datos del cuadro 24 se ve una reducción del porcentaje de grano quebrado por pulido, debido a que los beneficios 2 y 5 (Oasis muestras 4-6, Zepeda, muestras 13-15), son los que más reducen las pérdidas por tener una un

mecanismo de eliminación del grano quebrado en esta parte del proceso hacia el subproducto llamado granillo. Por las razones explicadas se puede decir que el proceso en general no es homogéneo en los nueve beneficios y la forma como afecta este proceso a la variable grano quebrado, es muy variable debido a la colocación y graduación de los mecanismos eliminación y extracción del grano quebrado del proceso de beneficiado.

Por lo tanto aquí no se puede hablar que existió pérdidas por incremento del grano quebrado sino eliminación del proceso, lo cual no deja medir si verdaderamente existe o no pérdidas por grano quebrado.

e: Grano quebrado por el proceso de lustrado:

Con base en el resultado de la prueba de Wilcoxon para la variable grano quebrado por el proceso de lustrado que aparece en el cuadro 25, se rechaza la hipótesis nula.

Esto al observar los datos en el cuadro 24, se verifica que existió una reducción del porcentaje de grano quebrado, después de pasar por la lustradora en un 3.01 por ciento, con una desviación standard de 5.74.

Debido al igual que en las pérdidas por pulido, a la eliminación de grano quebrado después del proceso de lustrado, y las muestras analizadas fueron tomadas después del mecanismo clasificador.

Por ser una eliminación del proceso de beneficiado del grano quebrado, no se puede medir si existe o no pérdidas por grano quebrado en el proceso de lustrado.

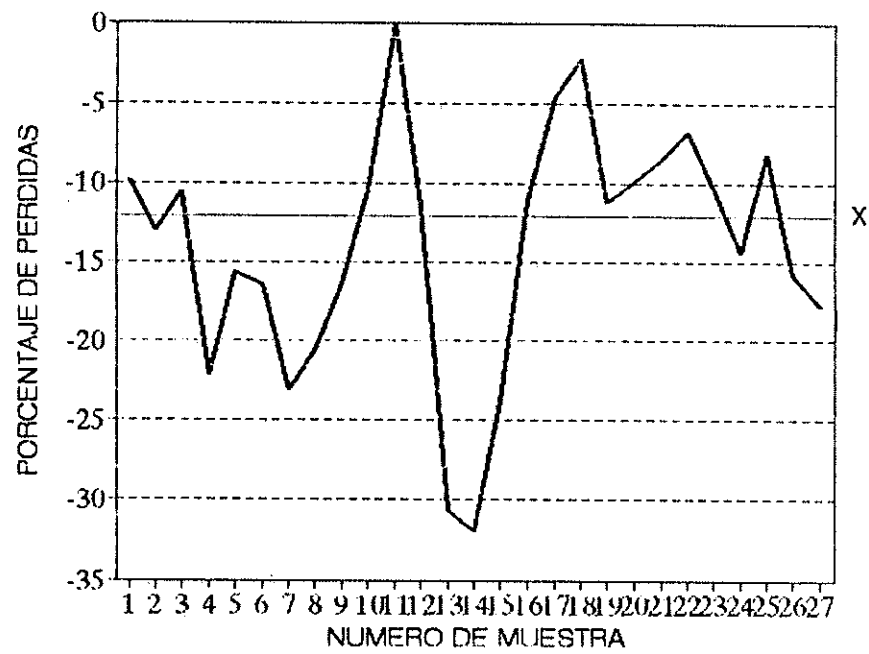


Figura 13: Diagrama de control para la variable cualitativa, grano quebrado por pulidora, en el proceso de beneficiado en nueve beneficios en El Progreso, Jutiapa.

7.3.3. PERDIDAS POSTCOSECHA TOTALES PARA LA FASE DE BENEFICIADO O FASE III:

Las pérdidas postcosecha totales para la fase de beneficiado del arroz, considerando tanto pérdidas cuantitativas como cualitativas son referidas únicamente al porcentaje de grano quebrado por descascarado del grano y son iguales a una media de 5.918 por ciento, debido a que cuantitativamente no se puede hablar de pérdidas, y cualitativamente otras variables no presentan pérdidas, sino que en algunos casos se incrementa por causas razonadas en sus respectivos incisos.

7.4. PERDIDAS TOTALES DE TODO EL PROCESO POSTCOSECHA DEL ARROZ CONSIDERANDO LAS TRES FASES DEL ESTUDIO; FASE DE CAMPO, FASE TRANSPORTE, Y FASE DE BENEFICIADO.

Las pérdidas totales detectadas en el proceso postcosecha de arroz desde el campo hasta el beneficiado del arroz son las siguientes:

| | |
|---|----------|
| Fase de campo o Fase I: | 10.49 % |
| Fase de transporte o fase II: | 0.783 % |
| Fase de beneficiado o fase III: | 5.918 % |
| Total del proceso postcosecha de arroz: | 17.191 % |

Es válido observar que no se puede verificar la hipótesis planteada para la presente investigación debido a que el total de pérdidas postcosecha de arroz, está compuesta por variables normales y no paramétricas, situación ésta que no permite la comparación de este dato con el dato planteado de 20 %, en la hipótesis de la investigación.

8. CONCLUSIONES.

1. Las pérdidas tanto cuantitativas como cualitativas en la producción de arroz bajo las condiciones de Morales, Izabal, determinadas por segado y trillado, son de 10.49 %.
2. Las pérdidas por transporte de arroz en granza desde Morales, Izabal hasta El Progreso Jutiapa, (250 Km. aproximados de recorrido), en promedio son de 0.783 por ciento, y las variables cualitativas grano yesoso e índice de beneficiado, son las que más se ven afectadas, debido a la presión que se ejerce sobre el grano de arroz en granza.
3. A nivel de nueve beneficios de El Progreso, Jutiapa, existen pérdidas solo de tipo cualitativas, y se presentaron en el porcentaje de grano quebrado, luego de pasar por el proceso de descascarado, teniendo un promedio de 5.918 %.
4. Las pérdidas postcosecha totales considerando tanto pérdidas cuantitativas como cualitativas de las fases de campo, transporte y beneficiado, para la producción de arroz de 1,994, fueron del orden de 17.191 % en promedio.

9. RECOMENDACIONES.

1. Realizar estudios similares al presente en otras zonas productoras a fin de poder tener una información más amplia a nivel nacional de las pérdidas postcosecha del cultivo de arroz.
2. Se recomienda mejorar la metodología de evaluación para las pérdidas en el beneficiado de arroz.
3. Se recomienda determinar las causas reales de una forma más detallada de las pérdidas que se dan en el proceso de postcosecha de arroz, en las diferentes fases evaluadas.

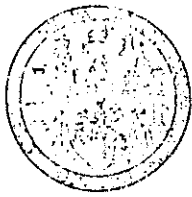
9. BIBLIOGRAFIA:

1. CRUZ S, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala. Instituto Nacional Forestal. Guatemala. 42 p.
2. ESTADOS UNIDOS. ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS. 1,982. Pérdidas post-cosecha en países en desarrollo. Trad. por Gonzalo Roa. Visosa, Brasil, Centro Nacional de Treinamento em Arnazenagem. p 26-79. (Serie Centreinar no. 4).
3. GUATEMALA. 1986. Taller de pérdidas post-cosecha en granos básicos. Guatemala. Unidad de formación de Recursos Humanos. Unidad de post-cosecha. p 11-12.
4. GUATEMALA. 1984. Mesa redonda sobre pérdidas post-cosecha en granos básicos en Guatemala. Guatemala. Unidad de Formación de Recursos Humanos. Unidad de post-cosecha. p 14 .
5. GUATEMALA. 1984. Métodos de evaluación de pérdidas post-cosecha técnicas normalizadoras. Unidad de Formación de Recursos Humanos. Guatemala. Unidad de Postcosecha. 60 p.
6. GUATEMALA. 1984. Muestreo representativo, interpretación de resultados y confiabilidad. Unidad de Formación de Recursos Humanos. Guatemala. Unidad de post-cosecha. 19 p.
7. GUATEMALA. 1981. Recolección y evaluación de información sobre pérdidas post-cosecha en granos básicos. Unidad Formación de Recursos Humanos. Unidad de Pos-cosecha. 02 P.
8. GUATEMALA. 1984. Normas técnicas de compra. Guatemala. Instituto Nacional de Comercialización Agrícola. 60 -75 p.
9. SCHNEIDER KURT. 1991. Seguridad alimentaria. Taller internacional sobre prevención de pérdidas poscosecha en Latinoamérica. (1., 1992 Tegucigalpa Honduras). Estudio sobre pérdidas pos-cosecha de granos básicos. p. 90-92.
10. FAO. (Italia). 1990. La Ingeniería agraria, pérdidas poscosecha en granos básicos. 120 p.
11. FAO. (Italia). 1993. Prevención de pérdidas post-cosecha de alimentos: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. 28-48 p.
12. MIYARES SIECKAVIZZA, R.A. 1986. Paquete de programas en lenguaje basic para pruebas estadísticas no paramétricas usuales. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. 381 p.
13. MONGOMERY, D. 1991. Control estadístico de calidad. México. AGT. 256 p.

14. RIVERA, A., SANCHEZ, M.T. 1982. Sistema de clasificación de granos. Guatemala. Instituto Nacional de Comercialización Agrícola. 114 p.
15. SIEGEL, S. 1978. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Trad. Javier Aguilar. México. Trillas. 543 p.
16. TAVICO LEGUARCA, D.M. 1990. Evaluación del efecto de cinco momentos de cosecha sobre la calidad molinera de cuatro líneas promisorias y una variedad de arroz (Oriza sativa L), en Cristina, Los Amates, Izabal. Guatemala. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. 75 p.
17. VALLE, J.M. DEL. 1986. Manual de semillas. Guatemala. Dirección General de Servicio Agropecuarios. 8-16 p.

Vo. B. Rolando Barrios.





LA TESIS TITULADA: "ESTIMACION PRELIMINAR DE PERDIDAS POST-COSECHA DE LA PRODUCCION DEL CULTIVO DE ARROZ (Oriza sativa), EN MORALES, IZABAL".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MYNOR ANTONIO PIMENTEL SARCEÑO

CARNET No: 8918241

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Víctor Alvarez
 Ing. Agr. Francisco Vásquez

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

[Handwritten signature]
 Ing. Agr. M.Sc. Víctor Hugo Méndez
 ASESOR



[Handwritten signature]
 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E

[Handwritten signature]
 Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
 DECANO



c.c. Control Académico
 Archivo
 RL/prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770