

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**“PLAN DE MEJORAMIENTO DE LAS OPERACIONES
POSCOSECHA Y SISTEMA DE SECADO DE ARROZ EN EL
CANTÓN VENTANAS EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

ADRIÁN SANTIAGO BERMEO ORELLANA
sant360_@hotmail.com

Ing. Oswaldo Acuña
oswaldo.acuna@epn.edu.ec

Quito, Marzo de 2010

© Escuela Politécnica Nacional (año)
Reservados todos los derechos de reproducción
(Times New Roman 12)

DECLARACIÓN

Yo Adrián Santiago Bermeo Orellana, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Santiago Bermeo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Adrián Santiago Bermeo Orellana, bajo mi supervisión.

Ing. Oswaldo Acuña
DIRECTOR DE PROYECTO

AUSPICIO

La presente investigación contó con el auspicio financiero del proyecto “EPN-SENACYT TT-08-00001, Mejoramiento de los Sistemas de Secado para el Sector Agrícola”, que se ejecuta en el Cantón Ventanas en la Provincia de Los Ríos.

DEDICATORIA

Mis agradecimientos hacia Dios por guiarme durante mi vida estudiantil.

Dedico este trabajo a mis abuelitas Margarita Onofre y Amada Azanza, a mis tíos Lic. Eusebio Bermeo Onofre y José Manuel Bermeo Onofre quienes con su ejemplo de vida y consejos me han hecho apreciar la vida y ha tener una real convivencia en familia y aunque ya partieron y se encuentran con nuestro creador seguirán viviendo en mi corazón.

A mis padres Luis Antonio Bermeo Onofre y Ana María Orellana Azanza y a mi hermana Andrea quienes siempre me han acompañado y apoyado en todo momento y son la base de los éxitos que he alcanzado y de los que vendrán.

A mis tíos, tías, primos y amigos.

Mis agradecimientos a los ingenieros Oswaldo Acuña, Adrián Peña y José Velásquez que con su consejo y experiencia me guiaron en la realización de este trabajo.

Un agradecimiento especial a mi compañero y amigo Luciano Eduardo Ruiz Arboleda que siempre estuvo para acolitar, apoyar y criticar de una manera constructiva y que ojala la amistad no se pierda, gracias pana.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	iv
INTRODUCCIÓN	v
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Generalidades del grano de arroz	1
1.1.1 Formación y desarrollo de los granos	1
1.1.1.1 Maduración de la semilla	1
1.1.1.2 Composición química de los granos	4
1.1.2 Cultivo de arroz	5
1.1.2.1 Origen	5
1.1.2.2 Clasificación sistemática	6
1.1.2.3 Condiciones agroecológicas	7
1.1.2.4 Manejo del cultivo	9
1.1.2.5 Situación del arroz en el Ecuador	15
1.2 Factores que influyen en los procesos de postcosecha de granos	16
1.2.1 Condiciones climáticas durante el período de madurez	16
1.2.2 Grado de madurez fisiológica	16
1.2.3 Daños mecánicos	17
1.2.4 Contenido de impurezas	18
1.2.5 Humedad	18
1.2.6 Temperatura	18
1.2.7 Microorganismos	19
1.2.8 Calidad del arroz	20
1.2.8.1 Muestreo	20
1.2.8.2 Humedad del grano	21
1.2.8.3 Impurezas	23
1.3 Secado de cereales	24
1.3.1 Cuando secar	24
1.3.2 Métodos de secado	24
1.3.2.1 Secado natural	25
1.3.2.2 Secado artificial	25
2. METODOLOGÍA	27
2.1 Información de producción agrícola de arroz y su destino	27
2.2 Revisión, evaluación del manejo poscosecha de arroz a nivel de finca	27
2.2.1 Tamaño de la muestra	27

2.2.2	Levantamiento de información agrícola	28
2.2.3	Levantamiento de información del manejo poscosecha	29
2.2.4	Buenas prácticas agrícolas	31
2.3	Evaluación de las operaciones de secado y limpieza de arroz	31
2.3.1	Recepción de grano	32
2.3.1.1	Humedad e impurezas	32
2.3.1.2	Manipulación del grano presecado	32
2.3.1.3	Bodega de almacenamiento de grano	33
2.3.2	Secado artificial	33
2.3.2.1	Capacidad horaria	33
2.3.2.2	Estructura de piso falso o superficie de lecho de secado	33
2.3.3	Proceso de secado	34
2.3.3.1	Temperatura de secado	34
2.3.3.2	Tiempo de secado	34
2.3.3.3	Pérdida de humedad del grano con respecto al tiempo de secado	34
2.3.3.4	Flujo de aire	35
2.3.3.5	Presión estática	35
2.3.3.6	Consumo de combustible	35
2.3.4	Proceso de Pilado	35
2.4	Formulación planes de mejoramiento del manejo de poscosecha y secado de arroz	36
2.4.1	Plan de mejoramiento agrícola para la producción de arroz	36
2.4.2	Plan de mejoramiento para sistema de secado de lecho fijo tipo rectangular para arroz	36
2.5	Factores de costo de limpieza y secado de arroz	36
2.6	Análisis de factores de impacto ambiental	37
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
3.1	Información de producción agrícola de arroz y su destino	38
3.2	Revisión y evaluación del manejo de poscosecha de arroz a nivel de finca	40
3.2.1	Tamaño de la muestra	40
3.2.2	Levantamiento de la información agrícola	40
3.2.3	Levantamiento de información de poscosecha	46
3.2.4	Buenas prácticas agrícolas	49
3.3	Evaluación de las operaciones de secado y limpieza de arroz	53
3.3.1	Recepción de grano	53
3.3.1.1	Humedad e impurezas	54

3.3.1.2 Manipulación del grano presecado	55
3.3.1.3 Bodega de almacenamiento de grano	55
3.3.2 Secado artificial	56
3.3.2.1 Capacidad horaria	56
3.3.2.2 Estructura de piso falso o estructura de lecho de secado	58
3.3.3 Proceso de secado	59
3.3.3.1 Temperatura de secado	59
3.3.3.2 Tiempo de secado	61
3.3.3.3 Pérdida de humedad con respecto al tiempo de secado	62
3.3.3.4 Flujo de aire de secado	65
3.3.3.5 Presión estática	67
3.3.3.6 Consumo de combustible	67
3.3.4 Proceso de Pilado	67
3.4 Formulación de planes de mejoramiento del manejo poscosecha y secado de arroz	70
3.4.1 Plan de mejoramiento agrícola para la producción de arroz	70
3.4.2 Plan de mejoramiento para sistema de secado de lecho fijo tipo rectangular para arroz	82
3.5 Factores de costo de limpieza y secado de arroz	97
3.5.1 Factores de costo de sistema de cultivo tradicional	97
3.5.2 Factores de costo de sistema de cultivo semitecnificado	97
3.5.3 Factores de costo de secado de arroz	98
3.6 Análisis de factores de impacto ambiental.	96
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
4.1. Conclusiones	99
4.2. Recomendaciones	100
BIBLIOGRAFÍA	102
ANEXOS	106

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1: Contenido de humedad de varias especies de granos en madurez fisiológica.	2
Tabla 2: Composición química de granos de algunas especies, base en 100 gramos.	5
Tabla 3: Temperaturas requeridas para el desarrollo del arroz	7
Tabla 4: Rendimiento de arroz en kilos por hectárea en la región costa.	15
Tabla 5: Tiempo de almacenamiento en días para el arroz en función a la temperatura y humedad a la que se encuentre el grano en el ambiente.	19
Tabla 6: Número de sacos a muestrear por tamaño de lote	21
Tabla 7: Superficie sembrada de arroz por cantones en la provincia de Los Ríos.	39
Tabla 8: Número de jornales contratados por ciclo de producción de arroz en función al sistema de cultivo practicado.	43
Tabla 9: Características de la semilla de arroz variedad, INIAP 14.	45
Tabla 10: Resultados obtenidos en la aplicación del Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para los productores arroceros del cantón Ventanas.	50
Tabla 11: Temperaturas recomendables del aire de secado para secadoras de grano.	60
Tabla 12: Flujo de aire y presión estática, recomendada para un secador tipo rectangular según su tamaño.	66
Tabla 13: Producto del pilado de arroz en base a un rendimiento de máquina piladora de 45 quintales de arroz/hora	68
Tabla 14: Factores y grados para la comercialización de arroz pilado.	68
Tabla 15: Parámetros permisibles de metales pesados, coliformes fecales y huevos de helminto, para análisis de suelos y aguas.	71

Tabla 16: Número de sacos a muestrear para lotes de más de 100 sacos.

83

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1: Partes constitutivas de la semilla de arroz (<i>Oriza sativa</i>)	4
Figura 2: Partes constitutivas de un secador de lecho fijo	26
Figura 3: Tamaño de explotación del cultivo de arroz en hectáreas y el porcentaje que representan	41
Figura 4: Porcentaje de sistema de cultivo practicado	42
Figura 5: Porcentaje de clase de semilla utilizada	44
Figura 6: Porcentaje de tipo de agroquímico utilizado	45
Figura 7: Porcentaje del sistema de cosecha empleado	47
Figura 8: Manejo inadecuado de desechos de productos químicos de uso agrícola	52
Figura 9: Recepción de arroz	53
Figura 10: Acondicionado de arroz en patio o tendal, previo al secado artificial	55
Figura 11: Almacenado de grano de arroz en cáscara	56
Figura 12: Piso falso de un secador de lecho fijo para arroz	58
Figura 13: Representación gráfica de los puntos de control para el registro de temperatura en secador de arroz	59
Figura 14: Temperatura promedio de secado en cada punto de control durante el secado	59
Figura 15: Sistema de combustión accionado por quemadores de GLP para secado de granos	61
Figura 16: Representación gráfica de frente de secado	62
Figura 17: Curva de secado del arroz, determinada durante el secado	63
Figura 18: Pérdida de peso de la masa de grano de arroz durante el secado	64

Figura 19: Nivelando el arroz y formado hileras	80
Figura 20: Limpieza de los granos de arroz por medio del viento	81
Figura 21: Muestreador simple	82
Figura 22: Distribución de las pilas de arroz en una bodega de almacenamiento de grano	87
Figura 23: Representación gráfica de lectura y toma de datos en carta psicométrica	91

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I Requerimientos nutricionales del arroz	107
ANEXO II Métodos de siembra del arroz según el tipo de cultivo	108
ANEXO III Dosis y épocas de aplicación de herbicidas para el arroz en época de invierno (secano)	109
ANEXO IV Principales plagas del cultivo de arroz en el Ecuador y tratamientos para su control	111
ANEXO V Producción y rendimiento de arroz según su provincia de origen.	113
ANEXO VI Ficha de levantamiento de información agrícola	114
ANEXO VII Ficha de levantamiento de información del manejo postcosecha	115
ANEXO VIII Mapa distribución anual de precipitación. Ventanas código (M465)	116
ANEXO IX Tabla de dígitos aleatorios	117
ANEXO X Selección de socios arroceros de la federación “Tierra Fértil” a ser encuestados	118
ANEXO XI Resultados de levantamiento de información agrícola	122
ANEXO XII Resultados de levantamiento de información poscosecha	123
ANEXO XIII Buenas prácticas agrícolas	124

ANEXO XIV	
Cálculo y resultados de análisis de pureza	136
ANEXO XV	
Cálculo capacidad horaria de secado	137
ANEXO XVI	
Cálculo tiempo de secado	138
ANEXO XVII	
Registro de humedades promedio en el secador de arroz	140
ANEXO XVIII	
Calculo, pérdida de peso de masa de grano, durante el secado	141
ANEXO XIX	
Calculo flujo de aire de secado	143
ANEXO XX	
Cálculo de presión estática	146
ANEXO XXI	
Grafica de SHEDD. Presión estática en milímetros de columnas de agua por metro de profundidad de masa de granos.	149
ANEXO XXII	
Calculo consumo de combustible	150
ANEXO XXIII	
Diagrama de flujo proceso de pilado de arroz	152
ANEXO XXIV	
Registro de siembra y/o trasplante	153
ANEXO XXV	
Registro de aplicación de fertilizantes	154
ANEXO XXVI	
Registro de agua para riego	155
ANEXO XXVII	
Registro de aplicación de productos fitosanitarios (plaguicidas)	156
ANEXO XXVIII	

Costos de producción sistema de cultivo tradicional	157
ANEXO XXIX	
Costos de producción sistema de cultivo semitecnificado	159
ANEXO XXX	
Costos de producción sistema de secado de lecho fijo para arroz	161
ANEXO XXXI	
Factores de impacto ambiental en la producción de arroz	173
ANEXO XXXII	
Acciones preventivas de impacto ambiental en la producción de arroz	174
ANEXO XXXIII	
Factores de impacto ambiental en el secado de arroz	175
ANEXO XXXIV	
Factores preventivos de impacto ambiental en el secado de arroz	176
ANEXO XXXV	
Calculo de tiempo de secado mejorado	177
ANEXO XXXVI	
Cálculo de flujo de aire mejorado	178
ANEXO XXXVII	
Cálculo de presión estática mejorada	182
ANEXO XXXVIII	
Carta Psicometría a una atmósfera de presión y temperatura normal	183

RESUMEN

El proyecto de titulación se aplicó al proceso de poscosecha del arroz en el cantón Ventanas de la provincia de los Ríos. En este trabajo se recabó información poscosecha a nivel de finca en base a encuestas realizadas a los socios de la Federación de Productores Agrícolas "Tierra Fértil" y se determinó las condiciones en las que se produce y llega el grano de arroz al secado, obteniéndose lo siguiente: el 45,5% de los productores poseen 1 hectárea sembrada de arroz y 2.3% entre 7 y 8 hectáreas, 51.9% mantiene un sistema de cultivo tradicional y 40.9% semitecnificado, el agricultor utiliza en un 50% semilla certificada, 36.4% para clasificada y 13.6% de semilla reciclada, el 63.6% de los campesinos realiza cosecha manual, 22.7% cosecha mecánica y 13.6% una cosecha mixta, es decir combina la cosecha manual y mecánica; 81.8% de los productores arroceros realiza secado natural de grano en patio o tendal en campo, mientras que el 18.2% restante comercializa el grano de arroz sin realizar este proceso. En la comercialización el 77.3% utiliza intermediarios y 22.7% lo realiza de forma directa; el 25% transporta el grano al granel y el 75% contenido en sacos. El rendimiento promedio por hectárea de arroz cosechada es de 32 sacos para un sistema de cultivo tradicional y 39 sacos para un sistema semitecnificado.

De las visitas técnicas a los centros de secado, se determinó que para un sistema de secado de lecho fijo tipo rectangular, con una carga de 21.83 toneladas de arroz, se trabajó bajo las siguientes condiciones: grano de arroz con un contenido de humedad inicial de 26%, temperatura de aire de secado de 37°C, flujo de aire de 25.1 m³/minuto/m³ de grano, que vence una presión estática de 175 mmCA (milímetros de columnas de agua), altura de capa de grano de 0.77m y tiempo de secado de 13.5 horas.

Con la información obtenida a nivel de finca y en el centro de secado se procedió a la elaboración de planes de mejoramiento a aplicarse en el área agrícola y de secado, en los que se disminuye el tiempo de secado de 13.5 a 8.7 horas y una reducción en el consumo de GLP en un 35%.

El análisis de impacto ambiental arrojó un resultado negativo, en especial a nivel de finca; por lo que se estableció actividades de mitigación y remediación. Por medio de la evaluación de costos de sistema de secado de lecho fijo se obtuvo una relación beneficio/costo de 1,36.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador las principales zonas productoras de arroz se ubican en las provincias de Los Ríos y Guayas, las cuales totalizan un 94.3% del total de la producción del litoral, sin embargo se recalca que las tecnologías poscosecha empleadas en el medio rural, ha permanecido prácticamente sin desarrollarse lo que ha propiciado el mantener en uso estructuras inapropiadas que permiten el deterioro de los granos, las cuales en la mayoría de los casos se encuentran mal diseñadas. (Arias, 1993).

En el sector agrícola del Cantón Ventanas se realiza el proceso de secado de granos a través de plantas que generan calor en base al quemado de GLP (gas licuado de petróleo), el que es distribuido por PETROCOMERCIAL a través de AUSTROGAS empresa que ha facilitado y optimizado el abastecimiento de GLP al sector agrícola del Cantón por medio de instalaciones centralizadas en cada uno de los centros de secado. Los sistemas de secado en la actualidad, no son los mas adecuados, afectando la calidad, la perecibilidad del producto y la dispersión del calor sin eficacia en el secado, provocando un aumento en los tiempos de secado y costos, adicionándose a esto las precarias condiciones en las que llega el arroz desde la cosecha a los centros de secado, debido a las malas prácticas poscosecha realizadas en finca.

El secado artificial es una práctica ampliamente divulgada, que al mismo tiempo genera una serie de problemas que afectan los costos y la calidad del grano. El secado de granos constituye el “cuello de botella” para la mayoría de centros de acopio. (De Dios, 1996).

El gobierno ecuatoriano, frente a una difícil realidad que afronta la asociación de productores de granos del cantón Ventanas de la provincia de Los Ríos, como la carencia de contar con granos cosechados de calidad, los altos costos y largos tiempos empleados en el secado, y las grandes pérdidas percibidas en todas las operaciones hasta que el producto llega al consumidor final, ha mostrado la

preocupación en patrocinar proyectos que ayuden con el aporte de soluciones prácticas.

El presente trabajo intenta mejorar y optimizar los sistemas de secado de arroz para la asociación de productores agrícolas del cantón Ventanas, mediante el desarrollo de procesos adecuados de manejo poscosecha y uso apropiado de técnicas de secado de granos con sistemas de gas licuado de petróleo, reduciendo el tiempo y alcanzando una mejor paga por su trabajo.

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 GENERALIDADES DEL GRANO DE ARROZ

1.1.1 FORMACIÓN Y DESARROLLO DE LOS GRANOS

Los granos son producto de la fotosíntesis, que se genera durante el desarrollo de toda especie vegetal, siendo su fin la acumulación de sustancias nutritivas para la subsistencia de la misma. En el desarrollo embrionario, el tubo polínico se encargan de la liberación de los dos gametos masculinos, donde uno de ellos se une a la oosfera del saco embrionario, formando el embrión de la nueva planta, el segundo gameto, se une al núcleo secundario, para dar origen al albumen. Todo este proceso se lo denomina doble fecundación. Los dos huevos resultantes se desarrollan absorbiendo los tejidos adyacentes, al mismo tiempo la savia elaborada, asiste con los elementos nutritivos para la formación de todos los tejidos que darán origen a la semilla (Prost, 1970)

1.1.1.1 Maduración de la Semilla

Concluida la doble fecundación, el óvulo sufre cambios que dan origen a la semilla. Todas estas transformaciones suscitadas en la maduración se manifiestan en el contenido de humedad, peso de grano, poder germinativo, vigor y tamaño (Velásquez, 2008)

- **Contenido de humedad**

Realizada la doble fecundación la humedad del óvulo es elevada, llegando a un 90%, a medida que la semilla se va desarrollando, el contenido de humedad va decreciendo en forma gradual, para ser reemplazado por materia

seca, es decir acumula, material de reserva que servirá a futuro para la semilla.

- **Peso de grano**

El peso del grano varía durante dos etapas del desarrollo vegetativo, la primera; se manifiesta con la acumulación de materia seca una vez que se ha alcanzado la madurez, logrando de igual manera el punto más elevado de vigor y poder de germinación (Arias, 1993)

A pesar de esto el contenido de humedad del grano aún es elevado para el almacenamiento, como muestra la tabla 1.

Tabla 1. Contenido de humedad de varias especies de granos en madurez fisiológica

ESPECIE	HUMEDAD (%)
AVENA	32
ARROZ	30
FRÉJOL	40
MAÍZ	33
RYEGRASS	40
TRIGO	32
SOYA	50

Velásquez, 2008

En la segunda etapa; el grano presenta una reducción de su peso a consecuencia de una deshidratación, para alcanzar un equilibrio con la humedad del ambiente, esto determina, junto con otros factores, la cosecha y posteriormente el almacenamiento del grano (Arias, 1993)

- **Tamaño de grano**

El tamaño del grano experimenta cambios durante la maduración; en un principio aumenta por la acumulación de materia seca, concluida esta etapa, en la madurez fisiológica, el grano empieza a perder tamaño debido a la respiración del mismo, manifestándose en una reducción del contenido de humedad (de Dios, 1996)

- **Poder germinativo**

El poder germinativo se alcanza durante la madurez fisiológica. Un grano bien tratado, garantiza al agricultor la obtención de una planta por cada grano plantado. Por lo general, los granos presentan o tiene características propias a la especie vegetal a la cual pertenecen, sin embargo muestran la siguiente estructura: una cobertura protectora, un eje embrionario y un tejido de reserva (Arias, 1993)

La cobertura protectora es una estructura externa que encierra al grano, y está conformada por el tegumento y el pericarpio, o en otros, solo por el tegumento. El tegumento es un tejido formado por una capa de células y el pericarpio tiene su origen en la pared del ovario de la flor. La cobertura protectora tiene las siguientes funciones (Arias, 1993)

- Mantener unidas las partes internas de la semilla.
- Proteger a la semilla de golpes y microorganismos.
- Regular la velocidad de deshidratación de la semilla, evitando posibles daños por las presiones desarrolladas durante la adsorción.
- Regular el intercambio gaseoso.
- Regular la germinación.

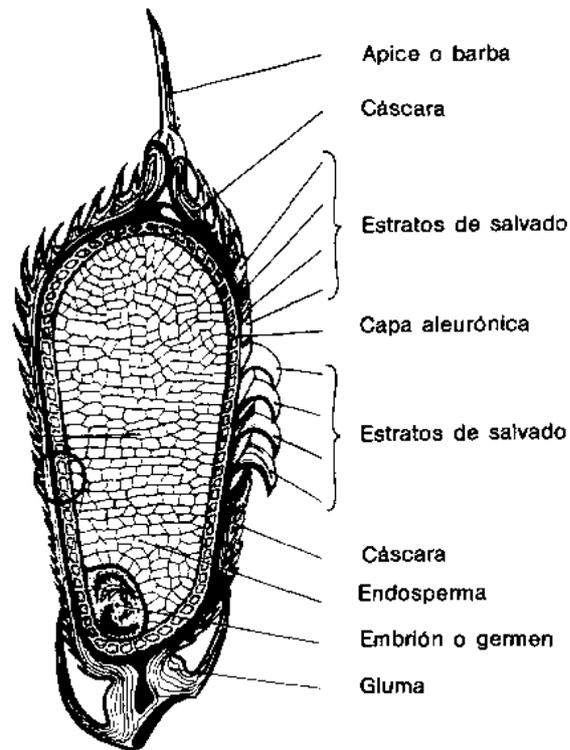


Figura 1. Partes constitutivas de la semilla de arroz (*Oriza sativa*).
(Arias, 1993)

El eje embrionario tiene como principal función la reproducción, es la parte más esencial en la estructura del grano y se encarga del crecimiento de la planta en dos direcciones hacia la raíz y hacia el tallo [Prost, 1970; Arias, 1993]

El albumen es el tejido de reserva que provee de lo necesario al grano para la germinación. Estas reservas son almacenadas en los cotiledones, endospermo o en el perispermo [Prost, 1970; Arias, 1993]

1.1.1.2. Composición química de los granos

La denominación dada a las gramíneas se debe a la sustancia que almacenan; si son lípidos son denominados oleaginosos, si son proteínas son llamados proteicos y si se trata de almidones son denominados amiláceos.

En la tabla 2 se muestra la composición química de algunos granos del Ecuador.

Tabla 2. Composición química de granos de algunas especies, base en 100 gramos

ESPECIE (g)	AGUA (g)	PROTEÍNA (g)	LÍPIDOS (g)	CARBOHIDRATOS (g)		CENIZAS (g)
				TOTAL	FIBRA	
MAÍZ	41.4	5.1	3.4	49.2	1.3	0.9
SOYA	5.0	27.9	23.0	38.2	4.8	5.9
ARROZ	12.0	7.5	1.9	77.4	0.9	1.2
FRÉJOL BLANCO	11.4	18.7	1.3	64.6	4.2	4.0
FRÉJOL CRUDO	73.1	4.7	0.1	20.6	1.2	1.5
MANÍ CRUDO	6.4	19.6	46.3	15.1	1.7	2.6
TRIGO	14.2	13.0	1.7	69.6	2.9	1.5

Instituto Nacional de Nutrición, 1965; Arias, 1993.

1.1.2 CULTIVO DE ARROZ

1.1.2.1. Origen

Las teorías indican que el cultivo de arroz apareció hace más de 6500 años, desarrollándose paralelamente en varios países; los primeros cultivos aparecen en la China 5000 años antes de nuestra era, en el paraje de Hemu Du, así como en Tailandia hacia 4500 años antes de J.C., para aparecer luego en Camboya, Vietnam y al

sur de la India. Las especies derivadas llamadas japónica e indica se extendieron hacia otros países asiáticos: Corea, Japón, Myanmar, Pakistán, Sri Lanka, Filipinas e Indonesia (Ramírez, 2008)

En el medievo fue introducido en España y de allí a toda Europa, por los árabes, luego este cereal fue llevado a América por los españoles en la segunda mitad del siglo XVI (Jiménez, 2006)

En sus orígenes el arroz se desarrollaba de manera salvaje, en la actualidad las variedades que se cultivan en la mayoría de los países pertenecen al tipo *Oryza*, del cual solamente dos presentan interés agrícola para el hombre: *Oryza sativa* (arroz común asiático y presente en la mayoría de los países) originario de Extremo Oriente al pie del Himalaya dando por el lado chino la subespecie *O. sativa japónica* y del lado indio la subespecie *O. sativa indica*. La gran mayoría de las variedades que se cultivan pertenecen a esta especie; *Oryza glaberrima*, especie anual originaria de África occidental (Ramírez, 2008)

1.1.2.2. Clasificación sistemática

El arroz se encuentra entre las plantas fanerógamas monocotiledóneas, en el orden de las Glumiflorales, pertenece al género *Oryza*, de la tribu de las Orycea, en la familia de las Gramineae; la tribu de las Oryzeae está adscrita actualmente a la subfamilia de las Poaceae (Franquet y Borrás, 2004)

Las variedades de arroz se especifican en los siguientes grupos y razas geográficas (Berlijn, 1993):

Grupo indica: Se desarrolla en los trópicos de la India, Indochina, Filipinas y parte de los Estados Unidos y México.

Grupo japónica: Se cultiva en las regiones subtropicales de Japón, Corea y parte de Sudamérica.

Grupo javánica: Se cultiva principalmente en Burma e Indonesia.

1.1.2.3 Condiciones agroecológicas

- **Clima**

Es un cultivo acuático, la mayor producción a nivel mundial se encuentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados. Se puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 2500 m de altitud. Esta planta tiene un desarrollo adecuado a los 20 y 38°C [Berlijn, 1993; Franquet y Borrás, 2004]

La cantidad de horas luz que requiere la planta de arroz es de 1000 horas de sol durante todo el ciclo vegetativo. El sol es muy importante cuando la panoja esta lista para la cosecha [INIAP, 1999; Berlijn, 1993]

En la tabla 3 se muestra las temperaturas óptimas para el desarrollo de la planta de arroz en sus etapas de crecimiento.

Tabla 3. Temperaturas requeridas para el desarrollo del arroz

	Mínima	Óptima	Máxima
Germinación	10°C	30 a 35°C	40°C
Crecimiento de tallos, hojas y raíces	7°C	10 a 20°C	23°C
Floración	15°C	30° a 40°C	50°C

Franquet y Borrás, 2004

- **Precipitación**

La precipitación condiciona al cultivo, cuando se lo practica en tierras altas. El arroz es una planta que necesita una precipitación mínima de entre 300 a 400

mm, siendo el rango óptimo entre 800 a 1240mm de agua [INIAP, 1999; Berlijn, 1993; Franquet y Borrás, 2004]

- **Suelo**

El arroz es poco exigente en lo referente al tipo de suelo, pudiendo ser cultivado desde suelos arcillosos, franco arcillosos o franco limosos, hasta arenosos. Los suelos de consistencia fina, son más fértiles por su contenido de materia orgánica y arcilla, los suelos aluviales en los deltas de los ríos son apropiados para que el cultivo debido a que poseen un buen drenaje facilitando la cosecha [INIAP, 1999; Franquet y Borrás, 2004; Berlijn, 1993]

El pH en estos suelos tienden a la neutralidad después de provocar la inundación, el pH suele encontrarse desde 5,5 a 7,5, siendo el óptimo 6,6, valor primordial para la liberación de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, así como su disponibilidad son altas y conjuntamente las concentraciones de sustancias que interfieren, tales como Al, Mg, Fe, CO₂ y ácidos orgánicos, en la absorción de nutrientes, están por debajo del nivel tóxico [INIAP, 1999; Franquet y Borrás, 2004; Berlijn, 1993]

- **Necesidades nutricionales**

El arroz tiene las siguientes necesidades nutricionales:

Como macro nutrientes se tiene N, P, K, Ca, Mg y S, entre los micronutrientes están Bo, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn. El nitrógeno es el elemento que más afecta cuando se encuentra en cantidades inapropiadas, demasiado nivel de nitrógeno provoca un crecimiento vegetativo excesivo y el deterioro de la floración, a más de un acame excesivo [Berlijn, 1993; International Plant Nutrition Institute, 2008]

En el Anexo I se puede apreciar las cantidades por hectárea de cada macro y micro elemento que requiere el arroz para una producción promedio óptima.

1.1.2.4 Manejo del cultivo

- **Preparación del terreno**

El trabajo de suelos arroceros de tierras húmedas o de tierras en seco depende de la técnica de establecimiento del cultivo, de la humedad y de los recursos mecanizados. En general, el terreno debe nivelarse muy bien, con pendientes que no deben sobrepasar el uno por mil (1 metro de inclinación por cada 1000 m en línea recta), e incluso es preferible nivelar “a cero”, lo que permite hacer tablas hasta de 15 ha, también se debe realizar una arado, rastrado y fangueo, para siembra con trasplante o al voleo con semilla pre germinada [INIAP, 1999; Franquet y Borrás, 2004]

- **Siembra**

Para la siembra se debe considerar un cultivo de invierno y uno de verano, el primero se inicia en el mes de enero, mientras que el segundo entre los meses de junio y julio, generalizando se puede realizar siembra directa o en semilleros. Para el sistema directo se usa de 80 a 100 kg de semilla por ha y para semillero de 150 a 200 gramos de semilla por metro cuadrado (INIAP, 1999)

La siembra directa se realiza en hileras a distancia de 20 cm, con chorro continuo de semilla, mientras que al voleo se efectúa en tierra seca o sobre suelo fangueado con semilla pre germinada, a una distancia de 30 por 20 cm.

Por trasplante las plántulas deben encontrarse entre 20 a 25 días de desarrollo (INIAP, 1999)

En el Anexo II se recogen los distintos métodos de siembra según el tipo de cultivo del arroz, así como la profundidad del agua que se requiere para el arrozal.

- **Fertilización**

Las necesidades medias de nutrientes/tonelada de producción de arroz son, de 22 kg de N, 11 kg de P_2O_5 y 15 kg de K_2O . Para una producción de 7.000 kg/ha de arroz-cáscara, puede ser del orden de: 150 UF de N, 75 UF de P_2O_5 , 100 UF K_2O , siendo UF unidades fertilizantes (Franquet y Borrás, 2004)

El N se debe aplicar al voleo, tomando en cuenta el ciclo vegetativo, así en variedades precoces se debe aplicar a los 20 y 40 días de edad, si la siembra se hizo por trasplante se aplica a los 10 días después del trasplante y lo que resta a los 20 días después de la primera aplicación. Si la variedad es de ciclo intermedio se aplica la totalidad del N en fracciones a los 20, 50 y 70 días después de la siembra (INIAP, 1999)

- **Riego**

En el riego hay que controlar que el nivel del agua, que tenga la altura apropiada en relación con el desarrollo de la planta. En los primeros días, el nivel debe ser alto, para proteger del frío a la plántula, no permitir el desarrollo de las malezas, impedir que el movimiento superficial del agua por el viento para que no arranque a las plantas jóvenes que aún no están enraizadas lo suficiente (Franquet y Borrás, 2004)

Para siembra directa, se realiza entre 2 a 3 riegos, hasta que las plantas tengan de 25 a 30 días de desarrollo, luego se inunda en forma permanente, esta actividad se suspende solo en el caso de aplicar insecticidas y herbicidas, 15 días antes de la cosecha. En el caso de siembra por trasplante el riego se hará por inundación a los 8 o 10 días después del trasplante (INIAP, 1999)

- **Control de malezas**

La competencia de las malas hierbas en el arroz varía con el tipo de cultivo, el método de siembra, la variedad y las técnicas de cultivo. Esta competencia es importante en las primeras fases de crecimiento del cultivo; de ahí que el control debe realizarse en etapas tempranas, esto es esencial para obtener óptimos rendimientos (Franquet y Borrás, 2004)

Existen malezas de hoja ancha que son fáciles de combatir y las de hoja angosta que tienen características parecidas a las del arroz. Las más comunes son las de las especies *Echinochloa*, *Penicum* y *Sorghum* (Berlijn, 1993)

Los métodos de combate de malezas son los siguientes: laboreo, inundación de campo, deshierbe, rotación de cultivos y control químico. El anexo III indica en términos generales las dosis y épocas de aplicación de herbicidas [Franquet y Borrás, 2004; Berlijn, 1993]

- **Control de plagas**

Las principales plagas que atacan al cultivo de arroz son los pájaros, roedores, nemátodos e insectos. La forma más común de ahuyentar a los pájaros de los cultivos de arroz es con la utilización de sonidos fuertes (petardos), además se debe proteger los semilleros con polietileno para evitar que las aves saquen

las semillas. En cuanto a los roedores se debe colocar cebos envenenados, los nidos se pueden eliminar inyectando gas cianhídrico directamente en las ratoneras (Berlijn, 1993)

El nematodo llamado *Aphelenchoides besseyi* provoca la enfermedad de la punta blanca la que es muy dañina para el arroz. Una medida de control contra esta enfermedad en terrenos inundados, es colocar la semilla en agua caliente a 50°C., por unos pocos segundos, antes de la siembra (Berlijn, 1993)

El anexo IV presenta las principales plagas que atacan al cultivo de arroz en el Ecuador, con sus respectivos tratamientos para su control.

- **Control de enfermedades**

Las enfermedades en el cultivo de arroz pueden ser ocasionadas por virus y hongos, mientras que los factores ambientales pueden agudizar sus síntomas y efectos (Berlijn, 1993)

Las principales enfermedades del arroz son:

- **Pudrición o quema del arroz**

Enfermedad causada por el hongo *Pyricularia oryzae*. Es una de las enfermedades más fuertes del cultivo de arroz, el micelio del hongo produce una toxina conocida como pyricularia, que inhibe el desarrollo de los tejidos y los desorganiza. Genera manchas claras longitudinales, color café claro en los tallos, necrosis en la base de la panoja y deformación de los granos. Las condiciones que favorecen la presencia de este hongo es cuando la temperatura esta entre los 16 y los 28°C y aire con una humedad relativa del 90% o más durante un periodo de 14 horas [Berlijn, 1993; Franquet y Borrás, 2004]

Se puede realizar un control preventivo empleando variedades que tengan poca sensibilidad al hongo, no excederse con la utilización de abonos nitrogenados, utilizar abonos equilibrados en fósforo y potasio y demorar la retirada del agua en el período de maduración (Franquet y Borrás, 2004)

- **Mancha café**

Es causada por el hongo *Helminthosporium orizae*, su severidad está frecuentemente relacionada con la variedad y con una nutrición deficiente. (Franquet y Borrás, 2004)

Las manchas son de color café, circulares o alargadas. Si el ataque llega al pedúnculo, la espiga se seca (Berlijn *et al.*, 1993). Como métodos de prevención se puede realizar la selección de suelos con alta fertilidad, utilizar semilla certificada, fertilizar los suelos con N, P, K, Mn y Zn, y complementar con un combate eficiente de insectos en la panícula y el uso de variedades resistentes (Franquet y Borrás, 2004)

- **Podredumbre de tallo y raíces**

Es causada por el hongo *Fusarium moliniforme*. *Sarocladium oryzae*, el mismo que ataca la base del tallo y las raíces generando su oscurecimiento y pudrición. Esta enfermedad se la previene tratando las semillas con fungicidas [Berlijn, 1993; Franquet y Borrás, 2004]

- **Carbón del arroz**

Es causada por el hongo *Neovossia horrida*, las esporas negras del hongo ocupan los lugares que son para los granos, la enfermedad se controla desinfectando las semillas (Berlijn, 1993)

- **Cosecha**

La cosecha de este cultivo presenta características muy especiales como: gran cantidad de materia verde, grano muy abrasivo, húmedo y delicado; estas condiciones provoca mayores posibilidades de encontrar altas pérdidas o bajas eficiencias de cosecha (Pozzolo y Ferrari, 2007)

Los indicadores que determinan la madurez del arroz para realizar la cosecha, son determinados de manera visual, por simple inspección y por la determinación del contenido de humedad en el campo.

La simple inspección toma en cuenta la coloración de las plantas, cuando estas alcanzan una coloración amarilla en la plantación y las espigas cuelgan de la planta por el peso de los granos determinándose que está listo para la cosecha. Con respecto a la humedad, este índice es más confiable. Como los granos de una misma panoja tienen diferente edad, la humedad será distinta, en los granos que se encuentran en la parte superior el contenido de humedad será menor que la humedad de los granos que están en la base. Para determinar el porcentaje de humedad total será el promedio de las dos humedades. La cosecha se realiza cuando se tiene una humedad entre 13 y 25%. Otro factor que aporta con la determinación de la madurez del grano es el ciclo vegetativo, periodo transcurrido después de efectuarse la siembra; el mismo que esta sujeto a la influencia del clima, variedad de semilla y condiciones del suelo y sistema de cultivo utilizado (Berlijn, 1993)

La cosecha puede ser manual y mecanizada; para la primera se realiza la siega (corte) utilizando hoces y la desecación. Para la desecación se hacen atados de 5 kg de peso, luego se hace la trilla, que es la separación de granos de la espiga y como último paso la limpieza. En cuanto a la cosecha mecanizada, se utiliza una cosechadora que corta, trilla y limpia el grano. En general, la cosecha mecánica del arroz (Berlijn, 1993)

1.1.2.5 Situación del arroz en el Ecuador

Según el III Censo Nacional Agropecuario del año 2000, la superficie sembrada de arroz fue de 349726 hectáreas, de los que el 96% de esto corresponde al litoral.

Tabla 4. Rendimiento de arroz en kilos por hectárea en la región costa.

	SUPERFICIE COSECHADA ha	PRODUCCIÓN T.M.	RENDIMIENTO Kg/ha
COSTA	338,365	1,397,009	4,129
Esmeraldas	1.810	6.845	3.782
Manabí	22.938	81.045	3.533
Los Ríos	119.256	497.961	4.176
Guayas	191.763	802.146	4.183
El Oro	2.598	9.012	3.469

MAGAP, 2007

Como se muestra en la tabla 4, las provincias del Guayas y la de Los Ríos, son las que poseen, mayor superficie sembrada de arroz; representando el 97.3% de la producción total del país, al año 2007. El rendimiento por hectárea del resto de provincias a nivel nacional se presentan en el anexo V (MAGAP, 2007)

De esta superficie sembrada de arroz, alrededor del 93%, es producida por pequeños agricultores, los que continúan cultivando arroz, a pesar de la falta de apoyo, como líneas de crédito por parte de instituciones estatales.

1.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS PROCESOS POSTCOSECHA DE GRANOS

1.2.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL PERÍODO DE MADUREZ

El clima influye en la cosecha de los granos, en especial en la decisión de cuando esta deba realizarse, sin embargo si se cosecha un grano con un exceso de humedad se produce daños por amasamiento durante la poscosecha. Por otra parte cuando los granos presentan un bajo contenido de humedad pueden agrietarse o romperse durante el transporte, descarga, secado y almacenamiento (Bragachini, 2002)

Las condiciones climáticas influyen en el desarrollo vegetativo de los granos durante dos etapas de la maduración; la primera, cuando el grano se encuentra acumulando materia seca; para que esto ocurra se requiere la presencia de humedad en los suelos en cantidades favorables, sin esto la planta experimenta un estrés hídrico que provocaría la presencia de espigas con granos pobres en tamaño y peso. La segunda etapa se presenta cuando la semilla ha alcanzado su máximo contenido de materia seca, comienza a disminuir su contenido de humedad para entrar en equilibrio con el ambiente. Si en este punto del desarrollo vegetativo existe presencia de lluvias, un aumento en la humedad ambiental el grano permanecerá con un contenido de humedad elevado del que no se puede deshacer rápidamente y como consecuencia corre el riesgo de deteriorarse con facilidad (Arias, 1993)

1.2.2 GRADO DE MADUREZ FISIOLÓGICA

Si la cosecha es realizada antes o después de la madurez fisiológica se obtiene un grano con menor potencial de almacenamiento, siendo susceptible al ataque de insectos y microorganismos. Esto ocurre por dos razones, porque no han alcanzado su máxima capacidad de germinación o porque se ha dado inicio al proceso de deterioro (Arias, 1993)

Cuanto más alto es el contenido de humedad de los granos al momento de la cosecha, mayores son los riesgos de pérdidas debidas al ataque por hongos, insectos y a problemas en la germinación. De igual manera, cuanto más tiempo permanezcan los granos en el campo, mayores serán los riesgos de pérdidas por caída espontánea de los granos, o por ataques de aves, roedores y otros animales dañinos (Assennato y de Lucía, 1993)

1.2.3 DAÑOS MECÁNICOS

Un grano puede sufrir daño mecánico en las siguientes operaciones (Arias, 1993)

Cosecha.- Ocurre en el momento de la separación del grano de la espiga (trilla), en especial cuando la cosecha del arroz es manual y para liberar el grano de la planta se golpea la misma contra el suelo o un tronco, todo sobre una superficie lisa (sacos, trozos de tela etc.) para su recolección.

Limpieza.- Cuando es manipulado por los agricultores o trabajadores, por el uso de maquinas de limpieza en mal estado de calibración.

Almacenamiento.- Deterioro de los granos que están debajo de una pila de sacos o de una cantidad considerable al granel, por efecto del peso que están soportando.

Transporte.- Por el tiempo que permanece el grano en el medio de transporte, las distancias hacia los centros de secado y comercialización, por la forma como son llevados al granel o sacos y por la mala manipulación por parte de personal o trabajadores al momento de la descarga.

1.2.4 CONTENIDO DE IMPUREZAS

Las impurezas son vectores de hongos y microorganismos que aceleran el deterioro de los granos, dificultan el almacenamiento debido a que aumentan la temperatura y humedad del grano y dificultan el secado obstruyendo la circulación del aire a través de los espacios entre granos durante el secado. Los granos que contienen impurezas y materias extrañas son considerados de baja calidad, sufriendo una reducción en su precio al momento de su comercialización [Arias, 1993; Assennato y de Lucía, 1993]

Las impurezas, bajo condiciones de humedad relativa y temperatura del aire iguales que el grano, presentan contenidos de humedad más altos que el producto [Arias, 1993; Assennato y de Lucía, 1993]

1.2.5 HUMEDAD

La conservación de los granos se ve influenciada por la humedad con la que se encuentran, debido a que es más fácil almacenar un grano seco por mucho más tiempo sin correr riesgo de su deterioro. La humedad puede acelerar o retrasar los procesos bioquímicos que propician la descomposición de los granos. Se considera un grano seco el que se encuentre con una humedad de 15%; sin embargo esta puede variar dependiendo de la zona en la que se este trabajando. Para zonas cálidas y tropicales el rango de humedad se encuentra entre 12 a 13% [Arias, 1993; Assennato y de Lucía, 1993]

1.2.6 TEMPERATURA

Es conocido que las altas temperaturas ayudan a la descomposición de los alimentos debido a que sirven de catalizadores para acelerar las reacciones químicas de los mismos como lo es la tasa de respiración. Mientras mayor sea la temperatura a la que se encuentra el grano, menor debe ser el contenido de humedad del mismo [Arias, 1993; Assennato y de Lucía, 1993]

En la tabla 5 se muestra los días de almacenamiento para granos en función a la temperatura y la humedad en la que se encuentren.

Tabla 5. Tiempo de almacenamiento en días para el arroz en función a la temperatura y humedad a la que se encuentre el grano en el ambiente

DURACION DE ALMACENAMIENTO EN DÍAS						
	TEMPERATURA					
HUMEDAD	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
13%				180	115	90
14%			160	100	50	30
15%			100	50	30	15
16%		130	50	30	20	8
17%		65	35	22	12	5
18%	130	40	25	17	8	2
19%	70	30	17	12	5	0
20%	45	22	15	8		
21%	30	17	11	7		
22%	23	13	8	6		
23%	17	10	7	5		
24%	13	8	4	4		
25%	10	3	6	3		

De Lucía y Assennato, 1993.

1.2.7 MICROORGANISMOS

Los microorganismos constituyen una de las principales causas de deterioro durante el almacenamiento de granos; tanto en finca como en los centros de servicio de secado si la humedad del grano no es la adecuada, puede deteriorarse. Los hongos se propagan por medio de esporas, diseminándose y alojándose en cualquier parte de la planta de arroz como también en los lugares en donde se lo almacena. Las condiciones idóneas para el desarrollo de hongos son: humedad relativa superior al 90% y temperatura entre los 20 y 40°C. (Arias, 1993)

El desarrollo de hongos y bacterias consume granos de arroz produciendo sabores y olores desagradables debido a su actividad metabólica, además de sustancias

tóxicas llamadas micotoxinas, siendo las más conocidas y peligrosas las aflotoxinas B1, B2, G1 y G2. [Arias, 1993; Franquet y Borrás, 2004]

1.2.8 CALIDAD DE ARROZ

Cuando el grano de arroz es cosechado con una adecuada madurez fisiológica, es necesario conservar la calidad con la que viene del campo. Para ello se debe eliminar todo material extraño que acompañe al grano desde la cosecha y proporcionar un control periódico durante todo el proceso de secado de grano, para mantener la calidad hasta que es almacenado y durante el tiempo que esto dure. (Arias, 1993)

1.2.8.1 Muestreo

El muestreo es la toma de pequeñas cantidades representativas de grano que luego conforman una muestra que representativa de un lote de granos en su totalidad. La toma de muestra se realiza bajo reglas y procedimientos definidos, de esta manera en laboratorio se puede realizar un análisis confiable [Arias, 1993; Reglas internacionales para el análisis de semillas, 1964]

- **Muestro simple**

Empleado para la toma de muestras en productos envasados, este instrumento está compuesto por un extremo metálico con una abertura, para recibir una cantidad definida de grano [Arias, 1993; Assennato y de Lucía, 1993]

En la tabla 6 se presenta el número de sacos que deben ser muestreados para obtener una referencia certera de un lote.

Tabla 6. Número de sacos a muestrear por tamaño de lote

COMPOSICION DEL LOTE	SACOS DE LOS QUE SE TOMAN MUESTRAS
1 a 10 sacos	Todos
10 a 100 sacos	10 sacos escogidos al azar
Más de 100 sacos	Un número equivalente a la raíz cuadrada del número total de sacos

Arias, 1993.

- **Muestreo por sonda de alvéolos**

Este equipo está compuesto por una estructura metálica que posee compartimientos para la toma de muestras a diversas profundidades, de una masa de granos al granel, este instrumento facilita el muestreo en camionetas, camiones y silos [Arias, 1993; Assennato y de Lucía, 1993]

1.2.8.2 Humedad del grano

La humedad es la cantidad de agua que se encuentra formando parte del grano, la misma que es expresada en porcentaje. El agua se encuentra en los granos de dos maneras: agua libre localizada en la parte superficial y que es fácil de retirar por evaporación y el agua de constitución que se encuentra formando parte de la materia seca y que no se la puede eliminar sino solo por la calcinación [Arias, 1993; Assennato y de Lucía, 1993]

Como se dijo anteriormente, el contenido de humedad de los granos se expresa en porcentaje, haciendo referencia al peso del grano cosechado, definiéndose como porcentaje de humedad en base húmeda.

$$\% \textit{humedad} = \frac{Pa}{Pt} \times 100 \quad [1.1]$$

Donde:

Pa = peso de agua.

Pt = Peso total del grano (Peso de agua + peso materia seca de grano)

(Arias, 1993).

- **Humedad por método empírico**

Está dado por la experiencia de los agricultores en el campo, los mismos que utilizan los sentidos (tacto, olfato, vista) para determinar de forma subjetiva la humedad del grano, sin embargo esto no proporciona una medida confiable. Algunos campesinos optan por realizar la prueba del diente la cual consiste en masticar algunos granos para determinar su dureza y así estimar el contenido de humedad (Assennato y de Lucía, 1993)

- **Humedad por método directo**

Determina la humedad de los granos mediante el secado de una muestra representativa; para lo cual dicha muestra es pesada previamente, secada en una estufa durante un tiempo establecido y nuevamente pesada como último paso, determinándose al final el contenido de humedad por medio de la diferencia entre los pesos obtenidos al inicio y al final, aplicándose la siguiente fórmula [Arias, 1993; Assennato y de Lucía, 1993]

$$\textit{Humedad}(\%) = \frac{Pi - Pf}{Pi} \times 100 \quad [1.2]$$

Donde:

Pi = Peso de la muestra antes del secado (grano húmedo).

Pf = Peso de la muestra después del secado (grano seco).

Para encontrar el contenido de humedad por método directo se utilizan estufas o de lámparas infrarrojas. (Arias, 1993).

- **Humedad por método indirecto**

Permiten determinar la humedad de una muestra de granos basándose en la capacidad eléctrica de los mismos. Estos son equipos portátiles prácticos y muy difundidos en los centros de servicio de secado, por su rápida respuesta y fácil uso; sin embargo deben ser manejados por personal capacitado [Arias, 1993; Assennato y de Lucía, 1993]

1.2.8.3 Impurezas

Se considera como impurezas todo grano roto, granos de otras especies, partes de plantas (flores, hojas, cortezas etc.) y materias extrañas (tierra, arena, piedras, objetos metálicos, etc.). Las impurezas influyen en la calidad de un lote de granos debido a que crean focos de infección que ayudan a la proliferación de hongos y por otra parte entorpecen los procesos poscosecha como en el secado [Assennato y de Lucía, 1993; Reglas internacionales para el análisis de semillas, 1964]

Para la determinación del contenido de impurezas se procede a tomar una muestra representativa de granos con un peso definido, se separa las impurezas por medio de inspección visual o uso de cribas y se pesa las impurezas obtenidas de la muestra de granos; para concluir se establece el porcentaje de impurezas por medio de la siguiente fórmula.

$$\text{Im purezas}(\%) = \frac{I}{Ma} \times 100 \quad [1.3]$$

Donde:

I = Peso de impurezas

Ma = Masa de muestra de análisis

(Arias.1993)

1.3 SECADO DE CEREALES

El secado de granos se lo realiza para disminuir la humedad hasta un nivel que no permita el desarrollo de hongos, prevenir las reacciones de descomposición expresada en la respiración de los granos y de esta manera garantizar la inocuidad y valor nutritivo de los mismos [Arias, 1993; Pozzolo y Ferrari, 2007]

1.3.1 CUANDO SECAR

Se realiza la cosecha una vez que los granos han alcanzado la madurez fisiológica, cuando se ha acumulado la máxima cantidad de materia seca; sin embargo este no es el único factor que influye en la decisión de cosecha por que también lo es el clima el cual dependiendo de cómo se encuentre, puede acelerar o retrasar la recolección del grano del campo. Se recomienda secar los granos inmediatamente después de haberse realizado la cosecha, con el objetivo de mantener la mayor cantidad de materia seca, reducir la humedad de los granos y evitar el ataque de microorganismos (Arias, 1993)

1.3.2 MÉTODOS DE SECADO

El secado de granos es el eje primordial dentro del sistema cosecha-secado-almacenamiento. En los países en vías de desarrollo las tecnologías para el secado son limitadas, por lo que en la mayoría de las ocasiones el agricultor opta por el secado natural que resulta de la combinación de radiación solar y movimiento natural del aire. Por otra parte el secado artificial se resume en dos maneras: los que trabajan por lotes de granos y en los que el grano es secado por medio de un flujo continuo del mismo. Los métodos de secado deben ser elegidos en función del clima, capacidad económica y las circunstancias locales sociales bajo las cuales serán utilizados los secadores (Arias, 1993)

1.3.2.1 Secado natural

El secado natural es aquel que se realiza en campo usando aire suministrado por medio del viento y la energía (calor) proporcionada por la radiación solar. El secado natural se realiza con el fin de acondicionar al grano (reducir su humedad) para obtener un mejor precio al momento de la comercialización a los centros de servicio de secado (Carvalho, 1994)

Es de uso generalizado en países en vías de desarrollo por su bajo costo y fácil implementación; sin embargo tiene como desventajas la dependencia de las condiciones climáticas, mano de obra y grandes superficies de secado por lo que se utiliza para volúmenes pequeños de grano. Hace uso de patios o tendales en los que se esparce el grano formando capas de más o menos 10 centímetros de espesor [Arias, 1993; Pozzolo y Ferrari, 2007]

1.3.2.2 Secado artificial

El secado artificial emplea altas temperaturas, alrededor de 45 a 120 grados centígrados. Este sistema de secado esta constituido por un ventilador que suministra aire, este fluye a través de una cámara (plenum) y posteriormente atraviesa una masa de granos; también emplea un quemador que proporciona la temperatura necesaria para el realizar el secado [Arias, 1993; Pozzolo y Ferrari, 2007]

- **Secador de lecho fijo**

Es un sistema de secado empleado a nivel rural para volúmenes de grano relativamente moderados, es de fácil implementación y manejo, estando constituido por las siguientes partes: cámara de secado, que es en donde se coloca el grano, piso falso conformado por una lamina de chapa metálica perforada, de un grosor de 1.5 mm o más, cámara de aire, también conocida

como plenum, ducto de transición que comunica al ventilador con la cámara de aire o plenum y se encarga de reducir la velocidad y direccionar al aire [Arias, 1993; Pozzolo y Ferrari, 2007]

En la siguiente figura se observa las partes más importantes del secador de lecho fijo.

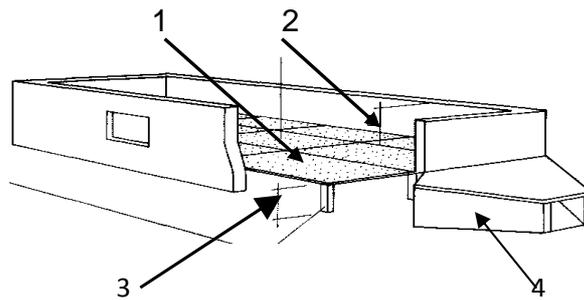


Figura 2. Partes constitutivas de un secador de lecho fijo.

Ilustración Ciro Arias, 1993.

1. Piso falso (chapa metálica perforada).
2. Cámara de secado.
3. Cámara de aire o plenum
4. Ducto de transición de aire de secado.

2 METODOLOGÍA

2.1 INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE ARROZ Y SU DESTINO

Se levantó información de estudios realizados en el cantón Ventanas, que ayudaron a determinar la población que se encuentra en el área rural, que en su mayoría se dedica a la producción agropecuaria. Posteriormente se realizó un viaje a la provincia de Los Ríos al cantón Ventanas y en reunión con los representantes de la Federación Provincial de Organizaciones Comunitarias “Tierra Fértil”, se determinó la estructura organizacional y número de socios dedicados al cultivo de productos agrícolas de ciclo corto; de esta forma se estableció la situación de la producción agrícola de arroz en la zona, empleando la información obtenida con anterioridad y la proporcionada por dicha organización.

Se obtuvo información del INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) para establecer la climatología de la zona.

2.2 REVISIÓN, EVALUACIÓN DEL MANEJO POSCOSECHA DE ARROZ A NIVEL DE FINCA

2.2.1 TAMAÑO DE MUESTRA

Se determinó una muestra estadística en base al número de socios arroceros de la federación “Tierra Fértil”; empleando la siguiente ecuación que permitió calcular el número de agricultores a ser encuestados:

$$n = \frac{K \cdot P \cdot Q \cdot N}{K^2 PQ + Ne^2} \quad [2.1]$$

Donde:

n = Tamaño de muestra.

N = Universo, totalidad de casos a muestrear.

K = Rango de confianza (90% - 95%).

P = Rango de aceptación (50%).

Q = Rango de negación (50%).

e = Error (0.05, 0.06, 0.07).

Determinado el tamaño de la muestra se utilizó el método estadístico de "Muestreo aleatorio simple" que permite *"a cada muestra posible tener igual probabilidad de ser seleccionada y a cada elemento de la población entera tener igual probabilidad de quedar incluido en la muestra"*, para esto se asignó un número a cada miembro de la federación "Tierra Fértil" ha ser encuestado, luego se empleó, la tabla de dígitos aleatorios y se seleccionó los agricultores a encuestar (Levin y Rubin 1996).

2.2.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN AGRÍCOLA

Se evaluó la producción agrícola por medio de encuestas (anexos VI) elaboradas con el fin de obtener información directa acerca de:

- **Tamaño de explotación del cultivo de arroz.-** Se determinó el tamaño de cultivo de arroz en hectáreas, por medio de encuestas realizadas a los miembros de la federación de productores agrícolas "Tierra Fértil".
- **Sistema de cultivo practicado.-** El sistema de cultivo practicado, se refiere a las siguientes condiciones: sistema tecnificado, si se emplea maquinaria agrícola para labores de preparación de suelo, siembra y cosecha; semi-tecnificado, si se usa maquinaria para preparación del suelo y cosecha, empleando mano de obra

para el resto de actividades; y tradicional si utiliza maquinaria solo para la preparación del suelo, y mano de obra para las restantes labores agrícolas (siembra, fertilización, control de plagas y enfermedades, cosecha, etc.)

- **Número de jornales por ciclo de producción.-** El número de jornales contratados por ciclo de producción de arroz, en los sistemas de cultivo tecnificado, semi-tecnificado y tradicional.

- **Clase de semilla utilizada.-** La clase de semilla que utiliza el agricultor para la producción, tomando en cuenta la siguiente clasificación:
 - **Semilla certificada:** Aquella semilla que proviene de centros de investigación autorizados como el INIAP y que es comercializada por casas comerciales agrícolas autorizadas.

 - **Semilla seleccionada o fiscalizada:** Semilla que se genera a partir de la certificada, adquirida en casas comerciales agrícolas.

 - **Semilla reciclada:** Semilla que proviene de la seleccionada o fiscalizada.

- **Uso y tipo de agroquímicos.-** El tipo de agroquímico usado para la producción, como fertilizantes, plaguicidas, herbicidas e insecticidas, considerando también los productos de origen orgánico.

2.2.3 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL MANEJO POSCOSECHA

Con la ayuda de encuestas (anexo VII), se levantó información referente al manejo del grano una vez cosechado y en donde se determinó lo siguiente:

- **Características morfológicas de determinan la cosecha.-** Se estableció las características morfológicas que influyen en la decisión de cosecha:
 - **Ciclo vegetativo:** Tiempo desde la siembra, en días, que debe cumplir el arroz para llegar a la madurez fisiológica.
 - **Coloración del cultivo:** Color que adquiere la planta de arroz cuando llega a la madurez fisiológica, donde se muestra con panículas curvadas y cáscaras amarillentas.
 - **Humedad del grano:** Dado por la textura quebradiza del grano, indicativo de que se encuentra en la madurez de cosecha.
 - **Clima:** Factor externo que influye en la decisión de cosecha. Se consultó si los agricultores toman en cuenta este factor, tanto para realizar la siembra y cómo esto afecta a la cosecha.
- **Método de cosecha empleado.-** El sistema de cosecha empleado para la recolección del grano del campo, (cosecha manual y mecánica).
- **Secado de grano de arroz en finca.-** Se determinó el secado en finca que se le da al grano de arroz, considerando:
 - **Secado en espiga:** Eliminación de humedad del grano en espiga, en la planta.
 - **Secado natural:** Realizado una vez recolectado el grano de la espiga, utilizando patios o tendales, con la ayuda de la radiación solar y el viento.
 - **Transporte.-** Se determinó si la cosecha es transportada a los centros de secado de manera directa por parte de los agricultores, o con la contratación de

intermediarios. Por otra parte se estableció si el grano es transportado al granel o en sacos.

Con la información obtenida se evaluó la situación de la producción de arroz empleando el manual de buenas prácticas agrícolas desarrollado por la FAO, IICA, SESA, MAGAP y Proyecto Salto, para establecer el nivel de poscosecha ejercido por los agricultores y de esta manera determinar las falencias existentes en el área de estudio.

2.2.4 BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

Durante el levantamiento de información agrícola y poscosecha, se evaluó la situación de producción de arroz realizada por los encuestados. Para ello se empleó el manual de Buenas Practicas Agrícolas desarrollado por la FAO, IICA, SESA, MAGAP y Proyecto Salto, que hace referencia a los parámetros de producción agrícola y poscosecha, y con los cuales se determinó los puntos más críticos existentes.

2.3 EVALUACIÓN DE LAS OPERACIONES DE SECADO Y LIMPIEZA DE ARROZ

Luego de visitar varios centros de servicio de secado, se determinó que en su totalidad, empleaban secadores de lecho fijo tipo rectangulares, por lo que se escogió en centro de servicio de secado de arroz “Comercial Hidrovo”, lugar donde se realizó la evaluación de las operaciones de secado y limpieza de arroz.

Se eligió este centro de servicio de secado por ser uno de los más conocidos en la zona y por el volumen de grano que ingresa a sus instalaciones durante las temporadas de cosecha.

2.3.1 RECEPCIÓN DE GRANO

Determina la forma en la que el grano llega a los centros de servicio de secado y la manipulación que se le da durante el desembarque.

2.3.1.1 Humedad e impurezas

Para la determinación del contenido de impurezas se realizó un análisis de pureza en base al procedimiento descrito en el manual “Reglas Internacionales para el Análisis de Semillas”, para esto se tomó 5 muestras de 100 g. cada una y se procedió en el laboratorio a una clasificación manual determinándose:

Peso de grano puro: Grano de arroz variedad INIAP 14, en cáscara y entero.

Peso de grano roto: Grano de arroz variedad INIAP 14, fisurado o partido.

Peso de materia inerte y extraña: Piedras, trozos de tallos, hojas, tierra, etc.

Posteriormente los pesos promedio obtenidos fueron expresados en porcentajes.

Para determinar el contenido de humedad se tomó 8 muestras al azar en distintos puntos en los vehículos al momento de la recepción empleando un medidor de humedad MT- 16 Grain, obteniendo el contenido de humedad promedio del grano de arroz.

2.3.1.2 Manipulación del grano presecado

Se determinó la manipulación que se da al grano de arroz durante la descarga a los patios o tendales para que se realice un secado natural antes de efectuarse el artificial. También se estableció algunos factores de contaminación durante dicho proceso.

2.3.1.3 Bodega de almacenamiento de grano

Se determinó las condiciones y el manejo de bodegas de almacenamiento de grano en cáscara.

2.3.2 SECADO ARTIFICIAL

Se tuvo acceso al secador de lecho fijo del centro de servicio de secado “Comercial Hidrovo” y se determinó lo siguiente:

2.3.2.1 Capacidad horaria

Se determinó las dimensiones del secador de lecho fijo, tomando en cuenta:

- Dimensiones de la cámara de flujo de aire o plenum.
- Dimensiones de la cámara de secado de grano.
- Dimensiones de ducto de transición de aire.

Con esta información se estableció el volumen de grano que es cargado a la cámara de secado, dato que permitió establecer la capacidad horaria, empleando el procedimiento de cálculo del capítulo IV “*Capacidad de secado y enfriamiento*” (de Dios, 1996)

Para determinar la capacidad horaria de secado, se tomó como referencia que el grano de arroz debe llegar al secado artificial con un contenido de humedad no mayor al 22% (Pozzolo y Ferrari, 2007)

2.3.2.2 Estructura de piso falso o superficie de lecho de secado

Se observó las condiciones y estructura del piso falso de secado y cómo este influye en el proceso.

2.3.3 PROCESO DE SECADO

2.3.3.1 Temperatura de secado.

Se determinó la temperatura de secado en base a 13 registros de temperatura y humedad, que corresponden a los 13 puntos de control que se distribuyeron geoméricamente sobre la superficie de la capa de granos ubicados en la cámara de secado de grano.

2.3.3.2 Tiempo de secado

Se tomó en cuenta el tiempo de secado siguiendo el procedimiento de cálculo mostrado en el capítulo IV “*Capacidad de secado y enfriamiento*” (de Dios, 1996).

2.3.3.3 Pérdida de humedad del grano con respecto al tiempo de secado

Durante la determinación de temperatura de secado, se midió la humedad de grano, y cómo esta se reduce conforme pasa el tiempo; con esta información se elaboró la curva de secado de arroz, y posteriormente el porcentaje de merma, que es el contenido real de humedad eliminado, que fue calculado empleando la siguiente fórmula:

$$Merma = \frac{Hi - Hf}{100 - Hf} \times 100 \quad [2.2]$$

Donde:

Hi = Humedad inicial.

Hf = Humedad Final

(De Dios, 1996)

2.3.3.4 Flujo de aire

Se registró el flujo de aire, a la entrada del ventilador y a la entrada de la cámara de aire o plenum, en la sección donde se une esta con el ducto de transición de aire. Para esto se utilizó un anemómetro, que registró el flujo lineal de aire en pies/minuto. Posteriormente se estableció el área de la entrada del ventilador y de la sección que une al ducto de transición y la cámara de aire o plenum; estas áreas se multiplicaron por los flujos lineales que les corresponde, para establecer el flujo de aire de secado, en m³/minuto.

2.3.3.5 Presión estática

Para el cálculo de presión estática, una vez obtenido el flujo de aire, se empleó el procedimiento de cálculo que se muestra en el texto "*Secado de Semillas*" (Carvalho, 1994)

2.3.3.6 Consumo de combustible

Se determinó el consumo promedio de gas licuado de petróleo por hora, por tanda de secado.

2.3.4 PROCESO DE PILADO

Se determinó el sistema de pilado de arroz empleado, estableciéndose rendimientos y productos obtenidos como, porcentaje de arroz entero, cascarilla, arrocillo (arroz partido), harina de pulimiento y basura (tallos, hojas, piedras, etc.) y el tiempo que este proceso demora.

2.4 FORMULACIÓN DE PLANES DE MEJORAMIENTO DEL MANEJO POSCOSECHA Y SECADO DE ARROZ.

2.4.1 Plan de mejoramiento agrícola para la producción de arroz

Con la información obtenida durante las vistas a las fincas productoras de arroz y en base a las condiciones existentes en la zona de investigación se elaboró un plan de mejoramiento agrícola a nivel de finca, acorde a la producción arrocería del cantón Ventanas de la provincia de Los Ríos.

2.4.2 Plan de mejoramiento para sistema de secado de lecho fijo tipo rectangular para arroz

Con la información recabada en los centros de servicio de secado y en base a la evaluación realizada a “Comercial Hidrovo” se elaboró el plan de mejoramiento de sistema de secado de lecho fijo tipo rectangular para arroz.

2.5 FACTORES DE COSTO DE LIMPIEZA Y SECADO DE ARROZ

Se realizó un estudio de costos del servicio de secado, tomando en cuenta los rubros que se encuentran involucrados para establecer la utilidad neta y relación beneficio costo.

El análisis de costo contempló producción de arroz bajo el sistema tradicional y semitecnificado, y el análisis de costos para el sistema de secado artificial de arroz tal como viene operando.

2.6 ANÁLISIS DE FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL

A fin de realizar un diagnóstico ambiental en la zona de estudio, se estableció las interacciones entre el medio ambiente y el hombre, haciendo uso de el método desarrollado por Adkins y Burke (Canter,1998), que permitió calificar el área de estudio en función a los factores ambientales presentes; tanto en el campo como en el sistema de secado; tomando como base de estudio las normas presentadas en el manual de Buenas Prácticas Agrícolas del IICA, MAGAP, SESA Ecuador, Proyecto Salto y FAO; y Manejo Integrado de Plagas para el arroz de la Organización Panamericana de la Salud.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE ARROZ Y SU DESTINO

El cantón Ventanas de la provincia de los Ríos presenta la siguiente ubicación geográfica:

Norte:	cantón Quevedo.
Sur:	cantón Urdaneta.
Este:	provincia de Cotopaxi y Bolívar.
Oeste:	Pueblo viejo y cantón Quevedo.
Latitud :	1°, 26', 39"
Longitud:	79°, 27', 56"
Altitud:	20 m.s.n.m.

Posee una superficie de 805,6 Km², con una población de 69.732 habitantes, de los cuales 37.699 se encuentran en el área rural. (Onofre y Díaz, 2004)

En el anexo VIII se muestra el mapa de distribución anual de precipitación, donde se puede ubicar al cantón Ventanas con el código M 465. (INAMHI, 2006)

La Federación Provincial de Organizaciones Comunitarias "Tierra Fértil" está conformada por 336 miembros productores arroceros y maiceros bajo la estructura de agrupación gremial, donde se encuentran varias organizaciones comunitarias, cuya actividad económica es la generación de productos agrícolas de ciclo corto.

Como se hizo referencia, en la revisión bibliográfica, la provincia de Los Ríos posee una producción considerable, sin embargo el cantón Ventanas que pertenece a esta

provincia, posee una participación del 1.19%, como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 7. Superficie sembrada de arroz por cantones en la provincia de Los Ríos

Superficie sembrada de arroz por cantones, en la provincia de Los Ríos		
Cantones	Hectáreas Ha	Participación
Baba	9 320	24.70%
Cedegé	7 500	19.88%
Pimocha	6 500	17.23%
Caracol	2 800	7.42%
Urdaneta	2 360	6.25%
Vinces-Sur	2 102	5.57%
Vinces-Norte	2 065	5.47%
Montalvo	2 000	5.30%
Pueblo Viejo	1 100	2.92%
Febres Cordero	869	2.30%
Palenque	669	1.77%
Ventanas	450	1.19%
TOTAL	37 735	100%

Diario Hoy,2008

Por otra parte casi la totalidad de la producción de arroz es cultivada por pequeños productores y se destina para consumo nacional; sin embargo se espera que parte sea exportado, en especial hacia Colombia. Por otra parte la superficie sembrada de arroz a nivel nacional se ha incrementado, en un 8% a partir del 2007, lo que equivale a 38 mil quintales de arroz adicionales (Diario Hoy, 2008).

Anualmente las cosechas de invierno representan el 75% de la producción nacional, siendo los meses de abril y mayo los de mayor actividad; el 25% restante corresponden a las cosechas de verano, presentándose actividad en los meses de octubre-noviembre, enero-marzo y de junio a septiembre; por otra parte se estima

que el consumo per cápita de arroz, es de 48,5 kg por habitante Diario hoy, 2008; Viteri, 2007]

3.2 REVISIÓN Y EVALUACIÓN DEL MANEJO POSCOSECHA DE ARROZ A NIVEL DE FINCA

3.2.1 TAMAÑO DE MUESTRA

Con el uso de los registros de socios de la federación “Tierra Fértil” se determinó que de 366 miembros, 111 agricultores se dedican a la producción de arroz, calculándose el tamaño de muestra estadística aplicando la fórmula [3.1]

$$n = \frac{K \cdot P \cdot Q \cdot N}{K^2 P Q + N e^2} \quad [3.1]$$

Donde:

$$K = (1 + 0.96)$$
$$P = 0.5$$
$$Q = 0.5$$
$$e = 0.05$$
$$N = 111$$
$$n = \frac{(1.96) \cdot (0.5) \cdot (0.5) \cdot (111)}{[(1.96)^2 \cdot (0.5) \cdot (0.5) + (111) \cdot (0.05)^2]}$$
$$n = 43.93$$

El tamaño de muestra fue de 44 agricultores arroceros, y con la ayuda de la tabla de dígitos aleatorios (anexo IX), se seleccionó del registro de socios de la federación “Tierra Fértil”, (anexo X), los nombres de los productores arroceros a ser encuestados.

3.2.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN AGRÍCOLA

El levantamiento de información agrícola se realizó, con base a la encuesta que se presenta en el anexo VI (Ficha de levantamiento de información agrícola) y de la cual

en el anexo XI (resultados de levantamiento de información agrícola), se presenta a continuación los resultados obtenidos.

- **Tamaño de explotación del cultivo de arroz**

La figura 3 presenta el tamaño de la explotación de arroz por parte de los agricultores socios de la federación “Tierra Fértil”, que fueron encuestados.

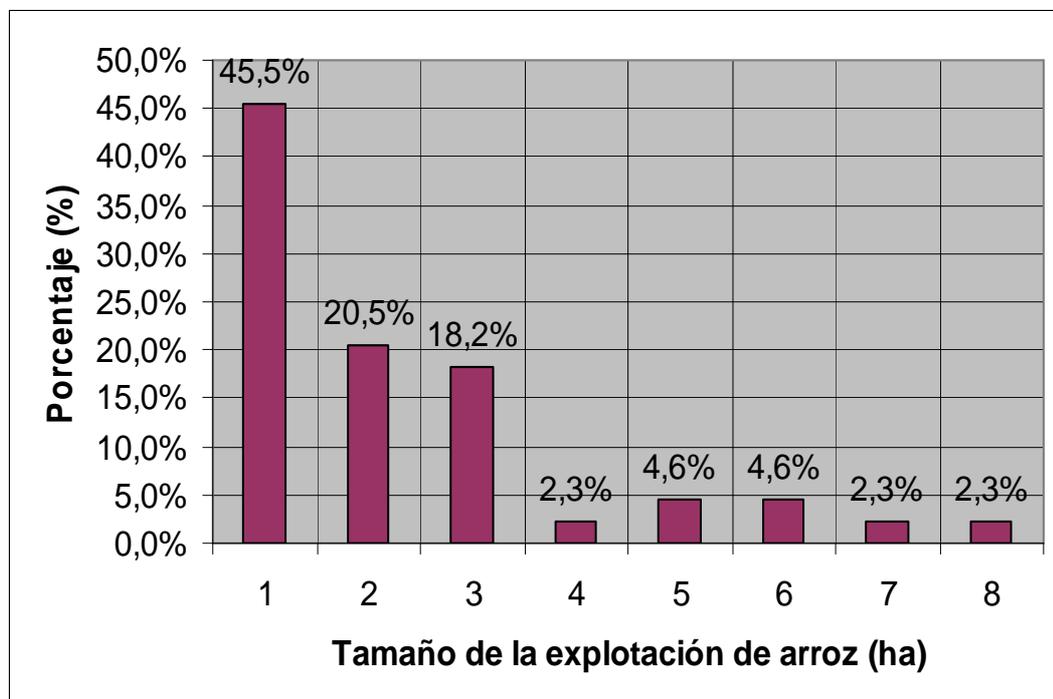


Figura 3. Tamaño de explotación del cultivo de arroz en hectáreas y el porcentaje que representan.

La totalidad de encuestados son pequeños agricultores, en donde el 45.5 % posee 1 hectárea de arroz. Se considera como pequeño productor arrocerero aquel que posea menos de 50 hectáreas, los mismos que a nivel nacional representan el 68% de la producción (Viteri, 2007)

- **Sistema de cultivo practicado**

El sistema de cultivo practicado por los agricultores, se presenta en la figura 4.

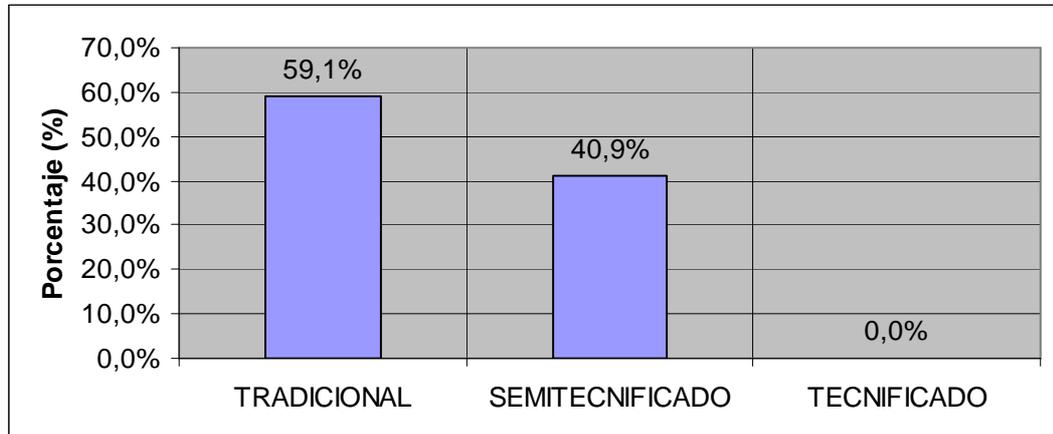


Figura 4. Porcentaje de sistema de cultivo practicado.

El 59.1% de los encuestados mantienen técnicas de cultivo tradicionales, en tanto que el 40.9% realiza un sistema de cultivo semi-tecnificado, empleando maquinaria agrícola para preparación de suelo y cosecha.

El rendimiento depende del sistema de cultivo practicado y de la superficie que se este utilizando; a nivel nacional el rendimiento para sistemas de cultivo tecnificado y semitecnificado se encuentra entre 3.7 a 6 toneladas por hectárea, mientras que para sistemas tradicionales el rendimiento por hectárea es de 3 toneladas o menos (Viteri, 2007)

- **Número de jornales por ciclo de producción**

Se determinó el número de jornales, que se contrata por ciclo de producción de arroz, en función a los sistemas de cultivo practicado, obteniéndose los siguientes resultados, mostrados en la tabla 8.

Tabla 8. Número de jornales contratados por ciclo de producción de arroz en función al sistema de cultivo practicado

SISTEMA DE CULTIVO TRADICIONAL	
ACTIVIDAD	# DE JORNALES CONTRATADOS
Siembra	9
Cosecha	20
Transporte (carga y descarga)	2
Total jornales contratados	31
SISTEMA DE CULTIVO SEMITECNIFICADO	
ACTIVIDAD	# DE JORNALES CONTRATADOS
Siembra	4
Fertilización	3
Control fitosanitario y plagas	4
Total jornales contratados	11

En el sistema tradicional las actividades de fertilización, control de malezas y fitosanitarios, se emplearían 2 jornales, actividades que son realizadas por los propietarios de los cultivos.

Para el sistema de cultivo tradicional, se utiliza maquinaria en la preparación del suelo, debido a lo arduo de la tarea, en especial, si el cultivo de arroz se lo realiza por inundación, en donde se usa tractores para la actividad llamada fanguero.

En el sistema de cultivo semitecnificado, las actividades de preparación del suelo, siembra y cosecha; son realizadas con maquinaria agrícola.

- **Clase de semilla utilizada**

Los resultados obtenidos, por medio de encuestas, determinan la clase de semilla que utiliza el agricultor para la producción de arroz, los mismos que se muestran en la figura 5.

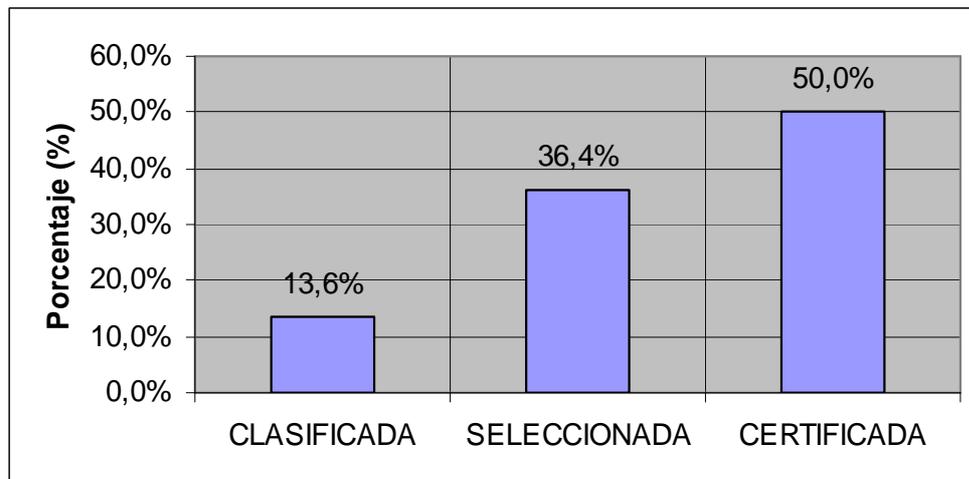


Figura 5. Porcentaje de clase de semilla utilizada.

El 50% de los encuestados utilizan semilla certificada, la que se adquiere en casas comerciales agrícolas como AGRIPAC y Fertiza, principales entes comerciales. Esta semilla goza de mayor uso debido al poder de germinación que posee y por garantizar un menor ataque de plagas, además de proporcionar buenos rendimientos.

La semilla seleccionada o fiscalizada, representa el 36.4% de uso por el agricultor; es de buena calidad, con un poder de germinación menor a la semilla de que proviene, que en este caso es la certificada.

La semilla clasificada o reciclada es utilizada en un 14%, se la obtiene de semilla fiscalizada la cual por el número de ciclos, es de baja calidad y poder germinativo.

La variedad de uso generalizado, por los agricultores encuestados es la INIAP 14, cuyas características se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Características de la semilla de arroz variedad, INIAP 14.

Rendimiento	64 a 100 sacos de 200 libras
Ciclo vegetativo	110 – 117 días
Altura de planta	81 – 100 cm
Longitud de grano	7,1 mm (pilado – sin cáscara)
Grano entero al pilar	68%

Vademécum agrícola del Ecuador, 2008.

- **Tipo de agroquímicos utilizados**

Los agroquímicos empleados durante el ciclo de producción se detallan en la figura 6.

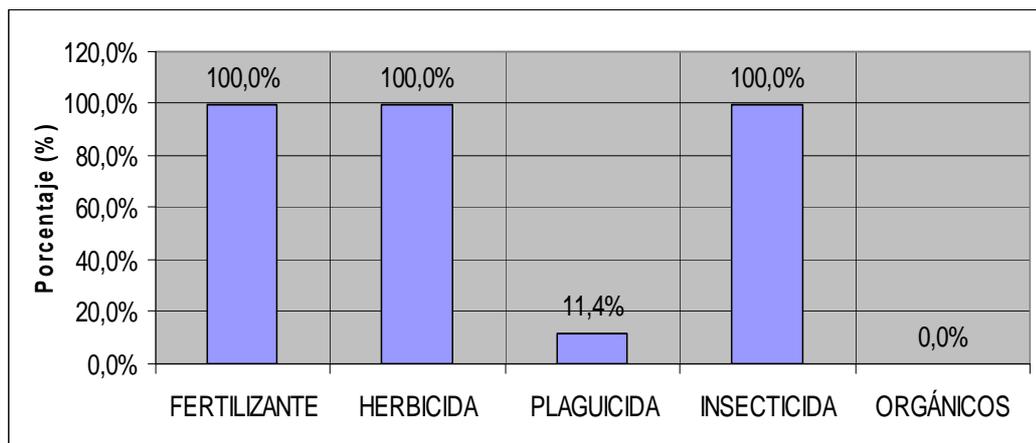


Figura 6. Porcentaje de tipo de agroquímico utilizado.

Se observa que el uso de productos agrícolas de origen químico como fertilizantes, herbicidas e insecticidas es generalizado, destacándose que el uso de plaguicidas varía especialmente en la época de cultivo de verano (11,4%) y este se incrementa en invierno.

No se evidenció el uso de productos de origen orgánico, debido a que el agricultor prefiere los de origen químico por su acción específica y rapidez de respuesta.

3.2.3 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL MANEJO POSCOSECHA

El levantamiento de información del manejo poscosecha se realizó, con base a las encuestas realizadas, cuyo cuestionario se presenta en el anexo VII (Ficha de levantamiento de información poscosecha) y en el anexo XII (Resultados levantamiento de información poscosecha).

- **Características morfológicas que determinan la cosecha.**

Se analizaron las características morfológicas que el agricultor toma en cuenta para decidir la cosecha del arroz, y se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Ciclo vegetativo**

En lo concerniente al ciclo vegetativo que es el tiempo calendario en días que debe cumplir el cultivo después de la siembra, el 65.9% de los encuestados basan su cosecha por el tiempo transcurrido.

- **Coloración del cultivo**

La totalidad de los encuestados consideran la coloración del cultivo, esto se debe a que es una característica de fácil apreciación; indicativo de que el grano ha llegado a la madurez fisiológica, en esta etapa la planta muestra un color amarillento, donde el 90% de los granos han madurado y se observa como las panículas que se curvan por el peso de los mismos (Andrade, 2007)

- **Humedad de grano**

El 61,4% de los encuestados consideran el contenido de humedad del grano como indicativo de cosecha, pero de manera empírica, basándose en la experiencia adquirida durante años de trabajo en el campo.

El método empleado por el productor consiste en, morder los granos de arroz y si estos se muestran duros, o se parten, se concluye que están aptos para la cosecha, caso contrario no se realiza esta actividad.

- **Clima**

Un 68.2% toma como referencia este factor para realizar la siembra y obtener cosechas en épocas secas. El conocer las temporadas del año en el que el clima permite efectuar la siembra, garantiza que el cultivo no tenga inconvenientes a futuro relacionados con sequías, en especial en zonas, donde no se cuenta con regío.

• **Método de cosecha empleado**

En la figura 7, se puede observar que el 63.6% de los encuestados, realizan cosecha manual, mientras que el 22,7% lo efectúa de manera mecánica.

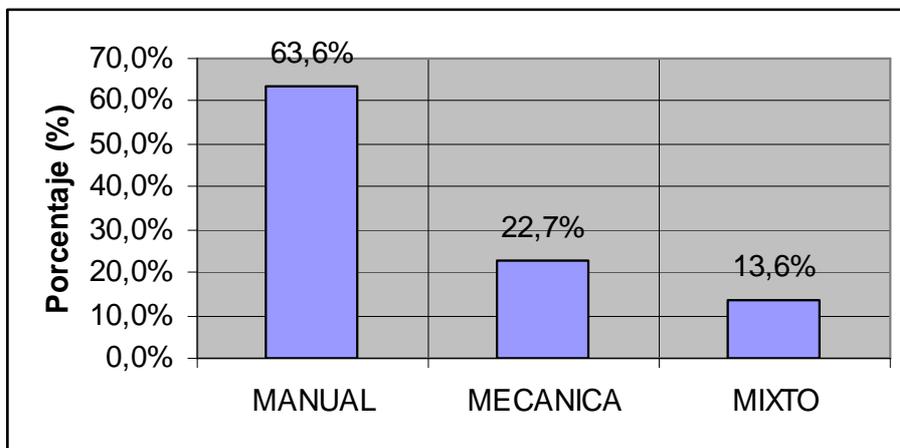


Figura 7. Porcentaje del sistema de cosecha empleado.

El 13,6% de los productores arroceros, sin embargo, realizan esta actividad de forma mixta, combinando la cosecha manual y mecánica, la razón que explica

esta decisión por parte del agricultor es la presencia de relieves, y pendientes en los terrenos, lo que dificulta el ingreso de maquinaria, para dicha labor.

Por otra parte, la cosecha mecánica se realiza con equipo que no se encuentra en las mejores condiciones, por la falta de un mantenimiento periódico provocando que el grano recolectado durante el proceso, se encuentre con impurezas de campo y presente daño mecánico.

- **Secado de grano de arroz en finca**

Se consideró el secado en espiga, es decir mientras el grano de arroz aun se encuentra en la planta, realizado para que el grano llegue a la humedad de cosecha y el secado natural en patio o tendal.

La totalidad de agricultores encuestados, realiza el secado en espiga, en donde la cosecha toma más tiempo, lo que a su vez permite a la plantación tomar una coloración amarillenta.

El grano alcanza una humedad de entre el 24 al 26% en promedio en espiga, el 81,8% de los agricultores someten al grano al secado natural en patio o tendal, y el 18,2% envían la cosecha directamente al servicio de secado.

El secado natural en patio o tendal, se encuentra influenciado por el clima, demorando de 2 a 3 días si existe sol y extendiéndose hasta 5 días si el clima se presenta nublado y poco soleado.

Por otra parte durante el secado natural no se realiza un control para prevenir el ataque de insectos, ni de animales como aves de corral.

- **Transporte**

El 22.7% de los agricultores se encargan de la venta directa de su cosecha a los centros de servicio de secado y pilado de arroz, ya que cuentan con medios de transporte propios, en tanto que el 77,3% lo realiza a través de la contratación de camionetas y camiones (intermediarios).

La mayoría de los vehículos empleados para esta actividad, no presentan las condiciones adecuadas para dicho fin, debido a que no cuentan con compartimientos de superficies lisas y con cubiertas que protejan al grano durante el trayecto a los centros de secado.

El arroz es transportado a los centros de servicio de secado bajo la modalidad al granel en un 25%, mientras que el 75% lo realiza en sacos de yute.

3.2.4 BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS.

Se evaluó la situación de la producción arrocería en la zona de estudio empleando el manual de Buenas Prácticas Agrícolas desarrollado por la FAO, IICA, SESA, MAGAP y Proyecto Salto, del que se tomó los parámetros que se aplican a la producción agrícola y poscosecha, y que se muestra en el Anexo XIII (Aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas). Los resultados obtenidos se resumen en la tabla 10:

Tabla 10. Resultados obtenidos en la aplicación del Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para los productores arroceros del cantón Ventanas.

SECCIÓN	% DE CUMPLIMIENTO		
	Cumple	No cumple	No se aplica
1. Material de propagación	50.0%	50.0%	0%
2. Gestión del suelo y los sustratos			
2.1. Lugar de producción	0%	100%	0%
2.2. Mantenimiento de equipo, herramientas y maquinaria	0%	0%	100%
2.3. Siembra y/o transporte	0%	40%	60%
2.4. Labores culturales	25%	0%	75%
3. Fertilización	25%	62.5%	12.5%
4. Uso y calidad del agua			
4.1. Agua para riego	0%	11,1%	88.9%
4.2. Agua para la cosecha y consumo humano	0%	0%	100%
5. Protección de cultivos			
5.1. Uso y manejo adecuado de plaguicidas	33.3%	50%	16.7%
5.2. Aplicación de productos químicos de uso agrícola	0%	0%	100%
5.3. Manejo integrado de plagas	0%	0%	100%
5.4. Maquinaria, equipos, e implementos de aplicación, calibración, limpieza y desinfección	20%	60%	20%
5.5. Manejo de residuos y agentes contaminantes	0%	0%	100%
6. Cosecha	33.3%	50%	16.7%

- **Material de propagación:** Hace referencia al material vegetal empleado para la producción de arroz, ya sea semillas o plántulas, en donde el 50% de los agricultores utilizan material vegetal certificado.
- **Gestión del suelo y uso de sustratos:** Con respecto al lugar de producción, no se realiza una caracterización de suelos destinados para uso agrícola. Se conoce sobre la importancia del mantenimiento de maquinaria y equipos y como esto disminuye los daños a la semilla durante la siembra, sin embargo esto no se aplica. Durante la siembra y/o trasplante el 40% de los agricultores entrevistados

incorpora materia orgánica directamente al suelo (restos de cosechas anteriores y desperdicios); por otra parte el material vegetal utilizado para la siembra esta en contacto con superficies sucias que lo contamina; no se lleva un registro de control. El 25% de productores emplea técnicas de labranza minima, sin embargo el 75% restante, no presenta evidencia visual de implementación de técnicas de conservación de suelos.

- **Fertilización:** De los productos químicos utilizados para la producción por parte de los agricultores, solo el 25% toma en cuenta las recomendaciones proporcionadas por los proveedores, el 62.5% utilizan productos químicos sin el asesoramiento de un ingeniero agrónomo, no realizan un control por medio de registros, no clasifican los productos sólidos de los líquidos dando un manejo inadecuado durante el almacenamiento de los mismos y el 12.5% no aplican o utilizan productos alternativos a los de origen químico como el compost.
- **Uso y calidad del agua:** La totalidad de agricultores encuestados no cuenta con un sistema de riego, de los cuales el 11.1% mantienen un sistema de cultivo por inundación, lo que esta sujeto al factor clima; por otra parte el 89.9% no aplica análisis de calidad de agua, no utilizan información proporcionada por el INAMHI con respecto a las precipitaciones en la zona, desconocen de la utilización de un registro de uso de agua; en lo referente al agua para el consumo humano la totalidad de productores ignoran si el agua utilizada para su consumo cumplen con las especificaciones microbiológicas, fisicoquímicas y organolépticas establecidas por el INEN.
- **Protección de cultivos:** Con respecto al uso y manejo adecuado de plaguicidas el 33.3% evita la resistencia de las plagas con la rotación de productos químicos y también se impide el contacto y manejo de los mismos por parte de mujeres embarazadas y adolescentes, el 50% no cuentan con los implementos para medir la cantidad de agroquímico a utilizar, no cuentan con asesoramiento técnico por

parte de ingenieros agrónomos, no utilizan implementos de protección personal para salvaguardar su salud y el 16.7% utilizan productos químicos de acción fuerte y agresiva como el caso del glifosato para el control de malezas. En lo referente a la aplicación de productos químicos de uso agrícola, la totalidad de productores encuestados, no realiza un control de aplicación de dichos productos por medio de registros. En el manejo integrado de plagas MIP, se desconoce las técnicas que se utilizan para dicho fin, de acuerdo al sistema de cultivo empleado, no se deja como ultima opción la utilización de productos de origen químico. Con respecto al manejo de residuos y agentes contaminantes, la totalidad de los encuestados no tienen un criterio de manejo de desechos lo que a su vez contribuye a la contaminación de los suelos, como se observa en la figura 8.



Figura 8. Manejo inadecuado de desechos de productos químicos de uso agrícola.

- **Cosecha:** El 33.3% de los agricultores evitan condiciones adversas de clima para realizar la cosecha y realizan la limpieza de los equipos que están en contacto con el grano; el 50% realiza una recolección de grano inadecuada por lo que existe una cantidad considerable de impurezas, no se realiza compostaje por lo que los desechos se acumulan para su descomposición en el campo o son quemados y el 16.7% no aplica un manejo adecuado durante le transporte de la cosecha para evitar perdidas por grano roto.

3.3 EVALUACIÓN DE LAS OPERACIONES DE SECADO Y LIMPIEZA DE ARROZ

La evaluación del sistema utilizado en el secado y pilado de grano se llevó a cabo en la piladora y comercializadora “Comercial Hidrovo”, lugar elegido por manejar volúmenes considerables de arroz en épocas de cosecha y por ser uno de los más conocidos en la zona. En este centro de servicio de beneficio del arroz se determinó lo siguiente:

3.3.1 RECEPCIÓN DE GRANO

El grano de arroz llega al centro de servicio de secado, en dos modalidades: al granel, es desembarcado con el uso de palas de madera a sacos, que luego son pesados en una báscula hasta que estos marquen 210 libras, por otra parte si el grano llega en sacos, estos son pesados, y luego son contabilizados como se muestra en la figura 9.



Figura 9. Recepción de arroz.

El manejo del grano en el desembarque se debe realizar evitando que el arroz se golpee al caer de ciertas alturas, de esta manera se evita que el grano presente daño mecánico, como hace referencia Arias, 1993.

3.3.1.1 Humedad e impurezas.

Se estableció que la mayoría de centros de servicio de secado de arroz, no cuentan con equipos portátiles de determinación de humedad de granos y tampoco realizan determinación de impurezas.

Se procedió a la toma de muestras para la determinación de contenido de impurezas en laboratorio, realizando un análisis de pureza de grano con base al procedimiento del manual "Reglas Internacionales para el Análisis de Semillas", 1964, el mismo que se muestra en el anexo XIV (Cálculo y resultados de análisis de pureza), de cuya aplicación se obtuvieron los siguientes resultados.

De las muestras analizadas en promedio el 89.9%, fue considerado grano puro, en cáscara y entero. El 8.4%, grano roto, fisurado o partido, y el 1.7% de materia inerte o extraña, encontrándose impurezas tales como tallos, trozos de hojas, piedras, tierra e insectos. Se consideró como impurezas, al grano roto y la materia extraña, por lo que, el porcentaje total de impurezas encontradas fue de 10.1%. [De Lucía y Assennato, 1993; Reglas internacionales para el análisis de semillas, 1964],

El contenido de impurezas (10.1%) determinado, se debe a una cosecha inadecuada, en el sistema de cultivo semitecnificado debido a la falta o mala calibración de las cosechadoras (grano partido); en tanto que en el sistema de cultivo tradicional, mientras se realiza la cosecha manual, se incorpora impurezas de campo durante la recolección de las espigas y en la trilla, donde estas son golpeadas contra superficies inadecuadas, para luego recoger el grano.

En lo referente a la humedad, esta fue tomada de varias muestras utilizando un determinador de humedad modelo MT-16 Grain, durante la recepción, en los vehículos que transportaban el grano; determinándose que el arroz en grano poseía un contenido promedio de humedad del 26%.

Del contenido de humedad del grano que ingresa al secado, la humedad final dependerá del tiempo de aplicación de aire caliente para reducir dicha humedad a valores entre 12 al 14%.

Los registros de los contenidos de humedad, como de impurezas es muy importante para la manipulación, almacenamiento y prevención ante el ataque de microorganismos, los que aceleran los procesos bioquímicos de descomposición.

3.3.1.2 Manipulación del grano presecado

El grano de arroz receptado es extendido en patios o tendales en capas de 3 a 4 cm de espesor, utilizando palas de madera. El grano recibe radiación solar y elimina humedad, antes de realizarse el secado artificial. Se utiliza plástico para proteger al grano en caso de lluvias. En la figura 10 se observa el patio o tendal del centro de servicio de secado evaluado.



Figura 10. Acondicionado de arroz en patio o tendal, previo al secado artificial.

3.3.1.3 Bodega de almacenamiento de grano

El centro de servicio de secado a más de contar un patio o tendal, disponía de un área de almacenamiento para grano en sacos de 210 lb.



Figura 11. Almacenado de grano de arroz en cáscara.

Como se observa en figura 11, el almacenamiento de arroz es inadecuado, y no hay el espacio entre las columnas de sacos de arroz que permitan la circulación de aire y del personal, formándose las condiciones para el daño del grano por fermentación.

El grano de arroz permanece de 1 a 2 días en espera del secado lo que le da el tiempo suficiente para crearse entre la masa de grano focos de calor y humedad.

3.3.2 SECADO ARTIFICIAL

3.3.2.1 Capacidad horaria

Para determinar la capacidad horaria del secador de lecho fijo que posee “Comercial Hidrovo” se estableció las dimensiones del secador las cuales fueron:

Dimensiones del secador:

- Largo del secador: 10 m
- Ancho del secador: 4.5 m
- Altura cámara de aire de secado o plenum: 0.75 m
- Altura cámara de secado: 1.05 m

Dimensiones del ducto de transición de aire:

- Altura ducto de transición (unión al secador): 0.99 m
- Ancho ducto de transición (unión al secador): 1.60 m
- Altura ducto de transición (unión al ventilador): 0.69 m
- Ancho ducto de transición (unión al ventilador): 1.45 m

La capacidad nominal es de 300 sacos de grano en cáscara ó 28.63 toneladas, cuya carga de trabajo es de 228,69 sacos, determinados por cálculo de la siguiente manera.

$$\text{Volumen de grano} = \text{largo secador} \times \text{ancho secador} \times \text{altura capa de granos}$$

$$\text{Volumen de grano} = 10 \text{ m} \times 4.5 \text{ m} \times 0.77 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de grano} = 34.65 \text{ m}^3$$

Transformando este valor a sacos utilizando la densidad del arroz de 630 Kg / m³ (Lozano, 1994) se obtiene:

$$\text{Volumen de grano} = 34.65 \text{ m}^3 \times 630 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times \frac{2.2 \text{ Lbs}}{1 \text{ Kg}} \times \frac{1 \text{ Saco}}{210 \text{ Lbs}}$$

$$\text{Volumen de grano} = 228.69 \text{ Sacos}$$

La carga de trabajo de 228,69 sacos de arroz, que forma una de capa de grano de 0.77 m de altura, demora un tiempo de secado promedio de 13.5 horas.

Con los datos obtenidos y el procedimiento de calculo que se muestra en el anexo XV (Cálculo capacidad horaria de secado), se determinó que la capacidad horaria de secado real fue de 11.72 sacos/hora.

3.3.2.2 Estructura de piso falso o superficie de lecho de secado

El piso falso está constituido por una malla metálica perforada de 3x3 centímetros, la misma que es cubierta por una tela de yute. Todo este piso descansa sobre una estructura formada por marcos y varillas de hierro, que sirven de soportes. En la figura 12 se presentada una ilustración del piso falso de un secador de arroz.



Figura 12. Piso falso de un secador de lecho fijo para arroz

El espacio hueco que ofrece tanto el tejido de yute como la malla metálica es el suficientemente para permitir el paso del aire de secado pero también del grano hacia la cámara de aire. Esto provoca que el proceso de secado sea ineficiente, debido a la demora en la limpieza del plenum.

El piso falso debería estar conformado por una chapa metálica perforada que ayude a contener el grano y permitir el paso de aire de secado a través de este, como hace referencia Arias, 1993, sin embargo la utilización de un piso falso como el descrito, permite que una cantidad apreciable de grano caiga a la cámara de aire o plenum mientras se realiza la carga, el secado y la descarga.

3.3.3 PROCESO DE SECADO

3.3.3.1 Temperatura de secado

Se registró la temperatura durante el secado de arroz en la superficie de lecho de grano, siguiendo los 13 puntos de control distribuidos sobre la cámara de secado como se muestra en la figura 13.

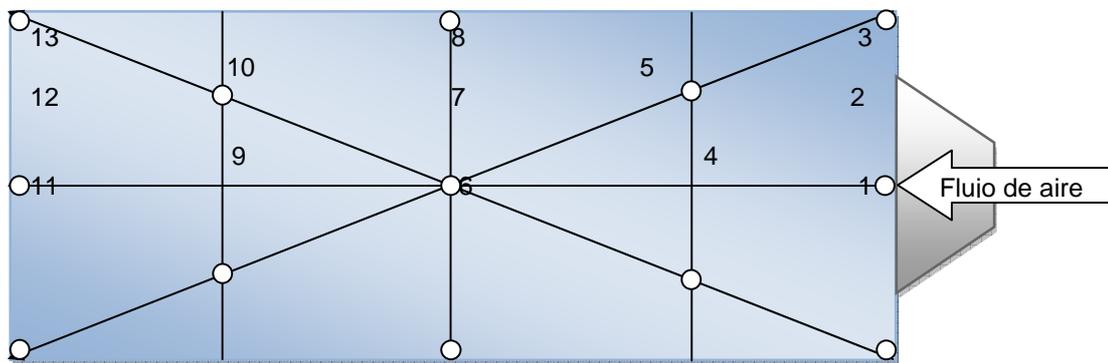


Figura 13. Representación gráfica de los puntos de control para el registro de temperatura en secador de arroz.

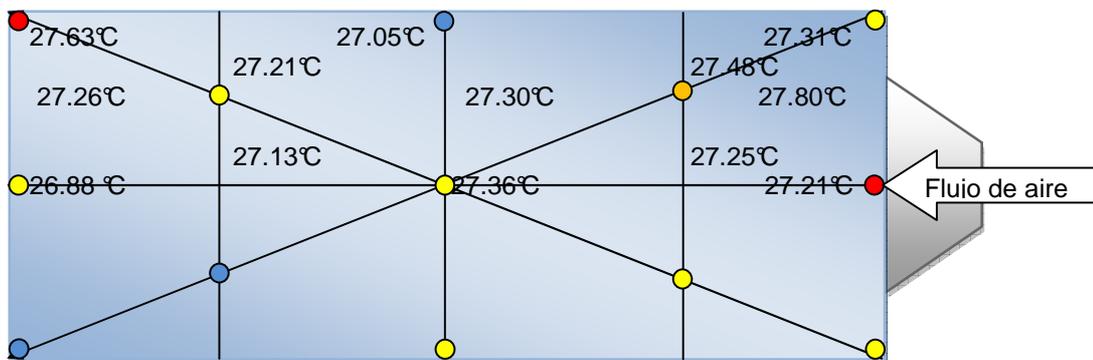


Figura 14. Temperatura promedio de secado en cada punto de control durante el secado.

La figura 14, muestra un patrón de colores los cuales representan de una forma práctica los lugares más calientes durante el secado:

● : Rojo corresponde a un rango de temperatura de 27.6 a 27.8°C.

● : Naranja representa un rango de temperatura de 27.4 a 27.6°C.

● : Amarillo corresponde a un rango de temperatura de 27.4 a 27.4°C.

● : Azul corresponde a un rango de temperatura de 27 a 27.20°C.

Las temperaturas promedio que se registra en el secador han sido divididas en tres zonas: superior que corresponde junto al ducto de transición de aire de secado, medio e inferior que corresponde al extremo opuesto del secador, obteniéndose los siguientes resultados:

- Temperatura promedio parte superior (puntos 1-5): 27.41°C.
- Temperatura promedio parte media (puntos 4-10): 27.39°C.
- Temperatura promedio parte inferior (puntos 9-13): 27.22°C.

Como lo describe de Dios para el secado de arroz la temperatura debe ser de 45°C a 50°C, dependiendo del destino que tenga el grano, como se presenta en la tabla 11.

Tabla 11. Temperaturas recomendables del aire de secado para secadoras de grano

PRODUCTO	FINALIDAD O USO DE LOS GRANOS	
	SEMILLA	CONSUMO
Arroz	45° C	50 °C
Fréjol	40°C	45 °C
Maíz	40 °C	60 °C
Soya	40 °C	60 °C

Fuente: Breves Normas de Control de Calidad en Granos Almacenados.

Si bien las temperaturas determinadas en el estudio corresponden a la capa de granos durante el secado, en la cámara de aire o plenum la temperatura del flujo de aire fue de 37 °C.

No se alcanza la temperatura óptima debido a que existe una mala combustión de gas licuado de petróleo GLP y por un a pérdida de calor hacia le ambiente.



Figura 15. Sistema de combustión accionado por quemadores de GLP para secado de granos.

Como se observa en la figura 15, no existe una cámara de combustión, por lo que hay una pérdida de calor hacia el ambiente una vez que se accionan los quemadores, fomentando la presencia de una llama amarilla durante el secado.

3.3.3.2 Tiempo de secado

Se determinó que para secar 228.69 sacos de arroz con 26% de humedad inicial, con un espesor de capa de grano de 0.77 y con una temperatura de aire de secado de 37°C, el tiempo de secado calculado fue de 19.5 horas, siguiendo el procedimiento presentado en el anexo XVI (Cálculo tiempo de secado).

En la Figura 16, se ilustra una representación gráfica de como, durante el secado, se forman zonas de grano seco y húmedo: en la zona inferior se presenta grano seco y frío, en la zona media o frente de secado, existe una transición de grano húmedo a seco y en la zona superior se encuentra grano húmedo.

El espesor de estas zonas depende de la altura de lecho de grano, lo que a su vez influye en el tiempo de secado.

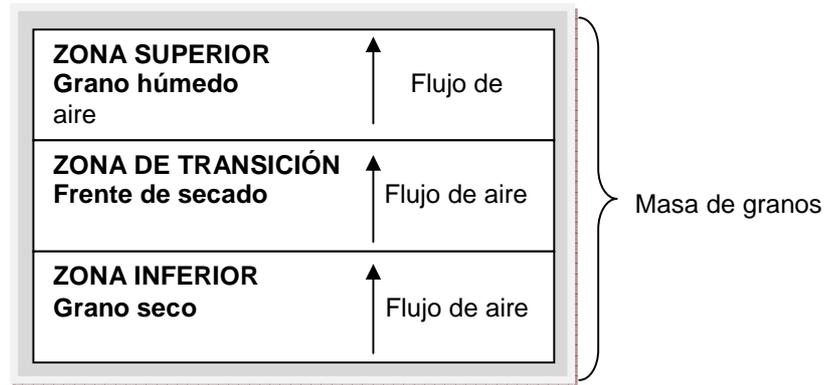


Figura 16. Representación gráfica de frente de secado
(Carvalho, 1994)

Si la capa de grano es profunda o gruesa, se requiere un mejor presión del aire y temperatura para lograr atravesar la masa de grano, caso contrario, el espesor del frente de secado puede ser mayor, aumentando el tiempo de deshidratación del grano, secado (Carvalho, 1994)

3.3.3.3 Pérdida de humedad del grano con respecto al tiempo de secado

En la figura 17, que se muestra la curva de secado de arroz, que se pudo determinar durante el proceso de secado, donde se observa como el contenido de humedad del grano disminuyen en función al tiempo experimentando de igual manera una pérdida de peso en la masa de grano debido a la eliminación de agua durante el secado.

Los datos con los que se elaboró la curva de secado, se presentan en el anexo XVII (Registro de humedades promedio en el secado de arroz).

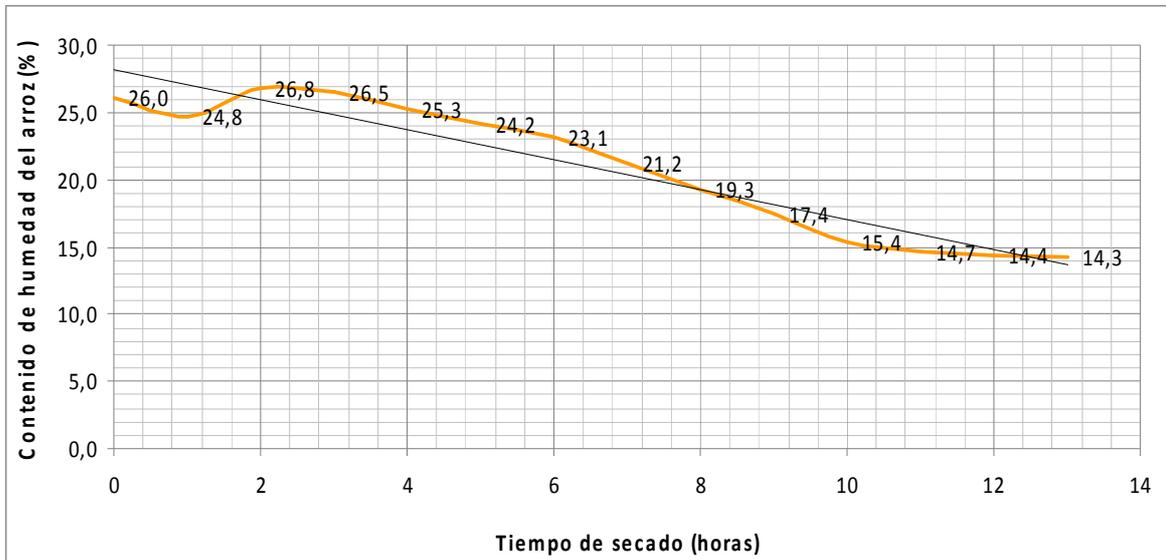


Figura 17. Curva de secado del arroz, determinada durante el secado.

Tiempo (13 horas), temperatura aire de secado (37°C), HR ambiente (70%).

Cada valor sobre la curva es el porcentaje promedio registrado por hora de secado transcurrido.

Como se observa, al tiempo cero, el grano de arroz tiene un 26% de humedad; al tiempo 1, el grano reduce esta humedad a 24.8%, debido a que se suministra aire frío durante este periodo y en donde se esta eliminando humedad superficial del grano de arroz; cumplido el tiempo 1 en adelante, son accionados los quemadores de GLP; al tiempo 2 la humedad del grano aumenta a 26.8%, debido a que el aire de secado llega a la zona superior de la capa de granos, saturado; a partir del tiempo 4 al 6 se presenta deshidratación la misma que es constante, a razón de un punto porcentual menos (punto de humedad) por hora transcurrida.

A partir del tiempo 6, donde el grano tiene un 23.1% de humedad, se presenta una caída, en el contenido de humedad hasta el tiempo 10 donde se registró un 15.4% de humedad; desde este tiempo, hasta que el secado concluye, la eliminación de humedad vuelve a ser relativamente constante.

La pérdida o merma de humedad real, se obtuvo, en base a la fórmula [3.2]:

$$Merma = \frac{H_i - H_f}{100 - H_f} \times 100 \quad [3.2]$$

Donde:

H_i = Humedad inicial.

H_f = Humedad Final

(de Dios, 1996)

$$Merma = \frac{26 - 14.4}{100 - 14.4} \times 100 = 13.5\%$$

Para el estudio se ha determinado que el grano de arroz ha perdido 13.5% de humedad.

Durante el proceso de secado debido a la eliminación de humedad se experimenta una pérdida de peso en la masa de grano, como se muestra en la figura 18.

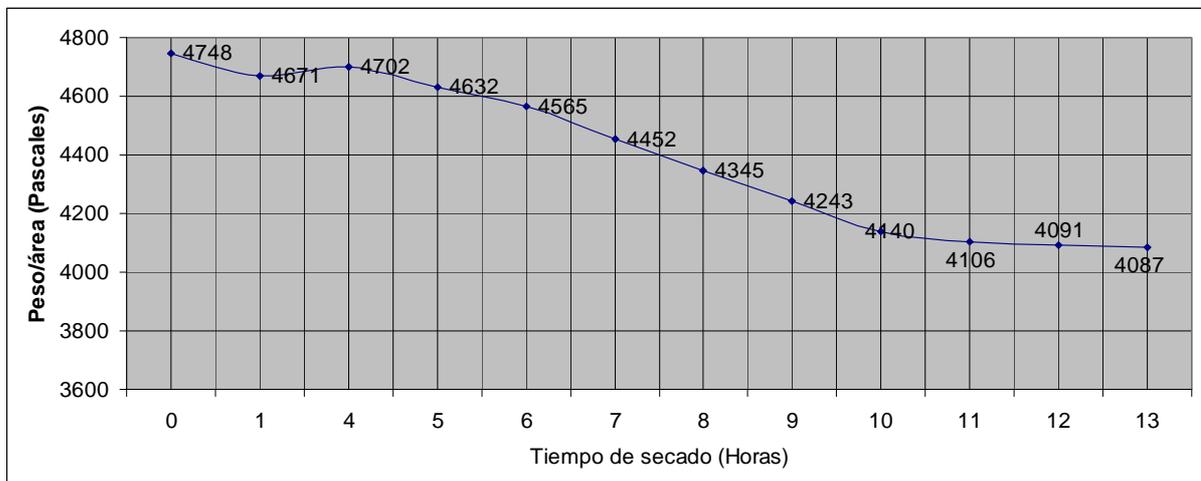


Figura 18. Pérdida de peso de la masa de grano de arroz durante el secado

El valor sobre la curva se lee como presión ejercida por el grano a ese tiempo.

Como muestra la figura anterior, a la cuarta hora de secado se presenta una reducción en el peso de la masa de grano, debido a que a partir de este tiempo se da

la deshidratación del grano; esto ocurre por que en las horas iniciales de secado se está eliminado del grano agua superficial.

El cálculo que permitió elaborar la figura anterior, se presenta en el anexo XVIII (Cálculo, pérdida de peso de masa de grano, durante el secado).

3.3.3.4 Flujo de aire de secado

El flujo de aire a la entrada de la cámara de secado o plenum fue de 869.87 m³/minuto. Los cálculos con los que se determinó este valor se muestran en el anexo XIX (Cálculo flujo de aire de secado).

Este valor fue determinado en función a un ventilador que no es de serie, es decir un ventilador de fabricación nacional (artesanal), además este equipo no cuenta con un manual de uso y curvas de funcionamiento.

La tabla 12, presenta el flujo de aire y presión estática recomendada para secadores de lecho fijo tipo rectangular, en función a su tamaño, en donde el flujo de aire para un secador de 6 metros de largo por 4 metros de ancho, con una superficie de 24 m² y con una altura de capa de grano de 0.5 m es de 20 m³/minuto/m², flujo que debe vencer una presión estática de 80 mmCA (milímetros de columna de agua).

Tabla 12. Flujo de aire y presión estática, recomendada para un secador tipo rectangular según su tamaño.

VENTILADOR						
TAMAÑO DEL SECADOR		Espesor máximo de la capa de granos (m)	Flujo de aire (m ³ /min.m ³ de grano)	Flujo total de aire(m ³ /min)	Presión Estática (mm de columna de agua)	Potencia del Motor Eléctrico del ventilador (Hp)
L (largo)	A (ancho)					
6	4	0,5	20	240	80	10
5	4	0,5	20	200	80	7,5
6	3	0,5	20	180	80	7,5
5	3	0,5	20	150	80	5
4	3	0,5	20	120	80	5
4	2,5	0,5	20	100	80	4

Estos flujos de aire están en función a un motor ventilador con una eficiencia del 50% y tomando como referencia arroz en cáscara (Arias, 1993)

En comparación con el secador objeto de estudio que tiene 10 metros de largo y 4.5 metros de ancho, con una superficie de 45 m², con una altura de capa de grano de 0.77m lo que a su vez representa 34.65 m³ el flujo de aire en m³/minuto/m³ de grano es de 25.1, valor que es muy superior a lo que se recomienda en la tabla anterior. La altura de lecho o capa de grano, que influye directamente en la presión estática que debe vencer el aire durante el secado.

No existe una referencia para un secador de las dimensiones encontradas en la zona de estudio debido a que las reseñas que hace Arias, 1993 son para secadores utilizados a nivel rural y no para uso industrial como ocurre en nuestro país, por otra parte los propietarios de los secadores construyeron sus sistemas de secado de lecho fijo, sin ningún criterio de áreas de secado, tipo de grano, presiones estáticas y por ende flujos de aire.

3.3.3.5 Presión estática

Con un espesor de lecho de grano de 0.77 m, la presión estática que debe superar el flujo de aire de secado fue de 175 mmCA (milímetros de columnas de agua); cuyo cálculo se muestra en el anexo XX (Cálculo de presión estática), y el anexo XXI (Gráfica de SHEDD. Presión estática en milímetros de columnas de agua por metro de profundidad de masa de granos), que sirvió para el procedimiento de cálculo.

Haciendo referencia a lo que se presenta en la tabla 12 la presión estática que se determinó, es demasiado elevada a lo recomendado por Arias, 1993.

3.3.3.6 Consumo de combustible

El secador de lecho fijo de arroz consume en promedio 19.1 Kg de GLP/hora, es decir 258 Kg de GLP por tanda o proceso de secado.

Los cálculos con los que se determinó estos valores se exponen en el anexo XXII (Cálculo de consumo de combustible).

3.3.4 Proceso de pilado

La máquina piladora de arroz del centro de secado, tiene un rendimiento de 50 quintales/hora cuando se trabaja con arroz de calidad regular, y un rendimiento de 45 quintales de 100 libras/hora, si procesa grano de calidad, es decir de mayor precio en el mercado, debido a que es un grano más delicado y de mayor valor comercial.

El proceso de pilado se resume en el diagrama de flujo, que se muestra en el anexo XXIII; de cuyo análisis se obtuvo los siguientes resultados mostrados en la tabla 13.

Tabla 13. Producto del pilado de arroz en base a un rendimiento de máquina piladora de 45 quintales de arroz/hora

Producto del pilado	Peso (lb)	%
Arroz entero	2700	60%
Cascarilla	900	20%
Arrocillo	450	10%
Harina de pulimiento	225	5%
Basura	225	5%
Total	4500	100%

A continuación en la tabla14, se muestra los factores y grados de calidad que debe cumplir el arroz pilado para su comercialización.

Tabla 14. Factores y grados para la comercialización de arroz pilado.

Grado de calidad	Semillas objetables, granos dañados por calor, arroz en cáscara y arroz integral (Nº/500 g) *	Porcentajes máximos de granos					
		Quebrados		Manchados	Yesosos	Rojos	Dañados
		Total	Puntilla				
1	5	10,0	0,50	0,50	1,00	0,50	1,00
2	10	20,0	2,00	1,00	2,00	1,00	1,50
3	15	25,0	2,50	1,50	2,50	1,50	1,50
4	20	30,0	3,00	2,00	3,00	2,00	2,00
5	25	40,0	5,00	2,50	4,00	3,00	2,00
Según muestra (**)	Se clasifica como según muestra al lote que no reúna los requisitos de alguna de las clases de 1 a 5; que esté caliente; que tenga más de 15,0% de humedad; que contenga más de 0,1% de piedras, objetos metálicos u otras impurezas; que esté infestado o contenga 2 o más insectos muertos por kilogramo; que tenga olor mohoso, agrio o cualquier olor comercialmente objetable o que por cualquier otra razón sea calificado por el analista como de indudable baja calidad.						

* Solas o en combinación. (**) Al lote que se clasifica según muestra no podrá comercializarse, salvo que éste sea acondicionado en alguno de los grados de calidad.

Fuente: Decreto N° 26901-MEIC, 2006

El pilado de la masa de grano seco por parada demora 9 horas, este resultado se obtuvo de la siguiente manera:

1. Se determinó la cantidad de grano seco obtenido luego del secado.

Peso de grano seco obtenido.

$$Q_s = Q_h \frac{100 - h_i}{100 - h_f} \quad [3.3]$$

Donde:

Q_s : Peso de grano seco (Ton).

Q_h : Peso de grano húmedo (Ton).

h_i : Humedad inicial.

h_f : Humedad final.

(De Dios, 1996)

$$Q_s = 21.8 \frac{100 - 26}{100 - 13} = \quad \mathbf{18.54Ton}$$

2. Se establece la cantidad de grano seco de toneladas a quintales

La cantidad de grano de arroz concluido el secado fue de 18.54 Ton.:

$$18,54Ton \times \frac{1000Kg}{1Ton} \times \frac{2,2lb}{1Kg} \times \frac{1qq}{100lb} = 408qq$$

3. Se conoce que el rendimiento de la piladora es de 45 quintales por hora, entonces:

$$\frac{1hora}{45qq} \times 408qq = 9.065horas$$

Por lo tanto el sistema de pilado procesa 408 quintales en 9 horas.

3.4 FORMULACIÓN DE PLANES DE MEJORAMIENTO DEL MANEJO POSCOSECHA Y SECADO DE ARROZ

En base a los resultados obtenidos, se procedió a la formulación de planes de mejoramiento a nivel agrícola y secado de arroz. A continuación se presenta el plan de mejoramiento agrícola para la producción de arroz tomando como base los parámetros establecidos por la FAO (IICA, MAGAP, SESA Ecuador, Proyecto Salto, FAO, 2007)

3.4.1 Plan de mejoramiento agrícola para la producción de arroz

Para realizar un proceso poscosecha adecuado se hace referencia a los siguientes parámetros.

Material vegetal de propagación

Para la producción de arroz, se debe utilizar material vegetal (semilla) procedente de centros de propagación autorizados como el INIAP.

El material vegetal debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Conocer si el material vegetal de propagación (semilla, plántulas) está certificado y autorizado por los organismos de control pertinentes.
- Si el material vegetal fue tratado para prevenir una plaga, se debe contar con un registro donde se especifique los nombres de los productos, nombre de la plaga a controlar así como las dosis utilizadas.
- Si el material vegetal es de origen nacional, este se registrará a la norma emitida por la autoridad nacional competente.

Historial y manejo del suelo

Uso anterior y actual

- No se debe utilizar suelos que hayan sido empleados para la explotación pecuaria (ganado porcino o vacuno).
- No se debe utilizar suelos a los que se les haya incorporado materia orgánica sin un tratamiento previo (compostaje), o que contengan metales pesados que constituyan un riesgo para la salud humana.
- Si no se conoce el historial del suelo, se realizará un análisis que demuestre que no se está excediendo el límite máximo de metales pesados, coliformes fecales y huevos de helminto en agua de riego.

Tabla 15. Parámetros permisibles de metales pesados, coliformes fecales y huevos de helminto, para análisis de suelos y aguas.

Arsénico	0.2 mg/l
Cadmio	0.05 mg/l
Cianuro	2.0 mg/l
Cobre	4 mg/l
Cromo	0.5 mg/l
Mercurio	0.005 mg/l
Níquel	2 mg/l
Plomo	5 mg/l
Zinc	10 mg/l
Coliformes fecales	1, 000 NMP
Huevos de Helminto	1 huevo por litro

*NMP= Número más probable por cada 100

Huevo de helminto, etapa contagiosa del parásito helminto, estos huevos son excretados en las heces y se extienden en las aguas residuales, suelos y alimentos.

Fuente: IICA, MAGAP, SESA Ecuador, Proyecto Salto, FAO, 2007

Se debe descartar suelos que estén contaminados con:

- Desechos hospitalarios o radioactivos.
- Basura doméstica.
- Sitios donde existió extracción minera.
- Desechos industriales y de incineración.

- Terrenos propensos a inundaciones de afluentes contaminados.
- Explotaciones pecuarias.
- Suelo contaminado biológica o químicamente.
- Suelos con pendientes iguales o superiores al 25%.
- Por cada riesgo identificado y dependiendo de su severidad se debe tomar acciones correctivas como:
 - Excluir animales domésticos de las áreas de cultivo.
 - Realizar siempre un análisis de suelo previo a todo tipo de explotación agrícola.
 - Construir zanjas, acequias, terraplenes, franjas de vegetación (árboles, arbustos) para evitar la erosión de los suelos y cercas que eviten el ingreso de animales a los predios.

Uso de predios vecinos

- Obtener información sobre cual es la dirección del viento, uso o no de agua y cual es la fuente, tránsito de vehículos etc. de esta manera se puede determinar factores que puedan ser motivo de contaminación como:
 - Presencia de animales domésticos.
 - Tránsito de animales (Paso de ganado-pastoreo).
 - Almacenamiento de estiércol o abono orgánico sin tratar.
 - Basureros municipales por vecinos.
 - Empresas de desechos tóxicos.
 - Fumigaciones (Bananeras).
 - Alto tráfico (Carreteras, autopistas).
- Las acciones o medidas a tomar para la prevención son:
 - Establecer trampas, cercas, cubiles, para evitar el ingreso al cultivo de

animales.

- Establecer franjas o barreras vivas (árboles, etc.) que protejan al cultivo de productos químicos provenientes de fumigaciones dependiendo de la dirección de los vientos.
- Colocar recipientes para la ubicación de basura tanto orgánica como no orgánica en los predios.
- Si los terrenos colindantes presentan pendiente y son un riesgo de contaminación como es el caso de basureros, construir zanjas para evitar escurrimientos (lixiviados) que son motivo de contaminación.
- Dar mantenimiento a zanjas, barreras vivas y linderos con podas para evitar plagas y acumulación de basura.

Manejo de suelos y de sustratos

Lugar de producción

- El productor debe conocer por medio de asesoramiento técnico la condición climática de la zona en donde se encuentra su predio es decir:
 - Tipo de suelo.
 - Temperatura de la zona.
 - Precipitación (milímetros de agua al año).
 - Altitud (metros sobre el nivel de la mar-presión atmosférica).
 - Humedad relativa ambiente.

Esta información es estratégica para determinar tiempos de siembra y de cosecha.

Las fuentes donde se obtiene esta información son el Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología INAMHI, INIAP y municipios locales.

Mantenimiento de equipo y maquinaria

- Dar mantenimiento al equipo utilizado en la producción agrícola antes y

después de su uso, (herramientas, bombas de mochila, sembradoras y cosechadoras mecánicas etc.) siguiendo los manuales o especificaciones técnicas del fabricante.

Siembra y/o trasplante

- Realizar labranza mínima e incorporación de material orgánico descompuesto para ayudar a la reactivación biológica del suelo antes de la siembra; esto también ayuda a regular los niveles de pH.
- Si la siembra es directa (semilla) o por trasplante (plántula) el material vegetal estará protegido de contaminantes antes de realizarse este proceso.
- Evaluar el material sembrado para establecer que se encuentra libre de enfermedades y plagas (plántulas).
- El personal encargado de la siembra debe estar capacitado, usar los implementos necesarios, desinfectados, limpios y no exponer el material vegetal al sol.
- Llenar un registro de los lotes sembrados, fecha, hora, número de plantas sembradas, método utilizado o tipo de material vegetal (semilla o plántula), origen de material vegetal (ejemplo de registro anexo XXIV). Esta información se puede colocar en un rótulo al ingreso del lote que fue sembrado para su control posterior.

Labores culturales

- Realizar para la preparación del terreno labranza mínima, evitando en lo posible maquinaria pesada para reducir la compactación del suelo.
- Utilizar técnicas de conservación para evitar erosión como: zanjas, curvas de nivel, terrazas, uso de abono orgánico, barreras vivas (árboles, arbustos).
- Aplicar productos químicos para la desinfección de suelos (si es necesario), previo un análisis y bajo la supervisión de un ingeniero agrónomo.

Fertilización

- Todo fertilizante ya sea orgánico o químico estará registrado y controlado por el MAGAP.
- La aplicación de abono orgánico o químico estará sustentado por un ingeniero agrónomo, utilizando en lo posible abonos orgánicos y disminuyendo el uso de los de productos de origen químico.
- Destinar un espacio físico para almacenar abonos orgánicos y químicos, el mismo que se debe encontrar seco, ventilado, alejado de viviendas, zonas de producción, comedores, baterías sanitarias y fuentes de agua.
- Establecer, para el almacenamiento de este tipo de productos, un inventario donde consten las cantidades de material sólido o líquido, procurando que el abono sólido se debe colocar en estantes o repisas mientras que abono líquido en el suelo, contenido en envases en buenas condiciones (sin golpes ni orificios) y herméticamente cerrado.
- Restringir el acceso y manejo de productos químicos de uso agrícola a menores de edad y mujeres en gestación.
- La aplicación de fertilizante estará sustentada por un análisis de suelo y recomendaciones de un ingeniero agrónomo.
- En caso de usar sustratos orgánicos tales como estiércol o lodos estos deben ser tratados (sometidos a descomposición).
- No utilizar lodos ni residuos de origen urbano para incorporarlos en fincas.
- Aplicar abonos orgánicos en una etapa previa a la siembra de 1 a 2 semanas antes, y luego en etapas tempranas de crecimiento de la planta a los 15 o 20 días cuando emerge la planta.
- La aplicación de todo abono orgánico debe ser controlado con un registro (ejemplo de registro anexo XXV).

Uso y calidad del agua

Agua de riego

- Realizar al menos una vez al año un análisis microbiológico de agua destinada a riego donde no se debe sobrepasar lo permitido como se hizo referencia en

la tabla 15.

- Llevar acabo mediciones periódicas de la cantidad de agua que se requiere, bajo supervisión de ingenieros agrónomos, tomando en cuenta datos como textura del suelo, precipitaciones, evapotranspiración, etc. estos datos deben ser registrados (ejemplo de registro anexo XXVI).

Agua para poscosecha y consumo humano

- Limpiar y desinfectar los recipientes destinados para almacenamiento de agua.
- Garantizar agua segura para su consumo a todos los trabajadores.
- No almacenar el agua en recipientes metálicos.
- No almacenar agua en recipientes plásticos que hayan sido utilizados para productos químicos. Bajo ningún concepto se lo debe realizar aun si se haya lavado y limpiado dicho recipiente (se lo debe descartar o reciclar).

Protección de cultivos

Uso y manejo adecuado de plaguicidas

- Todo tratamiento fitosanitario debe ser aplicado de forma segura y adecuada.
- El uso de productos químicos debe ser supervisado y encontrarse bajo las indicaciones y recomendaciones de un ingeniero agrónomo.
- Rotar la aplicación de productos químicos con diferente ingrediente activo para evitar que la plaga cree resistencia.
- No aplicar productos químicos cuyo uso haya sido prohibido en el país.
- Leer las etiquetas y cumplir con las indicaciones con respecto a protección del personal que se encarga del manejo del producto (guantes, overol, botas, mascarilla, gafas protectoras, etc.).
- Llevar un registro de todas aplicaciones de plaguicidas en la finca. (ejemplo de registro anexo XXVII)

Manejo integrado de plagas MIP

- No quemar material vegetal después de la cosecha.
- Pasar la rastra 20 o 30 días antes de la siembra para exponer a huevos y adultos de insectos plaga y semillas de mala hierba al ambiente y a pájaros reptiles e insectos beneficiosos.
- Incorporar abonos orgánicos como bocashi, compost y desechos de la cosecha (enterrar) durante el arado.
- Eliminar malas hierbas de forma manual.
- Usar productos químicos autorizados no tóxicos de banda verde.
- Utilizar semilla certificada de variedades resistentes al ataque de plagas.

Maquinaria, equipos e implementos de aplicación, calibración, limpieza y desinfección

- Usar equipos en buen estado para la aplicación de productos fitosanitarios.
- Llevar un registro de control donde se diga el mantenimiento dado al equipo y cual es la fecha de la próxima revisión.
- Contar con un espacio físico adecuado para la preparación de los productos, el mismo que debe encontrarse ventilado, limpio, lejos de comedores, baterías sanitarias y con buena iluminación y donde el personal encargado utilice protección adecuada.
- No abandonar los equipos que han cumplido su vida útil en el campo.
- Disponer de una bodega exclusiva para guardar los equipos, nunca dentro de la vivienda.

Gestión de residuos y agentes contaminantes.

- Eliminar recipientes de productos químicos siguiendo la normativa vigente o indicaciones dadas en las etiquetas de los propios envases.
- Devolver los envases de productos químicos a las casas comerciales o empresas dedicadas a su recolección los cuales deben emitir un certificado

exponiendo la cantidad de envases eliminados.

- Descartar los envases procurando no dejar residuos de producto químico, lavarlo con abundante agua (utilizar ese líquido y no arrojarlo) y hacer un agujero en la base del recipiente para que no sea reutilizado.

Cosecha

- Cosechar el grano de arroz cumplidos los 100 ó 120 días después de la siembra dependiendo de la variedad cultivada y observar la coloración de las plantas las cuales deben mostrarse amarillentas y de textura pajosa.
- Cosechar el grano de arroz con un contenido de humedad de 20 al 22%. Si se cosecha con un 27% de humedad se tiene pérdida por grano yesoso (pastoso).
- Capacitar y difundir el uso de determinadores de humedad de grano de arroz para uso en campo.

- **Cosecha manual**

La cosecha manual deberá comprender los siguientes pasos:

- La siega, que es el corte de la planta de arroz a mano con la ayuda de una hoz.
- Presecado en finca con el propósito de reducir el contenido de humedad del grano aplicando técnicas como:

Haciendo pilas.- Se hacen atados de plantas de arroz llamados gavillas cada uno de 5 kilos. Se los junta formando montones de 40 gavillas siempre con las panojas hacia abajo, se deja a secar al sol y posteriormente se realiza la trilla manual (golpear las gavillas para liberar el grano de la planta).

- **Cosecha mecánica**

La cosecha mecánica se justifica para producciones extensas en donde se cuenta con terrenos con pocos relieves o pendientes. La cosecha mecánica es una labor que debe efectuarse con mucho cuidado debido a que:

- Se trabaja con una cantidad apreciable de grano.
- Si el grano de arroz tiene un contenido de humedad elevado no permite un adecuado flujo a través de los sistemas de trilla y limpieza de la cosechadora provocando la obstrucción del sistema.

Secado natural en patio o tendal

- Concluida la cosecha y la trilla, colocar el grano de arroz en patios de cemento llamados tendales para que reciban radiación solar y de esta manera disminuir el contenido de humedad.
- El área o extensión que tendrá el patio o tendal se lo calcula utilizando la formula [3.4]:

$$A = \frac{20 PT}{N} \quad [3.4]$$

Donde:

A= Área del patio (m²).

P= Producción promedio que se espera por cosecha (m³).

T= Tiempo de secado esperado (# de días).

N= Número de días que demora la cosecha.

20 = Valor de corrección, toma en cuenta una capa de grano de alrededor de 5 cm (de Dios, 1993)

- Colocar el grano en el patio o tendal formando una capa de entre 5 a 10 cm.
- Remover y mezclar varias veces el grano con un rastrillo de madera, primero formando una capa nivelada y luego haciendo hileras de esta manera se obtiene un secado natural homogéneo [Arias, 1993; de Dios, 1996]



Figura 19. Nivelando el arroz y formando hileras

Prelimpieza

- Realizar prelimpieza con el fin de mantener la calidad del grano y proporcionar un beneficio al agricultor al momento de comercialización, debido a que recibe un mejor precio por una cosecha con un menor contenido de impurezas.
- En sistemas de cultivo tecnificado y semitecnificado, la maquinaria agrícola utilizada (cosechadoras mecánicas), debe encontrarse en perfectas condiciones y debidamente calibrada para realizar una correcta limpieza de la cosecha.
- Para sistema de cultivo tradicional los volúmenes de grano cosechado son relativamente pequeños, en donde la prelimpieza puede realizarse de dos maneras:

Limpieza por medio del viento.- El grano es levantado a una cierta altura y luego se lo deja caer para que el viento remueva las impurezas más livianas que el grano.

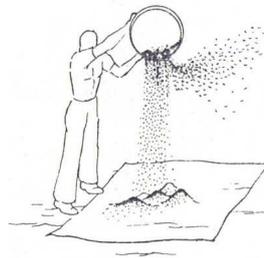


Figura 20. Limpieza de los granos de arroz por medio del viento (Berlijn, 1993)

Limpieza con zaranda manual.- Se construyen zarandas en donde se ubican pequeñas cantidades de grano y posteriormente se realizan movimientos hacia arriba y hacia abajo para que las impurezas más pequeñas que el grano pasen y caigan al suelo.

Transporte

- El personal que carga y descarga el grano debe encontrarse bajo supervisión, evitando en todo movimiento golpear o dejar caer al grano de los vehículos durante estas actividades.
- Los obreros encargados de esta labor deben conocer sobre la importancia que implica una correcta manipulación del grano durante el transporte para evitar la rotura y fisura miento del grano [Arias, 1993, Pozzolo y Ferrari, 2007]
- El vehículo donde se va a transportar la cosecha debe contar un compartimiento de superficie lisa y de fácil limpieza, se recomienda que el vehículo este provisto de una protección superior para evitar que el grano se ensucie.

3.4.2 Plan de mejoramiento para sistema de secado de lecho fijo tipo rectangular para arroz

Muestreo

- Para la labor de muestreo el equipo empleado debe ser el siguiente:
 - **Muestreador simple.-** Se lo utiliza para productos embasados (sacos); están compuestos por una estructura metálica de forma cónica que posee una abertura para recibir el grano.

Este instrumento de muestreo se introduce en un saco por uno de sus costados y haciendo un movimiento en forma de equis se retira una

cantidad de grano, luego con un movimiento circular se cierra la abertura hecha. [Arias, 1993; Assennato y de Lucía, 1993]



Figura 21. Muestreador simple (Arias, 1993)

Cuando llegan a los secadores lotes menores a 10 sacos de arroz se debe tomar muestras de todos los envases, si se tiene lotes de entre 10 a 100 sacos se debe tomar por lo menos 10 muestras, para lotes superiores a esto se recomienda seguir las indicaciones de la tabla 16.

Tabla 16. Número de sacos a muestrear para lotes de más de 100 Sacos

LOTE	MUESTREO	LOTE	MUESTREO
101 - 121	11	1090 - 1156	34
122 - 144	12	1157 - 1225	35
145 - 169	13	1226 - 1296	36
170 - 196	14	1297 - 1369	37
197 - 225	15	1370 - 1444	38
226 - 256	16	1445 - 1521	39
257 - 289	17	1522 - 1600	40
290 - 324	18	1601 - 1681	41
325 - 361	19	1682 - 1764	42
362 - 400	20	1765 - 1849	43
401 - 441	21	1850 - 1936	44
442 - 484	22	1937 - 2025	45
485 - 529	23	2026 - 2126	46
530 - 576	24	2117 - 2209	47
577 - 625	25	2210 - 2304	48
626 - 676	26	2305 - 2401	49
677 - 729	27	2402 - 2500	50
730 - 784	28	2501 - 2601	51
785 - 841	29	2602 - 2704	52
842 - 900	30	2705 - 2809	53
901 - 961	31	2810 - 2916	54
962 - 1024	32	2917 - 3000	55
1025 - 1089	33		

[Arias, 1993; de Dios, 1996]

- **Muestreador compuesto o de sonda de alvéolos.-** Usado para el muestreo de productos al granel; conformado por una estructura metálica que posee varios compartimientos y permite la toma de muestras a diferentes profundidades [Arias, 1993; Assennato y de Lucía, 1993]
- Determinar la humedad del grano de arroz haciendo uso de equipos portátiles que permiten establecer el contenido de humedad con un periodo de respuesta corto; el equipo empleado de ser de fácil uso y de un costo moderado.
- La humedad con la que debe llegar el grano desde el campo es de 20 a 22 %, porcentajes en donde el grano resiste la manipulación dada antes del secado evitándose pérdidas por daño mecánico (Pozzolo y Ferrari, 2007)
- Determinar el contenido de impurezas de la masa de grano que llega al secador. Se considera como impurezas a: grano roto, granos de otras especies, partes de plantas (flores, hojas, cortezas etc.) y materias extrañas (tierra, arena, piedras, objetos metálicos, etc.)
- Para la determinación del porcentaje de impurezas presente en un lote de granos se aplica el método manual, en el cual se separa las impurezas de los granos por medio de dos zarandas o cernidores. La primera zaranda debe permitir el paso del grano e impurezas menores dejando retenidas las más grandes, el segundo cernidor debe permitir el paso de las impurezas más pequeñas y finas dejando retenido solo el grano sano.
- El sistema de zarandas para la determinación de impurezas tendrá las siguientes especificaciones: la primera zaranda debe poseer un tamaño de orificio de 4 X 12 milímetros y la segunda zaranda de 1.75 X 22 milímetros (Arias, 1993; de Dios, 1996).

- Determinar el porcentaje de impurezas en base al siguiente procedimiento:
 - Tomar una muestra donde se conozca su peso (100 a 500 gr)
 - Pasar la muestra atreves del sistema de zarandas.
 - Pesar la cantidad de impurezas que se extrajo de la muestra original y aplicar la fórmula [3.5]:

$$\text{Impurezas}(\%) = \frac{I}{Ma} \times 100 \quad [3.5]$$

Donde:

I = Peso de impurezas

Ma = Masa de muestra de análisis

(Arias.1993).

- Repetir el proceso de determinación de impurezas con varias muestras de un mismo lote (3 a 5 veces) y posteriormente con los resultados obtenidos de cada análisis sacar un promedio.

Descarga y pesaje

- Si el centro de servicio de secado cuenta con una plataforma de pesado para vehículos, estos deberán ubicarse sobre la plataforma a su ingreso y nuevamente después de que se encuentren vacíos para realizar la tara (diferencia entre el peso de vehículo cargado – peso de vehículo vacío).
- En el caso de que el centro de servicio de secado no cuente con plataforma de pesado para vehículos se realizará el siguiente procedimiento:
 - Si el grano llega contenido en sacos de yute, se comprobará su peso empleando básculas; este equipo debe encontrarse limpio, calibrado y utilizado por personal capacitado. Se debe receptor sacos de 210 lbs.

- Si el grano llega al granel, se lo ubicará en sacos utilizando palas de madera, se comprobará su peso (sacos de 210 lbs) y se contabilizará el número de sacos recibidos.
- El personal que carga y descarga el grano debe encontrarse bajo supervisión, evitando en todo momento golpear o dejar caer al grano de los vehículos durante estas actividades.
- El personal encargado de esta labor debe conocer sobre la importancia de una correcta manipulación del grano durante la descarga y pesaje para evitar la rotura o fisura del grano.

Bodega de almacenamiento de grano.

Los secadores de arroz que utilizan bodegas para guardar grano seco deben realizar las siguientes actividades.

- Revisar estado de paredes y techo para que estas se encuentren en buen estado.
- Ubicar protectores en paredes, piso y techos para evitar el ingreso de pájaros y roedores.
- Limpiar paredes y pisos antes, durante y después del almacenado.
- Efectuar un control permanente contra plagas como es el caso de roedores que a mas de ser portadores de una serie de enfermedades, causan pérdidas de tres maneras diferentes: consumen una cierta cantidad de grano en especial si no es almacenado de una manera adecuada, contaminan mucho mas grano a través de sus heces y orina y causan daño a los envases que contienen los granos como sacos de yute o saquillos.
- Planificar la distribución de los quintales en el almacén, para establecer capacidades y una vez realizado esto, pintar en el piso las zonas en donde se ubicaran los sacos sobre estructuras de madera para que no tengan contacto directo con el suelo.

- Revisar el estado de los granos, que no existan zonas de calor así como verificar el contenido de humedad del grano almacenado.
- Estibar hasta 10 capas o niveles de quintales de arroz, cada capa se formará de 5 quintales.

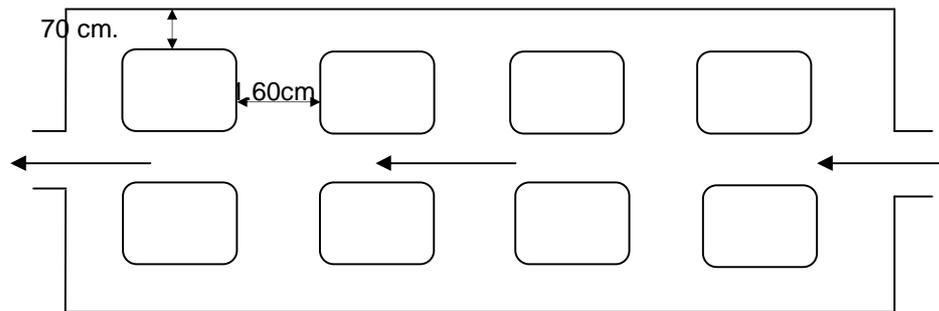


Figura 22. Distribución de las pilas de arroz en una bodega de almacenamiento de grano (Arias, 1993).

Como se muestra en la figura 22, se establece una distribución de las pilas de arroz con un espacio de 70 cm hacia las paredes y de 1.60 m entre los sacos; de esta manera se garantiza una circulación adecuada de aire y permite el acceso del personal.

Operación de un secador de lecho fijo tipo rectangular

La operación de un secador de lecho fijo es simple sin embargo se debe efectuar, los siguientes procedimientos que presentan ciertas recomendaciones para secado de arroz.

- Limpiar el secador procurando que la cámara de distribución de aire no presente materiales extraños o granos de procesos de secado anteriores.
- Colocar el grano de arroz en la cámara de secado procurando no golpearlo; conforme se va ubicando el grano se lo debe nivelar hasta alcanzar una altura de capa de grano de 50 cm. Se establece esta altura de capa de grano para garantizar que el aire de secado fluya a través de la masa de granos sin dificultades [Arias, 1993; de Dios, 1996]

- Se proporciona un flujo de aire sin encender los quemadores por un periodo de una hora con el propósito de evitar un choque de temperatura que provocaría la rotura del grano y para la eliminación de humedad de la zona superficial del grano (agua libre)
- Transcurrida la primera hora de secado, encender el quemador. Para controlar la temperatura en el secador, el quemador debe contar con un termómetro con un tubo de cobre el cual será expuesto al flujo de aire de secado.
- La temperatura que debe tener el flujo de aire para el secado de arroz es de 50°C. [Arias, 1993; de Dios, 1996; Pozzolo y Ferrar i, 2007]
- Haciendo uso de determinadores de humedad controlar el contenido de humedad del grano durante el secado, el mismo que al finalizar el secado debe ser de 13%.
- Enfriar la masa de grano, para lo cual se debe apagar el o los quemadores dejando accionado el sistema de ventilación. Se requiere de 30 a 40 minutos para enfriar la masa de grano.

Especificaciones del secador

Independientemente de la cantidad de grano a secar el secador de lecho fijo tipo rectangular debe construirse en base a las siguientes dimensiones y especificaciones:

- **Cámara de aire de secado o plenum:** Altura de cámara de aire de secado de 50 cm.
- **Cámara de secado de grano:** Altura de cámara de secado de grano de secado de 70 cm.
- **Piso falso de secado:** Debe ser de chapa metálica, en donde un 10% de su superficie será perforada, con un tamaño de agujero de 1.5 mm.

- **Ducto de transición de aire de secado:** El extremo que se conecta con el sistema de ventilación debe ser de una altura de 40cm, mientras que el otro extremo que se une a la cámara de aire de secado tendrá una altura de 50cm.

Flujo de aire de secado

- Determinar la cantidad o flujo de aire para el secado considerando los siguientes puntos [ce Dios, 1996; Carvalho, 1994]
 - Humedad ambiente (dato que se obtiene de la carta psicométrica tomando como referencia la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo)
 - Temperatura de secado (50°C)
 - Masa de grano a secar en base a las dimensiones que tendrá el secador (largo y ancho del secador) y la altura de lecho o capa de grano que debe ser de 50 cm.
 - Contenido de humedad a la que debe llegar el grano una vez concluido el secado (13% de humedad)
 - Poder de evaporación en función al tiempo promedio de secado que se espera.
- Considerando los datos anteriores el flujo de aire se calcula siguiendo el siguiente procedimiento:
 - Se determina la cantidad de grano que se va a secar en toneladas de la siguiente manera:

Largo del secador (m) X ancho del secador (m) X altura de capa de grano (0.5 m)=m³

$$\text{Masa de grano en m}^3 \times 630 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1\text{Tonelada}}{1000\text{Kg}} = \text{Masa de grano en toneladas}$$

Donde:

630 Kg/m³ = densidad del arroz paddy (arroz en cáscara)

- Determinar la cantidad de agua extraída de la masa de grano, para esto se debe conocer la humedad inicial del grano y la humedad final que debe ser de 13%

$$\text{Cantidad de agua extraída} = 100 \frac{H_i - H_f}{100 - H_i} \quad [3.6]$$

Donde:

H_i = humedad inicial del grano

H_f = Humedad final del grano (13%)

(de Dios, 1996)

El porcentaje obtenido se debe restar de la masa de grano que se va a secar de donde se establecerá la cantidad de grano seco.

- Determinar el poder de evaporación aplicando la formula [3.7]:

$$\frac{Q_s}{t} \times \frac{h_i - h_f}{100 - h_i} = \frac{\text{Kg agua}}{\text{hora}} \quad [3.7]$$

Donde:

Q_s = Peso de grano seco (Ton).

t = Tiempo promedio de secado (horas)

(de Dios, 1996)

El poder de evaporación se expresa en Kg de H₂O vaporada / minuto.

- Conociendo la temperatura ambiente y la de bulbo húmedo y utilizando la carta psicométrica se establece la cantidad de agua absorbida por el aire de secado de la siguiente manera:

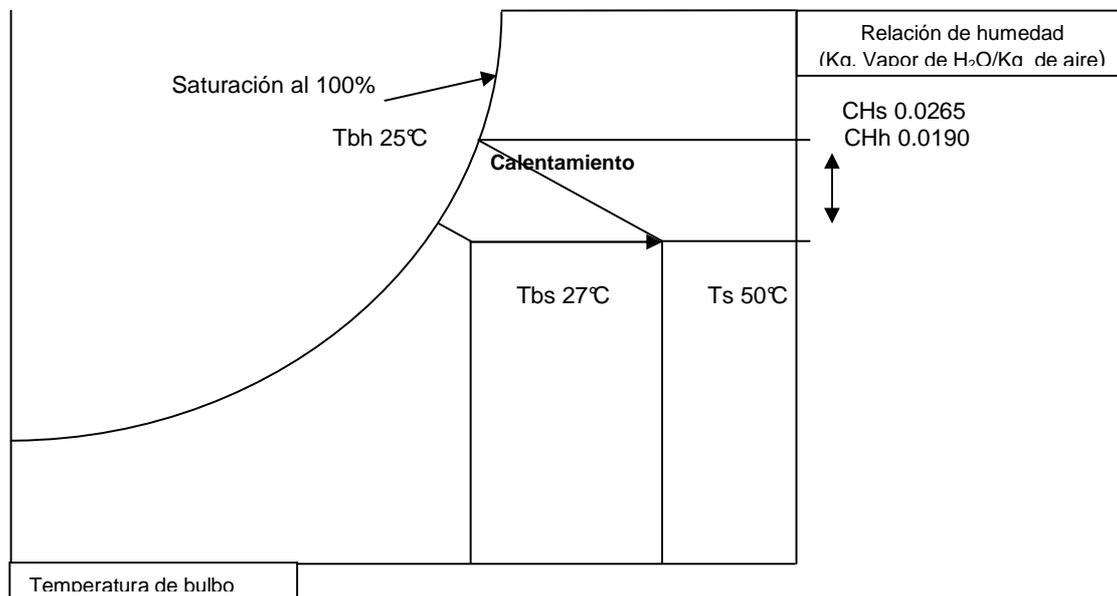


Figura 23. Representación gráfica de lectura y toma de datos en carta psicométrica.

Donde:

Tbh: Temperatura de bulbo húmedo.

Tbs: Temperatura de bulbo seco.

Ts: Temperatura de secado para el arroz (50°C)

CHh: Relación de humedad de aire húmedo (Kg de vapor de agua/ Kg de aire húmedo)

CHs: Relación de humedad de aire seco (Kg de vapor de agua/ Kg de aire seco)

- Se determina la cantidad de agua absorbida por el aire de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad de H}_2\text{O absorbida} = CHs - CHh.$$

- Se divide el poder de evaporación para la cantidad de agua absorbida por el aire.

$$\text{Flujo de Aire} = \frac{\frac{\text{Kg } H_2O}{\text{min}}}{\frac{\text{Kg } H_2O}{\text{Kg Aire seco}}}$$

- Por último se divide el flujo de aire obtenido para la densidad del aire y de esta forma se determina el caudal de aire que se requiere.

$$Q = m + J_G \quad [3.8]$$

Donde:

Q= Caudal de aire seco m^3/min

m= Flujo de aire seco (Kg Aire seco/min)

J_G = Densidad del aire ($1.23 \text{ Kg}/m^3$)

(Vélez, 1994)

Presión estática

- Para determinar la presión estática que debe vencer el flujo de aire de secado se realiza el siguiente procedimiento de cálculo.

- Se divide el flujo de aire de secado para la cantidad de grano a secar.

$$\frac{\text{Flujo aire } m^3/\text{min}}{\text{masa grano Ton}} = m^3/\text{min}/\text{Ton}.$$

- Se multiplica el flujo de aire de secado en $m^3/\text{min}/\text{Ton}$ por la cantidad de grano por las toneladas por metro cuadrado de superficie de secado para obtener un flujo de aire en $m^3/\text{min}/m^2$:

$$\frac{m^3}{\text{min}/\text{Ton}} \times \frac{\text{Ton}}{m^2} = \frac{m^3}{\text{min}/m^2}$$

- Con este último valor se hace uso de la gráfica de SHEDD y se ubica dicho valor en el eje de las ordenadas donde se muestra el caudal de aire en $m^3/\text{minuto}/m^2$, el mismo que debe intersecarse con la curva del arroz deshidratado a 13%, una vez encontrado el punto de corte se baja verticalmente hasta el eje de las abscisas para determinar la presión estática en milímetros de columnas de agua.

- Ha este valor de presión estática se le debe sumar el 25% por concepto de pérdidas por presencia de impurezas en la masa de grano.

Tiempo de secado

- No existe un tiempo de secado específico para el arroz debido a que depende de la humedad a la que llega el grano de arroz (Arias, 1993; de Dios, 1996)
- Para determinar el tiempo de secado se realiza el siguiente procedimiento de calculo:
 - Como primer paso hay que definir la cantidad o capacidad del secador en sacos y dividir para el tiempo promedio que dura el secado.

$$\text{Capacidad Técnica} = \frac{\text{Sacos}}{\text{hora}}$$

- Se establece una humedad promedio de 22% como el contenido de humedad a la que debería llegar el grano al secado, ha este contenido de humedad se le debe restar 13% que es la humedad final que debe tener el grano una vez concluido el secado, con esto se establece los puntos de humedad que hay que eliminar.

$$22 - 13 = 9 \text{ puntos de humedad a eliminar.}$$

- Estos puntos de humedad se multiplican por la capacidad técnica de secado para obtener la capacidad de secado en función a los puntos de humedad ha eliminar, expresado en SP/h (sacos puntos/hora)

$$\frac{\text{Sacos}}{\text{hora}} \times 9 \text{ Puntos de humedad} = \text{Capacidad de secado} \frac{\text{SP}}{\text{h}} \text{ (sacos puntos/hora)}$$

- Si en la practica al secador llega arroz con un contenido de humedad superior a 22 % se determina los puntos de humedad a eliminar como se

indico anteriormente y este valor se divide para la capacidad de secado en (sacos puntos/hora)

$$\frac{\frac{SP}{h}}{\text{Puntoshumedad}} = \text{Sacos/hora}$$

- Esta capacidad de secado se la transforma a toneladas por hora.

$$\frac{\text{Sa cos}}{\text{hora}} \times \frac{210\text{lbs}}{\text{Saco}} \times \frac{1\text{kg}}{2.2\text{lbs}} \times \frac{1\text{Ton}}{1000\text{Kg}} = \frac{\text{Ton}}{\text{hora}}$$

- Establecida la capacidad de secado se determina el volumen de grano a secar expresado en toneladas:

Largo del secador (m) X ancho del secador (m) X altura de capa de grano (50cm)=m³

$$\text{Masa de grano en m}^3 \times 6'30 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1\text{Tonelada}}{1000\text{Kg}} = \text{Masa de grano en toneladas}$$

- Establecido esto se procede a la determinación del tiempo de permanencia en el secador o tiempo de secado.

$$TP = \frac{V(\text{Ton})}{C(\text{Ton/h})} = (\text{Horas}) \quad [3.9]$$

Donde:

Tp: Tiempo de permanencia.

V : Volumen de grano en el secador (toneladas).

C : capacidad del secador (toneladas/hora).

[Arias, 1993; de Dios, 1996]

No existe una capacidad de secado definida ya que esta se debe ajustar a la humedad con la que llega el grano del campo al secado artificial.

Enfriamiento

- Enfriar el grano para disminuir su temperatura antes del almacenamiento definitivo, este proceso puede disminuir la humedad del grano en 0,5 a 0,8% más.
- El enfriamiento se lo puede realizar en una cámara adicional o en la misma cámara de secado, con los ventiladores prendidos pero sin la fuente de calor.
- Se precisan por lo menos unos 30 a 40 minutos para enfriar el grano.

Medidas de seguridad

Medidas de seguridad para quemadores

Para la prevenir riesgos de incendios en secadores se pone a consideración las siguientes recomendaciones

- El quemador debe contar con un corte de suministro de calor en caso de que el flujo de aire por parte del ventilador se detuviera.
- La válvula de paso de gas se debe ubicar antes y por fuera de la secadora.
- Los contenedores de gas deben contar con un sistema de corte de paso de combustible en caso de que el quemador se apague.
- Si existe una caja de control eléctrico debe estar separada de controles de gas o de válvulas, mangueras, etc.
- Los motores eléctricos que se encuentran junto al quemador como el motor del ventilador deben estar protegidos con reguladores de voltajes, caja de fusibles, interruptores, etc. para evitar cortocircuitos.
- Por último todo quemador debe contar con una cámara de combustión.

[de Dios, 1996; Ruiz, 2006]

Medidas de seguridad contra incendios.

- Realizar prelimpieza de grano húmedo antes de efectuar el secado.
- Limpiar periódicamente el secador y quemador verificando la inexistencia de basuras en el plenum o cámara de aire de secado y en el quemador revisar que las válvulas se encuentren en buen estado, así como bocas de salida de gas.
- Controlar temperatura de secado durante todo el proceso.
- Ubicar rejillas en el ducto de transición para evitar el ingreso de basura al plenum y boca de ventilador.

[de Dios, 1996; Ruiz, 2006]

3.5 FACTORES DE COSTO DE LIMPIEZA Y SECADO DE ARROZ

3.5.1 FACTORES DE COSTO SISTEMA DE CULTIVO TRADICIONAL

Se determinó el costo de producción de arroz para un sistema de cultivo tradicional tomando como datos un rendimiento de 34 sacos por hectárea, contrato de cosechadora, transporte a los centros de secado y considerando un grano con 10% de impurezas y 26% de humedad, con un precio de comercialización de \$28 USD. El análisis de costo se muestra en el anexo XXVIII, se obtuvo lo siguiente:

Costo de producción/ha:	\$ 924.85 USD.
Utilidad neta:	\$ 27.15 USD.
Relación beneficio/costo:	1.03
Costo de producción por saco:	\$ 27.20 USD.
Rentabilidad:	2.94%.

3.5.2 FACTORES DE COSTO SISTEMA DE CULTIVO SEMITECNIFICADO

Se determinó el costo de producción de arroz para un sistema de cultivo semitecnificado tomando como datos un rendimiento de 47 sacos de arroz de 210 libras por hectárea, con 10% de impurezas y 26% de humedad y con un precio de comercialización de \$28 USD. El análisis de costo se presenta en el anexo XXIX determinándose lo siguiente:

Costo de producción/ha:	\$ 1 056.27 USD.
Utilidad neta:	\$ 259.73 USD.
Relación beneficio/costo:	1.25
Costo de producción por unidad:	\$ 24.47 USD.
Rentabilidad:	24.59 %.

3.5.3 FACTORES DE COSTO SECADO DE ARROZ.

Se determinó el costo de producción para un sistema de secado de arroz considerando el ciclo de trabajo anual que comprende 6 meses de actividad, es decir en las temporadas de cosecha de arroz; El análisis de costo se presenta en el anexo XXX determinándose lo siguiente:

Costo de producción/año:	\$ 1 513 895 USD.
Utilidad neta:	\$ 549 464 USD.
Relación beneficio/costo:	1.36
Costo de producción por unidad:	\$ 27.45 USD.
Rentabilidad promedio anual	28 %.

3.6 ANALISIS DE FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL.

Partiendo de la información obtenida en el momento en que se realizó las entrevistas y realizando una verificación visual, se empleo el método desarrollado por Adkins y Burke, y se identificó los factores ambientales bióticos y abióticos, los mismos que fueron calificados de +1 a+5 si son benéficos y de -1 a -5 si son detrinentes para determinar los factores de impacto ambiental.

Los resultados del análisis de impacto ambiental en el campo y planta de secado de arroz junto con las mitigaciones a aplicarse se presentan en los anexos XXXI al XXXIV, con lo cual se ha determinado las siguientes acciones:

- A largo plazo se requiere la implementación de embalses, canales y sistemas de riego que garanticen el suministro de agua de riego
- A largo plazo recuperación de actividad biológica de suelos mediante planes de fertilización implementados por ingenieros agrónomos.
- A corto plazo capacitar a los agricultores en Buenas Practicas Agrícolas, Manejo Integrado de Plagas, manejo adecuado de desechos y uso responsable de agroquímicos.
- A corto plazo capacitar al personal de los centros de servicio de secado en lo referente a seguridad industrial, mantenimiento de equipos, manejo de desperdicios y Manejo Integrado de Plagas en el almacenamiento de granos.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1 CONLUSIONES.

- El bajo rendimiento obtenido en las cosechas de arroz, alrededor de 34sacos por hectárea para sistemas de cultivo tradicionales, se debe a malas prácticas

agrícolas empleadas en la zona de estudio. A esto se le suma la falta de sistemas de riego y asesoramiento por parte de ingenieros agrónomos.

- En los sistemas de secado durante la recepción de grano, no se determina humedad de grano, e impurezas, por otra parte la manipulación que se da al grano, por parte de los trabajadores, produce daño mecánico.
- Existe un uso inadecuado de las unidades de almacenamiento, no existe un criterio en cuanto a la ubicación de los sacos de arroz, de tal forma que existen pérdidas por ataque de microorganismos y plagas.
- La temperatura de secado de 37°C, se debe a la combustión incompleta de GLP, por falta de una cámara de combustión en el sistema de quemadores y por pérdidas de calor en ducto de transición de aire y paredes de la cámara de secado. La temperatura de secado para arroz debe ser de 50°C, considerando el tiempo de secado en función de la humedad del grano con la que llega al secado.
- Para secar 21.83 toneladas de arroz o 228.69 sacos de 210 lb, con un contenido de humedad de 26%, formado, en la cámara de secado, una capa de grano de 0.77m de altura; el tiempo de secado debería ser de 19.5 horas. Si el grano de arroz llega con un contenido de humedad de 22%, y sin modificar la altura de capa de grano ni la cantidad a secar, el tiempo de secado se reduce a 13.5 horas (anexo XXXV).
- Si el grano de arroz llega al secado con 22% como lo recomienda Pozzolo y Ferrari, y reduciendo la altura de capa de grano a 0.5m, el tiempo de secado disminuye de 13.5 a 8.7 horas (anexo XXXV).
- Si se disminuye la altura de capa de grano de 0.77 a 0.5m, el flujo de aire cambia de 869.8 a 421 m³/minuto (anexo XXXVI),
- Si para el secado de arroz, se trabaja con una altura de capa de grano de 0.5m, lo que representa 22.5 m³ de grano, con un tiempo de secado de 8.7 horas y con un nuevo flujo de aire en base a estas condiciones de 426.15 m³/minuto, la presión estática sería de 68.75 mmCA (anexo XXXVII).

- Con un tiempo de secado de 8.7 horas se puede realizar dos tandas de secado por día, procesando 28.34 toneladas; 6.5 toneladas más que en las condiciones habituales de trabajo.
- Con la reducción del tiempo de secado a 8.7 horas, existe un 35% de reducción en el consumo de combustible.

4.2 RECOMENDACIONES.

- Desarrollar planes de capacitación en la aplicación de buenas prácticas agrícolas y manejo integrado de plagas.
- Establecer procedimientos de recepción, muestreo y manejo del grano antes del secado, tomando con referencia un contenido de humedad con el que debe llegar el grano del campo de 20 a 22% y con un porcentaje de impurezas no mayor al 3%.
- Establecer un plan de manejo de unidades de almacenamiento para grano seco, donde se enfatice en capacidades de almacenamiento, distribución y manejo del grano dentro de la unidad, aireación, desinfección y control de plagas.
- Establecer, para un sistema de secado de lecho fijo, una temperatura de secado de 50°C si este es destinado para consumo y de 45°C si se utilizara para semilla.
- Establecer, una altura de capa de grano de 0.5 m, para secado de arroz en un sistema de lecho fijo tipo rectangular.
- Realizar el estudio y diseño de una cámara de combustión que se pueda implementar a quemadores de GLP, para optimizar su consumo y evitar pérdidas de calor.
- Reemplazar la estructura y material utilizado como piso falso de secado, por chapas metálicas con un 10% de su superficie perforada y con un tamaño de orificio de 1.5 mm.

BIBLIOGRAFÍA

- *Ahyaudin Ali. "Sistema de piscicultura en arrozales con bajos niveles de insumos en Malasia" www.fao.org/docrep/006/y1187s/y1187s07.htm (Abril, 2009).*
- *Andrade. M, 2007, "Manual del Cultivo de Arroz", Estación Experimental Boliche-INIAP, Ecuador, pp. 17-19, 136-139.*
- *Arias. C, 1993, "Manual de Manejo Poscosecha de Granos a Nivel Rural", FAO, Santiago de Chile, Chile, pp. 18-44, 83,85.*
- *Assenato. D y de Lucía. M, 1993 "La ingeniería en el Desarrollo, Manejo y Tratamiento de Granos Poscosecha, FAO, http://fastonline.org/CD3WD_40/INPHO/VLIBRARY/X0041S/ES/X0041S00.HTM, (Agosto, 2009).*
- *Berlijn. J, 1993, "Manuales para la Educación Agropecuaria-Arroz", editorial Trillas, México DF, México, pp. 9-21, 53-61.*
- *Bragachini. M, 2002, "Influencia de la Cosecha sobre la Calidad de los Granos", <http://www.agriculturadeprecision.org/siembCoseAlma/InfluenciadeCosechasobreCalidadGranos2002.htm>. (Marzo, 2009).*
- *Canter. L, 1998, "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental", editorial Mc.Graw Hill, España, pp. 95-97, 686-688, 692.*
- *Carvalho. N, 1994, "El Secado de Semillas", FUMEP, Brasil, pp. 33-55, 57-108.*
- *Chippe. F y Wiesner. I, 2005, "Mejoramiento de una Secadora por Tandas de una Piladora de Arroz", Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, pp. 2-13.*
- *Cortés. J, "Seguridad e Higiene del Trabajo, Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales", 9^{na} edición, España, 2007, cap. 1-2,4, 7-8, 10-12,16.*
- *de Dios. C, 1996, "Secado de Granos y Secadoras", Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, <http://www.fao.org/docrep/x5028s/X5028S00.HTM> (Abril, 2009).*

- Espinel. P, 2008, "VADEMÉCUM AGRÍCOLA DEL ECUADOR", Ecuador, 2007-, p 230.
- Diario Hoy, 2008, "Arroz: Alerta al rendimiento" <http://www.hoy.com.ec/Arroz>
Alerta al rendimiento - Diario HOY Noticias del Ecuador y del Mundo - Hoy Online.mht, (Abril, 2009).
- Fellows. P, 1994, "Tecnología del Presecado de los Alimentos, Principios y Prácticas, Oxford, Inglaterra, pp. 296-299.
- Fonseca. S, Bergues. C, Abdala. J, Griñán. P, Hernández. G, 2002, "Estudio de la Cinética del Secado de Granos en el Prototipo de Secador Solar. Análisis de Resultados", Tecnología Química, Vol. XXII, Nº 2, pp. 2-6.
- *Franquet. M y Borrás. C, 2004, "VARIEDADES Y MEJORA DEL ARROZ (Oryza sativa, L.)", primera edición, Cataluña, España, pp. 9-11, 14-16, 19-49, 115-118, 127-142.*
- *González. M, 2002, "Industrias Cereales y sus Derivados", editorial Mundi Prensa, 1ª edición, Madrid, España, pp. 37-50.*
- Greiffenstein. C y Axel, 1998, "Breves Normas de Control de Calidad en Granos Almacenados", MAGAP-FAO, Quito, Ecuador, pp. 2, 3-14, 86-92.
- Funes. F, "Nuevas opciones para el sector Arroceros" <http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http> (Junio, 2009).
- Gustavo Jiménez., 2006. "El arroz en la Historia" <http://www.mailxmail.com/curso/vida/arroz/capitulo1.htm>. (04/03/2009).
- INAMHI, 2005, "Estadística mensual y anual de Estaciones Climatológicas, años 2001-2005, estación experimental Pichilinge", Quito, Ecuador, P 97.
- IICA, MAGAP, SESA Ecuador, Proyecto Salto, FAO, 2007, "Manual de Buenas Prácticas Agrícolas BPA", Quito, Ecuador, pp. 3-43.
- International Plant Nutrition Institute, 2008, "REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS CULTIVOS", [http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/\\$webindex/C7CAE45A06EC30D803256B22006C3F4D](http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/$webindex/C7CAE45A06EC30D803256B22006C3F4D), (Marzo, 2009).

- MAG/IICA, 2001, "IDENTIFICACIÓN DE MERCADOS Y TECNOLOGÍA PARA PRODUCTOS AGRÍCOLAS TRADICIONALES DE EXPORTACIÓN", Quito, Ecuador, pp. 18-24.
- MAGAP-FAO, 1998, "Manual Sobre la Administración de Bodegas y Alimentos", Quito, Ecuador, pp. 2-3, 21-22.
- Manuel. B y Suquilanda. V, 2003, "Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de Arroz", Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud, pp. 8-13.
- Ministerio de Agricultura de España, 1964, "Reglas Internacionales para el Análisis de Semillas", serie 1, manual # 27, Madrid, España, pp. 14-33, 77-81, 84-87.
- MAGAP, 2007, "Producción y Rendimiento del Cultivo de Arroz", Dirección de SIGAGRO, Quito Ecuador.
- Maynard, 2005, "Manual del Ingeniero Industrial, 3^{ra} edición, McGraw-Hill editores, México DF, México, pp. 3-5, 18, 41.
- Ministerio de Economía, Industria y Comercio, 2003, "MEIC", <http://www.meic.go.cr/> - 15k - (Octubre, 2009).
- Levin. R y Rubin. D, 1996, "Estadística para Administradores", 6^{ta} edición, México DF, México, pp. 12-14, 82, 117-121, 314-316, 320.
- Lozano. X, 1994, "Diseño Complementario y Evaluación de un Secador de Arroz de Flujo Continuo", Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ingeniería Mecánica, Guayaquil, Ecuador, pp. 61-65.
- Onofre. J y Díaz. M, 2004, "Implementación de Silos para Almacenar productos de Ciclo Corto en 10 Comunidades de los cantones Mocha, Pueblo Viejo y Ventanas de la Provincia de Los Ríos", Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, pp.14-15.
- Pozzolo. O y Ferrari. H, 2007, "Arroz, Eficiencia de Cosecha y Postcosecha", primera edición, manual técnico #5, Uruguay, pp. 50-91, 96-99, 130, 150-155.

- Prost. J, 1970, “La Botánica y sus Aplicaciones”, editorial Mundi-Prensa, Madrid, España, pp. 262-273.
- Ruiz. C, 2006, “Salud Laboral, Conceptos, Técnicas para la Prevención de Riesgo Laborales”, 3^{ra} edición, España, cap. 2-4, 9-10,13-14, 19-24.
- Ronald Ramírez Olano., 2008, “Origen e Historia del Arroz” <http://www.scribd.com/doc/11880507/Historia-Del-Arroz>, (04/03/2009).
- SICA. “III Censo Nacional Agropecuario”, http://www.sica.gov.ec/censo/contenido/estud_an.htm. (06/03/2009).
- Velásquez. J, 2008, “Semillas, Tecnología de Producción y Conservación”, 1^{ra} edición, editorial Chiriboga, Quito, Ecuador, pp. 3, 5, 8,36-38, 51-87.
- Viteri. P, 2006, “Producción y Estructura Productiva”, <http://www.andi.com.co/eventos/Memorias> (Junio, 2009).

ANEXOS

Anexo I Requerimientos nutricionales de maíz, arroz y soya

Arroz

Nutriente	Requerimiento	Indice de Cosecha	Rendimiento de 9000 kg/ha	
			Necesidad	Extracción
	kg/ton grano		kg/ha	kg/ha
Nitrógeno	22	0.66	198	131
Fósforo	4	0.75	36	27
Potasio	19	0.21	171	36
Calcio	3	0.07	27	2
Magnesio	3	0.28	27	8
Azufre	4	0.45	36	16
Boro	0.020	0.25	0.180	0.045
Cloro	0.444	0.06	3.996	0.240
Cobre	0.013	0.29	0.117	0.034
Hierro	0.125	0.36	1.125	0.405
Manganeso	0.189	0.17	1.701	0.289
Molibdeno	0.001	0.63	0.008	0.005
Zinc	0.053	0.50	0.477	0.239

International Plant Nutrition Institute, 2008

Anexo II

Métodos de siembra del arroz según el tipo de cultivo

TIPOS DE CULTIVO DEL ARROZ	MÉTODO DE SIEMBRA	PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL AGUA (cm)
Arroz de temporal de tierras bajas	Trasplante	0-50
Arroz de temporal superficial de tierras bajas	Trasplante	5-15
Arroz de temporal de profundidad media de tierras bajas	Trasplante	16-50
Arroz de aguas profundas	A voleo en suelo seco	51-100
Arroz flotante	A voleo en suelo seco	101-600
Arroz de tierras altas	A voleo o en hileras en suelo seco	Sin agua estancada

Franquet y Borrás, 2004

Nota: Por arroz de temporal se refiere a las estaciones seca y de lluvia que son las condiciones que se presentan en el país, los restantes tipos de cultivo son más comunes en otras regiones como Filipinas, China y Japón debido a su topografía, así como por las estaciones de lluvias las cuales son más prolongadas y severas (monzones).

Anexo III
Dosis y épocas de aplicación de herbicidas para el arroz en época de invierno (secano)

DOSIS/ Pc / ha				OBSERVACIONES
EPOCA DE APLICACION	PRODUCTO	SUELO FRANCO (liviano)	SUELO ARCILLOSO (pesado)	
Pre + Post	Oxadiazon + Propanil + MCPA	1.5 - 1.8 + 6.0 - 8.0 + 0.7 - 1.0	2.0 - 2.5 + 6.0 - 8.0 + 0.7 - 1.0	Para el combate de malezas gramíneas y de hoja ancha. Para el combate de malezas gramíneas, de hoja ancha y Cyperaceas, en activo crecimiento (2-3 hojas). MCPA puede reemplazarse por Bentazon + MCPA.
Pre + Post	Pendindalin + Stam-Lv-10 + Metsulfuron metyl	2.0 - 2.5 + 6.0 - 8.0 + 15 g	2.5 - 3.0 + 6.0 - 8.0 + 18 g	Para el combate de malezas gramíneas y de hoja ancha en activo crecimiento (2-3 hojas). Allí puede reemplazarse por MCPA.
Pre + Post	Pendimetalin + Propanil + MCPA	2.5 + 5.0 + 0.7	3.0 + 5.0 + 0.7	Aplicar a los 10-12 días de la siembra. Para el combate simultáneo de malezas gramíneas y de hoja ancha. Pendimetalin puede reemplazarse por Butaclor o Saturno.

MAG/IICA, 2001

Pc = Producto comercial.

Anexo III
Dosis y épocas de aplicación de herbicidas para el cultivo de arroz en época de verano (Continuación)

EPOCA	PRODUCTO	DOSIS Pc / ha	SISTEMA SIEMBRA	OBSERVACIONES
Post 1/	Pendimetalin + Propanil + MCPA	2.5 + 5.0 + 0.7	Voleo Trasplante	Para combatir malezas emergidas a los 10-12 días de la siembra. Pendimetalin puede reemplazarse por Machete o Saturno.
	Propanil + MCPA	6.0 + 8.0 + 0.7 + 10	Voleo Trasplante	Para el combate simultáneo de malezas de hoja angosta y ancha o Cyperaceas. MCPA puede reemplazarse por Metasulfuron metil o Bentason + MCPA.

MAG/IICA, 2001 I

Pc = Producto comercial.

1/ = Aplicaciones en Post debe retirarse agua de piscinas 1 día antes e inundar 2-3 días después.

Anexo IV

Principales plagas del cultivo de arroz en el Ecuador y tratamientos para su control

Plagas insectiles

Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	Dosis
Falso Medidor	<i>Rupela albinella</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> <i>Beauveria bassiana</i>	10 ⁸ UFC x ml 10 ⁷ UFC x ml
Novia del Arroz	<i>Mocis latipes</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> <i>Azadirachtina</i>	10 ⁸ UFC x ml
Barrenador del tallo	<i>Diatrea saccharalis</i>	<i>Metarrhizium anisopliae.</i> Capsaina	10 ⁸ UFC x ml 2 ml x lt
Saltón	<i>Sogatodes orizicola</i>	Niocina Bencilcianida Azadirachtina	2 ml x lt 6 ml x lt 3 ml x lt
Pulgón de la hoja	<i>Aphis</i> sp.	Erynia neoafidis Carboximetil celulosa Felandreno.	10 ⁸ UFC x ml 2 ml x lt 3 ml x lt
Gusano cortador	<i>Spodoptera litura</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> Acido ricinoleico Azadirachtina	10 ⁸ UFC x ml 2 ml x lt 4 ml x lt
Gusano soldado del arroz	<i>Mythimna latiuscula</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> Meliantrol Azadirachtina	10 ⁸ UFC x ml 4 ml x lt 5 ml x lt

Plagas de ácaros

Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	Dosis
Acaro del arroz	<i>Schizotetranychus oryzae.</i>	Acido silícico. Felandreno. Histocianina. Azadirachtina.	2 ml x lt 4 ml x lt 5 ml x lt 5 ml x lt

Anexo IV
Principales plagas del cultivo de arroz en el Ecuador y tratamientos para su control (Continuación)

Plagas de nemátodos

Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	Dosis
Nemátodos de agalla	<i>Meloidogyne incógnita</i>	<i>Paecilomyces lilacinus.</i> <i>Pasteuria penetrans.</i> Acidos grasos Azadirachtina	10 ⁷ UFC x ml 10 ⁸ UFC x ml 10 ⁸ U x ml 5 ml x lt 1 – 2 g x planta.
Nemátodo anillado	<i>Criconemoides</i> sp.	<i>Paecilomyces lilacinus</i> <i>Pasteuria penetrans</i> Acidos grasos. Azadirachtina	10 ⁷ UFC x ml 10 ⁸ UFC x ml 10 ⁹ U x ml 2 ml x lt 5 ml x l
Nemátodo del raquitismo	<i>Trylenchorhynchus</i> sp.	<i>Paecilomyces lilacinus</i> <i>Pasteuria penetrans</i> Acidos grasos. Azadirachtina	10 ⁷ UFC x ml 10 ⁸ UFC x ml 2 ml x lt 5 ml x lt

MAG/IICA, 2001

Anexo V
Producción y rendimiento de arroz según su provincia de origen.

	ARROZ EN CASCARA		
	SUPERFICIE COSECHADA ha	PRODUCCIÓN T.M.	RENDIMIENTO Kg/ha
TOTAL REPUBLICA	348,650	1,427,951	4,096
SIERRA	7,275	23,675	3,254
CARCHI			
IMBABURA			
PICHINCHA	700	2,170	3,100
COTOPAXI	520	1,900	3,654
TUNGURAHUA			
CHIMBORAZO	14	37	2,643
BOLÍVAR	741	2,148	2,899
CAÑAR	3,450	9,505	2,755
AZUAY			
LOJA	1,850	7,915	4,278
COSTA	338,365	1,397,009	4,129
ESMERALDAS	1,810	6,845	3,782
MANABÍ	22,938	81,045	3,533
LOS RÍOS	119,256	497,961	4,176
GUAYAS	191,763	802,146	4,183
EL ORO	2,598	9,012	3,469
ORIENTE	3,010	7,267	2,414
SUCUMBIOS	2,640	6,412	2,429
ORELLANA	20	42	2,100
NAPO	220	510	2,318
PASTAZA	85	215	2,529
MORONA SANTIAGO	45	88	1,956
ZAMORA CHINCHIPE	-	-	-
GALPAGOS	-	-	-

MAGAP, 2007

Anexo VI
FICHA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN AGRÍCOLA

Nombre del Propietario
Ubicación:.....**Pa**
rroquia.....**Sector**.....**Fecha**.....**Teléf.:**.....

Cultivo: Arroz **Superficie (hectáreas):**.....
Asociación a la que Pertenece**Representante legal**.....
Número de socios.....

Sistema de cultivo practicado:
Tradicional **Semitecnificado** **Tecnificado**

Número de Jornales por ciclo de siembra.....

Utiliza semilla: Clasificada Seleccionada Certificada

¿Utiliza agroquímicos? Si No **¿Qué agroquímico utiliza?**.....

Ciclos de Cosecha: Fecha de siembra.....Fecha de cosecha.....

Densidad de Siembra.....

¿Qué tipo de equipo o maquinaria utiliza?

Tractor Cosechadora Desgranadora Bomba

Sistema de riego Si No **¿Qué sistema de riego utiliza?**.....

Rendimiento que obtiene.....

Observaciones:

Anexo VII
FICHA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL MANEJO
POSTCOSECHA

¿Qué características morfológicas toma usted en cuenta para realizar la cosecha?

- | | | | |
|--|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| Coloración de la planta | <input type="checkbox"/> | Clima | <input type="checkbox"/> |
| Porcentaje de humedad del grano | <input type="checkbox"/> | Experiencia | <input type="checkbox"/> |
| Ciclo vegetativo | <input type="checkbox"/> | | |

¿Qué sistema de cosecha usted utiliza?

- Manual** **Mecánica**

¿Qué sistema de secado usted realiza?:

- | | |
|---|---------------------------|
| Secado en planta <input type="checkbox"/> | Tiempo (Días)..... |
| Secado en patio, tendal <input type="checkbox"/> | Tiempo (Días)..... |

El transporte de su cosecha lo realiza de forma:

- Directa** **Intermediario**

¿Cómo transporta la cosecha usted?

- Granel** **Saco**

¿En cuanto estima el costo de este proceso?

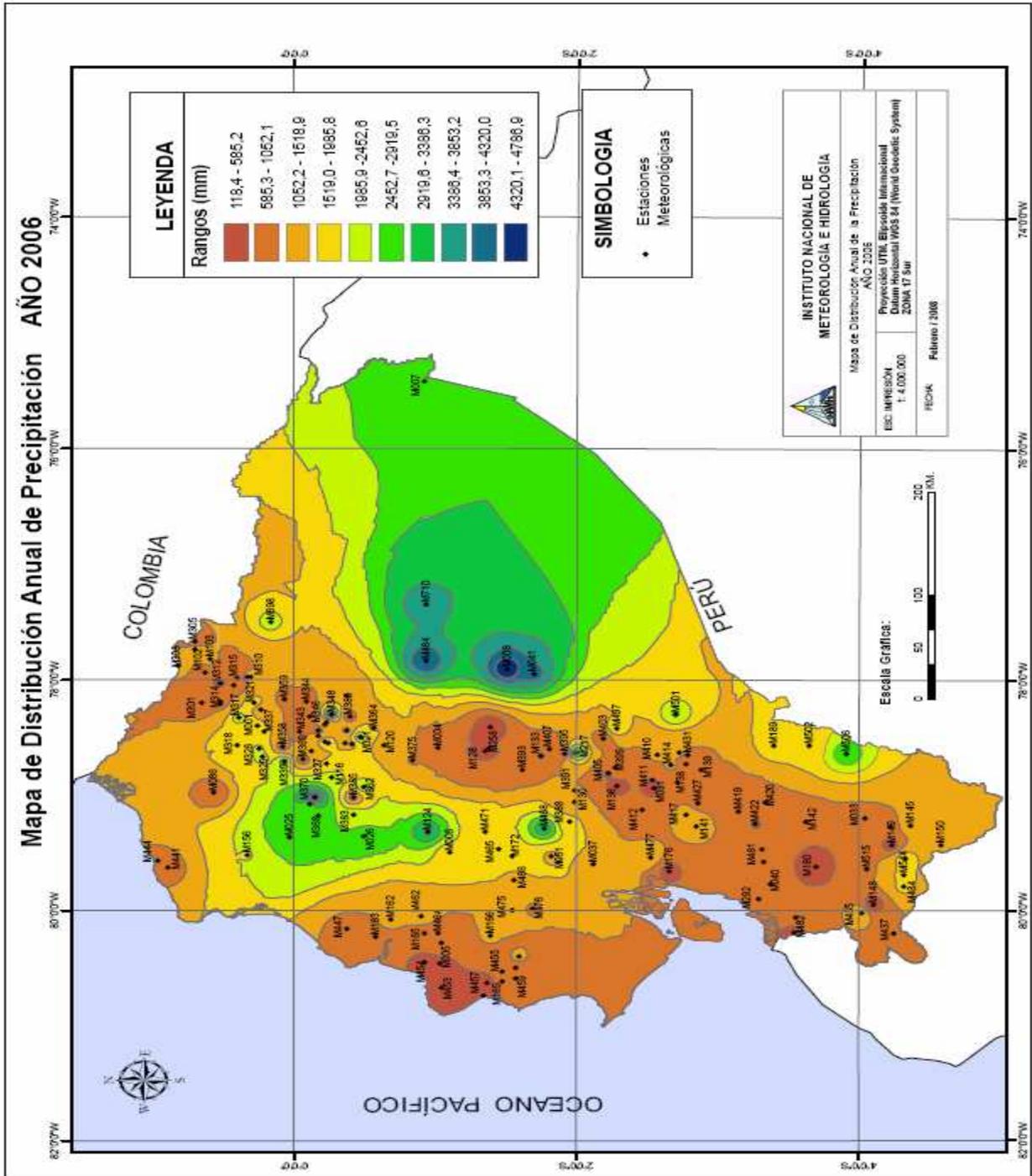
.....

.....

.....

Anexo VIII

Mapa distribución anual de precipitación. Ventanas código (M465)



Anexo IX : Tabla de dígitos aleatorios.

1581922396	2068577984	8262130892	8374856049	46375674
0928105582	7295088579	9586111652	7055508767	64723829
4112077556	3440672486	1882412963	0684012006	09331479
7457477468	5435810788	9670852913	1291265730	48900313
0099520858	3090908872	2039593181	5973470495	97761355
7245174840	2275698645	8416549348	4676463101	22293679
6749420382	4832630032	5670984959	5432114610	29660956
5503161011	7413686599	1198757695	0414294470	01401215
7164238934	7666127259	5263097712	5133648980	40119669
3593969525	0272759769	0385998136	9999089966	75440568
4192054466	0700014629	5169439659	8408705169	10743731
9697426117	6488888550	4031652526	8123543276	09275345
2007950579	9564268448	3457416988	1531027886	70166337
4584768758	2389278610	3859431781	3643768456	41413145
3840145867	9120831830	7228567652	1267173884	40206516
0190453442	4800088084	1165628559	5407921254	37689324
6766554338	5585265145	5089052204	9780623691	21954480
6315116284	9172824179	5544814339	0016943666	38285387
3908771938	4035554324	0840126299	4942059208	14756239
5570024586	9324732596	1186563397	4425143189	32166532
2999997185	0135968938	7678931194	1351031403	60025618
7864375912	8383232768	1892857070	2323673751	31888817
7065492027	6349104233	3382569662	4579426926	15130824
0654683246	4765104877	8149224168	5468631609	64743938
7830555058	5255147182	3519287786	2481675649	89075986

* Basada en los primeros 834 números seriales de la rifa selectiva del servicio militar, incluida en *The New York Times*, 30 de octubre de 1940, p. 12 c 1940 by *The New York Times Company*. Levin, 1998.

Anexo X
Selección de socios arroceros de la federación “Tierra Fértil” a ser encuestados

NÚMERO DE CEDULA	NOMBRE	RECINTO	Sacos/ha (sacos 200lb)	HECTÁREAS
200822476	Toapanta Guaman Jose	Zapotal	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
120523660	Aldaz Vera Luz Lida	El Moral	20 sacos	Arroz 6 ha, maíz duro 4 ha
1204375263	Aldaz Vera Blanca Aurora	El Moral	18 sacos	Arroz 4 ha, maíz duro 5 ha
924324197	Amaya Maquilon Vilma	El Moral	18 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1204468746	Angulo Alvarado Alexandra	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1206371534	Angulo Carvajal Orly	Zapotal	16 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 7 ha
1204028177	Arana Loor Carlos Ricardo	El Moral	20 sacos	Arroz 8 ha, maíz duro 2 ha
1203161425	Arteaga Lara Jorge	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1206466508	Ato Camba Humberto	Zapotal	10 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 5 ha
1201636584	Avila Navarrete Nelly	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1201602545	Bajana Valarezo Luis	Zapotal	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9ha
1205839226	Bajana Moncada Cruz	Zapotal	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1206755652	Bajana Moncada Doris	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1200775029	Bajana Pisacome Bella	Zapotal	12 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 5 ha
1206032714	Bajana Valarezo Kerly	Zapotal	16 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 7 ha
1201202288	Barragan Peña Nidia	Zapotal	20 sacos	Arroz 3 ha, maíz duro 7 ha
1202788640	Barragan Toro Edward	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
201900800	Barragan Urbano Beatriz	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1201367560	Benites Dumes Pedro	Zapotal	12 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 5 ha
200899359	Borja Borja Livia	El Moral	18 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 8 ha
1205853458	Briones Barragan Ernesto	Zapotal	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1206130633	Briones Barragan Carlos	Zapotal	20 sacos	Arroz 4 ha, maíz duro 6 ha
1202232995	Briones Cruz Carmen	Zapotal	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1201968201	Briones Montoya Simón	Zapotal	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1203512809	Bustamante Suarez Astolfo	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1203168859	Caicedo Ayala Manuel	Zapotal	10 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 8 ha
1202817423	Caicedo Moreira Lorenzo	Zapotal	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1201214119	Calderon Ayala Carlos	El Moral	18 sacos	Arroz 3 ha, maíz duro 6 ha
200284842	Camacho Galarza Leonel	El Moral	20 sacos	Arroz 5 ha, maíz duro 5 ha
201423068	Cambo Chimborazo Carlos	El Moral	20 sacos	Arroz 3 ha, maíz duro 7 ha

Anexo X
Selección de socios arroceros de la federación “Tierra Fértil” a ser encuestados
(Continuación)

202117578	Cambo Yauquui Marcia	El Moral	16 sacos	Arroz 5 ha, maíz duro 3 ha
1203107592	Carpio Mino Wilmer	Zapotál	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1206111054	Carrera Carvajal Jessica	El Moral	20 sacos	Arroz 3 ha, maíz duro 7 ha
1205422247	Carrera Poveda Italia	Zapotál	18 sacos	Arroz 3 ha, maíz duro 6 ha
1204096042	Carvajal Carrera Freddy	El Moral	20 sacos	Arroz 3 ha, maíz duro 7 ha
1203794167	Carvajal Carrera Geoconda	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1721655445	Carvajal Carvajal Franklin	El Moral	20 sacos	Arroz 3 ha, maíz duro 7 ha
1203450877	Castro Cisnero Janett	El Moral	18 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 8 ha
1201030515	Castro Cisnero Luis	Zapotál	12 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 5 ha
1206126615	Cavellos Zambrano Juliana	El Moral	20 sacos	Arroz 5 ha, maíz duro 5 ha
1202487169	Cepeda Barrera Miguel	Zapotál	20 sacos	Arroz 3 ha, maíz duro 7 ha
1201038286	Cepeda Carcamo Armando	Zapotál	10 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 3 ha
1204032278	Cepeda Galarza Manuel	Zapotál	12 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 5 ha
1205168873	Cepeda Playa Juan	Zapotál	10 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 4 ha
1202853188	Chamba Orozco Carmen	Zapotál	10 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 4 ha
201696549	Chela Pinina Ana	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
201392198	Chela Toapanta Maria	El Moral	18 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 8 ha
201896271	Cholota Cambo Margoth	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1203500051	Contreras Muñoz Eduardo	Zapotál	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
917889388	Cruz Burgos Luis	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
201305943	De la Cruz Canbo Angel	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
201721487	De la Cruz Canbo Segundo	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1303610891	Figueroa Posligua Angel	Zapotál	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1202155188	Gaibor Bajana Wimper	Zapotál	14 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 6 ha
1206735647	Galarza Manobanda Juan	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
918086026	Galarza Pazos Monica	Zapotál	10 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 4 ha
1202841621	Garcia Arevalo Nicolas	Zapotál	20 sacos	Arroz 4 ha, maíz duro 6 ha
200924009	Garcia Campana Enma	El Moral	20 sacos	Arroz 3 ha, maíz duro 7 ha
1201559364	Garcia Vera Felix	Zapotál	8 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 3 ha
200504595	Gavilanez Delgado Raul	El Moral	18 sacos	Arroz 4 ha, maíz duro 5 ha
1706557269	Gomez Cagua Eloy	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha

Anexo X
Selección de socios arroceros de la federación “Tierra Fértil” a ser encuestados
(Continuación)

1600118556	Guzman Monge Maria	El Moral	20 sacos	Arroz 3 ha, maíz duro 7 ha
1200563979	Herrera Granda Nasareno	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
200970044	Hurtado Quingahuano Juan	El Moral	20 sacos	Arroz 6 ha, maíz duro 4 ha
1206239145	Hurtado Quingahuano Lilian	El Moral	20 sacos	Arroz 7 ha, maíz duro 3 ha
1201456439	Jara Gamarra Lester	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1200820536	Jimenez Sanchez Carlos	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1202000343	Jimenez Sanchez Julia	El Moral	10 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 4 ha
1206764761	Lara Calero Eudalia	Zapotal	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
200825826	Lopez Alba Madaline	Zapotal	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
200585164	Mendoza Angulo Augusto	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1204963894	Mendoza Rodriguez Angel	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1202114649	Merelo Arriaga Flodor	Zapotal	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1202090625	Moncada Merlo Solita	Zapotal	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1202943898	Mosquera Suarez Pedro	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1204371429	Muñoz Avila Maritza	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1205685520	Muñoz Avila Carlos	Zapotal	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1202985725	Muñoz Litardo Elena	El Moral	10 sacos	Arroz 5 ha
911561033	Muñoz Velez Gabriel	El Moral	10 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 3 ha
1200628822	Ortiz Moran Luz	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
200587517	Peña Davila Elsa	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1202456941	Peña Jimenez Fanny	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
200485423	Peña Jimenez Lorenza	Zapotal	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1202566004	Peña Wiliam Hernan	Zapotal	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1202218424	Peñafiel Rivera Sergia	El Moral	12 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 5 ha
1201291877	Pinto Rocha Hugo	Zapotal	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1201939822	Poveda Gavilanez Gloria	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1201365606	Poveda Gavilanez Isabel	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1204087504	Poveda Gavilanez Libia	El Moral	20 sacos	Arroz 3 ha, maíz duro 7 ha
201627684	Punina Pariguaman Segundo	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1200764841	Ramirez Carrera Wilson	Zapotal	20 sacos	Arroz 3 ha, maíz duro 7 ha
1200303194	Ramirez Gomez Guillermo	Zapotal	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha

Anexo X
Selección de socios arroceros de la federación “Tierra Fértil” a ser encuestados
(Continuación)

1205837071	Ramirez Vecilla Eder	Zapotál	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1205837089	Ramirez Cevilla Wilson	Zapotál	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1206738633	Ramirez Vera Morayma	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1708410202	Rocafuerte Carcamo	Zapotál	10 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 4 ha
1201429188	Rodriguez Muñoz Juan	El Moral	20 sacos	Arroz 5 ha, maíz duro 5 ha
200528693	Rodriguez Naranjo Luz	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1205204868	Roemero Peñafiel Mauricio	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1201917273	Romero Villamar Cira	El Moral	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1200837910	Romero Villamar Marcos	Zapotál	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1201429717	Rubio Espinoza Marcos	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
200825578	Ruiz Baños Luis	Zapotál	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1720340908	Ruiz Carvajal Welinton	Zapotál	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1201588207	Salavarría Barroso Jose	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1200307146	Salazar Juan Felix	Zapotál	20 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 9 ha
1200798252	Salvatierra Quijje Silvio	El Moral	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1201597927	Sánchez Laje Apolinario	Zapotál	16 sacos	Arroz 1 ha, maíz duro 7 ha
1203409410	Sánchez Vera Marcelo	Zapotál	20 sacos	Arroz 2 ha, maíz duro 8 ha
1202490742	Suarez Pizacome Emilia	El Moral	20 sacos	Arroz 5 ha, maíz duro 5 ha

Base de datos federación “Tierra Fértil”, 2008

Nota: Las celdas sombreadas corresponden a los socios que fueron encuestados

Anexo XI

RESULTADOS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN AGRÍCOLA

1.- ¿Cuál la superficie sembrada de arroz que usted posee?

HECTÁREAS	# de encuestados	PORCENTAJE
1	20	45,5%
2	9	20,5%
3	8	18,2%
4	1	2,3%
5	2	4,6%
6	2	4,6%
7	1	2,3%
8	1	2,3%
TOTAL	44	100,0%

2.- Sistema de cultivo practicado

SISTEMA DE CULTIVO	# de encuestados	PORCENTAJE
TRADICIONAL	26	59,1%
SEMITECNIFICADO	18	40,9%
TECNIFICADO	0	0,0%
TOTAL	44	100,0%

3.- Número de jornales por ciclo de siembra

SISTEMA DE CULTIVO	# de encuestados	PORCENTAJE
TRADICIONAL (31 jornales)	24	54,5%
SEMITECNIFICADO (11 jornales)	20	45,5%
TOTAL	44	100,0%

4.- ¿Que clase de semilla utiliza?

CLASE DE SEMILLA	# de encuestados	PORCENTAJE
CLASIFICADA	6	13,6%
SELECCIONADA	16	36,4%
CERTIFICADA	22	50,0%
TOTAL	44	100,0%

5.- ¿Qué agroquímico utiliza?

TIPO DE AGROQUÍMICO	# de encuestados	PORCENTAJE
FERTILIZANTE	44	100,0%
HERBICIDA	44	100,0%
PLAGUICIDA	5	11,4%
INSECTICIDA	44	100,0%
ORGÁNICOS	0	0,0%

6.- ¿Qué tipo de equipo o maquinaria utiliza?

TIPO DE MAQUINARIA	# de encuestados	PORCENTAJE
TRACTOR	13	29,5%
COSECHADORA	11	25,0%
BOMBA DE MOCHILA	35	79,5%
TOTAL	44	

Anexo XII

RESULTADOS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN POSCOSECHA

1.- ¿Que características fisiológicas toma usted en cuenta para realizar la cosecha?

CARACTERISTICA MORFOLÓGICA	# de encuestados	PORCENTAJE
COLORACIÓN DE LA PLANTA	44	100,0%
HUMEDAD DEL GRANO	27	61,4%
CICLO VEGETATIVO	29	65,9%
CLIMA	30	68,2%
TOTAL	44	

2.- ¿Que sistema de cosecha usted utiliza?

SISTEMA DE COSECHA	# de encuestados	PORCENTAJE
MANUAL	28	63,6%
MECANICA	10	22,7%
MIXTO	6	13,6%
TOTAL	44	100,0%

3.- ¿Que sistema de secado usted realiza?

SISTEMA DE SECADO	# de encuestados	PORCENTAJE
SECADO EN ESPIGA (Planta de arroz)	44	100,0%
SECADO NATURAL (Patio o tendal)	36	81,8%
TOTAL	44	

4.- El transporte de su cosecha lo realiza de forma:

FORMA DE TRANSPORTE	# de encuestados	PORCENTAJE
DIRECTA	10	22,7%
INTERMEDIARIO	34	77,3%
TOTAL	44	100,0%

5.- ¿Como transporta la cosecha usted?

FORMA DE TRANSPORTE	# de encuestados	PORCENTAJE
GRANEL	11	25,0%
SACAS, SACOS	33	75,0%
TOTAL	44	100,0%

Anexo XIII Buenas Prácticas Agrícolas

Sección 1	MATERIAL VEGETAL DE PROPAGACIÓN				
		Cumple	No cumple	No se aplica	COMENTARIO
1.1	¿Se utiliza material vegetal procedente de centros de propagación vegetativa oficialmente autorizados?	X			El 50% de la población agricultora de arroz efectúa la siembra utilizando semilla certificada y el 36% semilla seleccionada sin embargo el 14% usa semilla clasificada o reciclada la cual aun trae problemas de rendimientos así como perdidas por ataque de plagas y enfermedades.
1.2	¿El material vegetal de propagación se encuentra libre de plagas y preferiblemente resistente a las mismas siendo autorizados por los centros de propagación vegetativa?		X		No se cumple de conformidad a la ley y no por falta de control si no por que el agricultor obtiene semilla reciclada de la certificada a más de que esta se encuentra mezclada con otras semillas de arroz variedades diferentes que son susceptibles a plagas y enfermedades.
Sección 2	GESTIÓN DEL SUELO Y DE LOS SUSTRATOS				
2.1	LUGAR DE PRODUCCIÓN				
2.1.1	¿Se caracteriza el lugar de producción basándose en mapas, potencial del suelo analizando: clase de suelo, temperatura, altitud, humedad relativa y pluviosidad?		X		No se cuenta con apoyo técnico por parte de instituciones estatales como el INIAP, SESA para la caracterización de tierras destinadas a la producción agrícola. Se tiene problemas en lo referente a toxicidad (ph.) así como ataque de plagas.
2.2	MANTENIMIENTO DE EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA				

Anexo XIII Buenas Prácticas Agrícolas

2.2.1	¿Cuando el equipo, herramientas o maquinaria entran en contacto con el producto, se limpia y desinfecta antes de ser utilizados y durante la operación si así lo requiere?			X	Se debe realizar capacitaciones a los agricultores enfocándose en la importancia de realizar las actividades agrícolas como siembra, transplante y cosecha y como estas se ven afectadas si se emplea equipo en mal estado.
2.3	SIEMBRA Y/O TRANSPLANTE				
2.3.1	¿Se realiza labores de labranza mínima así como incorporación de materia orgánica que ayude a la desinfección del suelo, evitando el estancamiento en exceso de agua para el mejor desarrollo del cultivo?			X	Se tiene conocimiento sobre la importancia de la labranza mínima para la conservación de las propiedades del suelo, pero no se añade materia orgánica para la restitución de nutrientes, solo se deja los desperdicios de la cosecha en el suelo para su descomposición o se realiza la quema.
2.3.2	¿En la siembra directa, colocando la semilla en el lugar definitivo o utilizando plántulas desarrolladas en invernadero o vivero registrado en el SESA, el material de siembra es protegido de contaminaciones utilizando superficies de contacto limpias?			X	Debido a la naturaleza del cultivo este parámetro no se cumple, pero es necesario conocer cuales son las condiciones en las que se encuentra la planta antes del transplante a su sitio definitivo.
2.3.3	¿El material vegetal trasplantado pasa por un proceso de evaluación fitosanitaria y selección para evitar que se trasplanten plantas con plagas y asegurar su vigor vegetal?			X	No se lo realiza.
2.3.4	¿Durante el trasplante o la siembra, los trabajadores mantienen sus manos limpias, desinfectadas y protegidas con guantes; además de tener el cuidado de proteger el material de trasplante de pérdida de agua, no exponiéndolo directamente al sol y acumulación de suciedad?			X	Por el manejo que tiene la planta de arroz al momento de la cosecha no se la puede proteger de las condiciones climáticas. Los agricultores no tienen forma de protección ni limpieza al momento de la siembra. Este aspecto debe ser analizado para mejorar estas condiciones.

Anexo XIII Buenas Prácticas Agrícolas

2.3.5	¿Se lleva registro del número o identificación del lote sembrado, fecha de siembra, variedad, cantidad de plantas y tipo de material de siembra; procedencia de la semilla y material vegetal de propagación, así como una identificación en un rótulo visible en el campo, ubicado a la entrada de cada lote?			X	No se cumple con este parámetro aunque se tiene conocimiento de su aplicación como un aspecto técnico y de control. Las producciones a gran escala si lo realizan.
2.4	LABORES CULTURALES				
2.4.1	¿Se utiliza técnicas apropiadas de labranza en la preparación de suelo, minimizando el uso de maquinarias pesadas, para mantener la estructura adecuada y evitar su compactación?	X			Se cumple por que la mayoría de producciones analizadas son pequeñas, pero esto contrasta con el tiempo de trabajo y de jornales utilizados lo cual influye mucho en lo referente a los costos de operación.
2.4.2	¿Existe evidencia visual o documentada de la aplicación de técnicas de labores de conservación, tales como: labranza siguiendo las curvas de nivel, terrazas, establecimiento de drenajes, cultivos de cobertura, uso de abonos orgánicos, labranza mínima, árboles y arbustos en los bordes del campo, así como labores encaminadas a reducir la posible erosión del suelo?			X	No existe evidencia de técnicas aplicadas, no se realiza labores de curvas de nivel ni canales así como el uso de barreras naturales como árboles etc.
2.4.3	¿Realizar la desinfección del suelo mediante técnicas adecuadas tales como la solarización, tratamientos térmicos, movimiento del suelo y/o bioaplicación, entre otras?			X	Se hace uso de agroquímicos contra malezas, así como la quema de los subproductos de las cosechas anteriores, uso de maquinaria en algunos casos para dar movimiento al suelo y prepararlo.
2.4.4	¿Cuando se aplica desinfectantes químicos, existe justificación escrita sustentada por un profesional ingeniero agrónomo. Existen disponibles registros escritos o evidencias de su utilización, incluyendo: nombre comercial, ingrediente activo, concentración, dosis utilizada y frecuencia, localización, fecha de la aplicación, métodos de aplicación y nombre del operador, empresa proveedora?			X	No se efectúa esto. El agricultor toma encuenta solo su experiencia, pocos son los que reciben una asesoría de personal calificado. No se tiene registro alguno y es muy común saber que el agricultor al poco tiempo no recuerda cual fue la marca o nombre del producto que aplicó así como la cantidad o concentración empleada.
Sección 3	FERTILIZACIÓN				

Anexo XIII Buenas Prácticas Agrícolas

3.1	¿Los fertilizantes químicos sintéticos y abonos orgánicos, para su uso están registrados y autorizados por el MAGAP?	X		Existen puntos de venta de agroquímicos que cuentan con estos productos los cuales sí se encuentran registrados y controlados pero su uso es reducido ya que no tienen la suficiente publicidad ante productos químicos que tienen fines similares.
3.2	¿Todas las aplicaciones de fertilizantes químicos y abonos orgánicos, son recomendadas y documentadas por un profesional ingeniero agrónomo?		X	No se realiza, solo agricultores que tienen contratos para la venta de su producción a empresas tienen asesoría de ingenieros agrónomos. Instituciones estatales deben dar más control y ayuda en este aspecto.
3.3	¿Siempre que las condiciones de suelo y cultivo lo permitan, se propende a la utilización de abonos orgánicos enriquecidos y a la disminución del uso de fertilizantes químicos?		X	No se efectúa debido a que los agricultores buscan rapidez de respuesta. No se lleva conciencia de la importancia que es el suelo como recurso para la producción agrícola.
3.4	¿Se almacenan los fertilizantes químicos y abonos orgánicos en espacios físicos independientes, debidamente identificados, en lugares secos y ventilados, alejados de las áreas de producción, vivienda, comedores, baterías sanitarias y fuentes de agua, en condiciones que eviten la contaminación por escurrimiento o lixiviación, separado de material de vivero, productos frescos cosechados, plaguicidas; y, disponer de un registro o inventario del contenido?	X		Se realiza esta actividad, cumpliendo con las prevenciones especificadas por los fabricantes, pero las condiciones de humedad y luz no se cumplen, así como su ubicación y disposición en el lugar de almacenamiento.
3.5	¿Los sólidos (polvo o granulado) con peso menor a 55 libras o 25 kilos se sitúan en la parte superior de los estantes, en tanto que los líquidos en la parte inferior?		X	No se cumple, pocos son los productores agrícolas que conocen de la disposición de este tipo de productos en una bodega destinada a agroquímicos. Las condiciones climáticas en la que se encuentra la zona de estudio no es de mucha ayuda. Se debe realizar capacitaciones.

Anexo XIII Buenas Prácticas Agrícolas

3.6	¿Para la aplicación de la cantidad y del tipo de fertilizante, existe evidencia escrita por el profesional ingeniero agrónomo responsable de hacer los cálculos de cantidad y tipo de fertilizantes químicos y abonos orgánicos, basado en un análisis de laboratorio de suelo y requerimientos de cultivo?		X	No se realiza ningún tipo de control por parte de un ingeniero agrónomo, ni existe evidencia de que se realice algún cálculo que justifique las cantidades de químico utilizado. Análisis químicos de suelo no son empleados.	
3.7	¿En caso de utilizar materiales orgánicos de producción local tales como estiércol, lodos residuales, entre otros, estos deberán ser tratados con procedimientos como composteo, pasteurización, secado por calor, tratamiento con cal o combinación de éstos, utilización de microorganismos y constatar mediante pruebas de laboratorio, que el sustrato no excede la cantidad de metales pesados, bacterias coliformes fecales y huevos de helmintos?			X El composteo es la única alternativa orgánica conocida o más difundida, pero poco utilizada. Análisis de suelo que verifique la carga microbiana, tipo de suelo y cantidad de materiales pesados es muy poco empleada, pasa desapercibida.	
3.8	¿Todas las aplicaciones tanto de fertilizantes químicos como de abonos orgánicos están documentadas como: Ubicación geográfica, nombre, código o referencia de la parcela e invernadero donde se ubica el cultivo, fechas exactas (día/mes/año) de cada aplicación, superficie tratada, nombre comercial del producto empleado, tipo de fertilizantes (foliar o de base), elementos que lo componen y concentración, cantidad de producto aplicado en cada caso, equipos, maquinarias y método de aplicación utilizado (a través del riego, distribución mecánica, etc.), nombre del operario responsable de la aplicación; y cualquier precaución en el manejo?		X	No se tiene ningún tipo de control o archivo que de de referencia sobre la zona de aplicación, cantidad de agroquímico emplead, etc.	
Sección 4	USO Y CALIDAD DEL AGUA				
4.1	AGUA PARA RIEGO				

Anexo XIII Buenas Prácticas Agrícolas

4.1.1	¿Se evalúa al menos una vez al año la calidad microbiológica y fisicoquímica de las fuentes de agua a utilizar (pozo, canal abierto, embalses, ríos, lagos, etc.), y que esto no rebasa los límites máximos permisibles de contaminantes como metales pesados, coliformes fecales y huevos de helmintos?			X	No se efectúa control alguno a nivel de laboratorio.
4.1.2	¿Se determinan las necesidades de riego, llevando a cabo mediciones periódicas, fundamentadas en los requerimientos del cultivo y en datos diarios como: precipitaciones pluviales, evapotranspiración, textura del suelo, entre otros, debiendo llevarse el correspondiente registro?			X	El agricultor no tiene referencia técnica de estos aspectos. La información de las instituciones de control como el INAMHI no distribuye de mejor manera la información al agricultor el cual por su parte solo lleva referencia haciendo uso de su experiencia en campo y estaciones por meses y fechas.
4.1.3	¿Para asegurar la mejor utilización de los recursos hídricos, se emplea sistemas de riego más eficientes, adecuado y aceptado para la aplicación de las buenas prácticas agrícolas en el cultivo como: superficial (surcos o inundación) y tecnificados (goteo, aspersión, entre otros)?			X	No se cuenta con sistemas de riego. El agricultor recurre a la inundación si es el caso y construye canales que direccionan de mejor manera el flujo de agua. Dependen de las condiciones climáticas, las cuales han sido en extremo cambiantes en los últimos años.
4.1.4	¿Se mantiene registros del consumo de agua en los cuales se indique la fecha y el volumen por medida de agua o unidad de riego?			X	No se lleva registro alguno por parte del agricultor, no se cuenta con los recursos ni los conocimientos sobre la materia para la aplicación del mismo.
4.1.5	¿En caso de que el agua de riego no arrojará el resultado conforme a la norma nacional en el análisis de agua para riego, se adopta y documenta las medidas o las acciones realizadas, así como también los resultados de dicha actuación?			X	No se lleva registro alguno por parte del agricultor, no se cuenta con los recursos ni los conocimientos sobre la materia para la aplicación del mismo.
4.1.6	¿Los elementos del sistema de riego están en buen estado para evitar contaminación en el transporte o en la aplicación del agua y para garantizar que ésta última se haga según las condiciones establecidas en el plan de riego?			X	No se cuenta con ningún implemento destinado a un sistema de riego. El agricultor no tiene los recursos ni apoyo por instituciones del estado. Es uno de los aspectos más preocupantes que determina el rendimiento, la ganancia o la pérdida en l

Anexo XIII Buenas Prácticas Agrícolas

					cosecha.
4.1.7	¿En el plan de riego se establece una revisión periódica del sistema y de sus implementos, así como un plan de mantenimiento de los mismos?			X	No se cuenta con ningún implemento destinado a un sistema de riego.
4.1.8	¿La toma de agua para riego se debe ubicar en la parte superficial de la fuente para evitar la remoción de lodo y disminuir el riesgo de contaminación química y biológica?			X	No se cuenta con ningún implemento destinado a un sistema de riego.
4.1.9	¿Los sistemas de almacenamiento de agua permanecen limpios y protegidos contra fuentes externas de contaminación y permiten la fácil conducción hacia el cultivo?			X	No se cuenta con sistemas de almacenamiento destinados al riego.
4.2	AGUA PARA LA COSECHA Y CONSUMO HUMANO				
4.2.1	¿Se usa agua segura o potable que cumpla con las especificaciones microbiológicas, fisicoquímicas y organolépticas establecidas en la norma INEN correspondiente para consumo humano?			X	En medida de lo posible se efectúa esto, pero solo en poblaciones en las cuales se cuenta con agua potable, aun se hace uso de tamqueros y pozos.
4.2.2	¿Se realizar análisis de la calidad del agua, por lo menos una vez al año en un laboratorio del Ministerio de Salud Pública o en uno autorizado o acreditado por el mismo?			X	En los lugares que hacen uso de agua de los ríos o pozos que se encuentran en la zona, no se tiene conocimiento de que este parámetro de control se debe realizar.
Sección 5	PROTECCIÓN DE CULTIVOS				
5.1	USO Y MANEJO ADECUADO DE PLAGUICIDAS				
5.1.1	¿Los tratamientos fitosanitarios con plaguicidas para la protección de los cultivos son realizados mediante el manejo y uso adecuado de los mismos?			X	Los jornales que se encargan de esta tarea no llevan los implementos para medir las cantidades necesarias así el equipo adecuado que lo proteja de los mismos.

Anexo XIII Buenas Prácticas Agrícolas

5.1.2	¿El uso de los productos químicos para la protección de cultivos, cuentan con el sustento técnico de un ingeniero agrónomo y esta justificado por escrito?		X	No se cuenta con ningún sustento por escrito de un ingeniero agrónomo. Se requiere de asistencia técnica, tan solo se cuenta con el consejo de los dependientes de las casas comerciales de agroquímicos.
5.1.3	¿Para evitar la resistencia de plagas se rota con productos químicos de diferente ingrediente activo y mecanismo de acción sobre el cultivo, de acuerdo a las recomendaciones de sus etiquetas?	X		Esto se lo realiza solo por que se tiene la costumbre de leer las etiquetas en las cuales se dice los pasos a realizar, pero esto aun contrasta con la pregunta anterior ya que no se tiene los recipientes de medición para que dichas cantidades sean respetadas ni los implementos de protección que garantice la salud de los jornales.
5.1.4	¿Se demuestra a través de registros que no se han aplicado, productos fitosanitarios no permitidos en el país a partir de la fecha de su prohibición?			X No se realiza control por parte de instituciones estatales y aún se sigue expendiendo estos productos químicos como es el caso del glifosato que es utilizado como un producto eliminador de malas hierbas bajo el nombre comercial de ARAZADOR.
5.1.5	¿La aplicación de plaguicidas se realiza utilizando el equipo recomendado de protección personal adecuado, con el objeto de salvaguardar la salud de los trabajadores tomando en cuenta todas las precauciones estipuladas en las etiquetas?		X	Solo se respeta de alguna manera la mezcla y uso del químico en campo más no las indicaciones de protección personal hacia el operario encargado de la realización tanto de la mezcla de agroquímico como de su aplicación. Se suele ver al jornal solo con un pañuelo mojado cubrir su boca y nariz utilizando ropa común de trabajo.
5.1.6	¿Se prohíbe que las mujeres en periodo de gestación o lactancia y los adolescentes manipulen agroquímicos?	X		Este parámetro si se cumple en la mayoría de los casos. Ocurre muy rara vez por ignorancia de las consecuencias que se tendría a futuro, pero son casos muy aislados.

Anexo XIII Buenas Prácticas Agrícolas

5.2	APLICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS DE USO AGRÍCOLA				
5.2.1	¿Se registra el nombre comercial del producto, ingrediente activo, mecanismo de acción, concentración, formulación, frecuencia, número de lote del producto, nombre de la empresa proveedora, número de registro del SESA, tipo de cultivo y la variedad sobre la cual se ha realizado la aplicación?			X	No se aplica ningún parámetro de control. Se debe capacitar sobre este tema y su importancia.
5.2.2	¿Se tiene un registro del área geográfica, nombre o referencia asignada a la finca, así como la parcela, sector o invernadero donde se ubica el cultivo tratado; superficie y lote tratados, justificación de la aplicación, fecha prevista para la cosecha, fecha exacta (día/mes/año) en que se ha realizado la aplicación, nombre y firma del operador encargado de las aplicaciones, nombre común y científico de las plagas tratadas, nombre, firma y número de registro del profesional ingeniero agrónomo responsable que hace la recomendación de la aplicación, cantidad de productos aplicados, en unidades de peso o volumen y la cantidad de agua empleada (u otros medios), tipo de equipo o maquinaria que debe identificarse individualmente, así como el método empleado (bomba manual, alto volumen, vía de sistema de riego, pulverización, nebulización, aéreo u otro método), período de carencia (desde la última aplicación hasta la cosecha); y, período de reingreso al área tratada?			X	No se aplica ningún parámetro de control. No se tiene conocimiento sobre el uso de un registro con la información requerida en la pregunta. Se debe capacitar sobre este tema y su importancia.
5.3	MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS - MIP				
5.3.1	¿Para el control de plagas se utiliza técnicas de Manejo Integrado de Plagas –MIP-?			X	No se conoce las técnicas de manejo integrado de plagas. Se debe capacitar en este tema.
5.3.4	¿Se utiliza los métodos de control de plagas más adecuados según la tecnología de la finca, dejando como última opción la aplicación de agroquímicos?			X	Ocurre de manera contraria se aplica control de plagas con solo con agroquímicos. No se hace uso de MIP.

Anexo XIII Buenas Prácticas Agrícolas

5.3.5	¿En caso de utilizar productos químicos, estos son empleados acorde a la presencia de plagas (monitoreo y evaluación), tomando en cuenta además el umbral económico, el mecanismo de acción y que sean lo menos tóxico posibles?			X	No son empleados de acuerdo a la biología de la plaga que esta atacando al cultivo, el único aspecto que se toma en cuenta es el económico pero nada con respecto a la toxicidad del elemento químico.
5.4	MAQUINARIA, EQUIPOS, E IMPLEMENTOS DE APLICACIÓN, CALIBRACIÓN, LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.				
5.4.1	¿La maquinaria o el equipo utilizado para aplicar los productos fitosanitarios están en buen estado operativo y con los registros actualizados de los mantenimientos realizados, reparaciones, cambios de aceite, entre otros?			X	No se lleva un registro de la situación mecánica si es que se la utiliza. La mayoría de la producción agrícola arrocera es de manera tradicional y el poco equipo utilizado en finca solo recibe limpieza, (bomba de mochila para fumigación).
5.4.2	¿El productor y/o la empresa mantienen registros de calibración, limpieza y desinfección de los equipos?			X	Se debe capacitar sobre la importancia de la calibración de equipos y maquinaria tanto para la aplicación de productos fitosanitarios como para el trabajo de la cosecha y de esta manera no se produzcan pérdidas y los rendimientos de estas actividades sean mejores.
5.4.3	¿Las instalaciones y los implementos para manejo y dosificación de agroquímicos son los adecuados para la preparación de los productos fitosanitarios?			X	La preparación de los productos fitosanitarios se lo realiza al aire libre el personal solo se protege boca y nariz, no se utiliza gafas protectoras ni ropa de trabajo para este fin, en algunos casos tampoco se hace uso de guantes. Instalaciones no existen utilizan tendales o patios de casas.

Anexo XIII Buenas Prácticas Agrícolas

5.4.4	¿Las maquinarias y equipos que han cumplido su vida útil son abandonados en el campo o en lo posible son enviados a reciclaje en los sitios destinados para este fin?	X			No se tiene evidencia de que maquinaria obsoleta haya sido abandonada en los campos, sino en propiedades, sirven para donar partes aun útiles a otras maquinarias aun en funcionamiento, pero no son recicladas en su totalidad.
5.5.5	¿Estos equipos e implementos son guardados en una bodega o garaje exclusivo para este fin?		X		Son guardados en lugares de las casas compartiendo cuartos contiguos o un espacio de salas. Los agricultores no cuentan con la capacidad adquisitiva para una infraestructura destinada para este fin.
5.5	GESTIÓN DE RESIDUOS Y AGENTES CONTAMINANTES: REICLAJE Y REUTILIZACIÓN.				
5.5.1	¿La eliminación adecuada de los restos (residuos, sobrantes) y envases vacíos de los productos para la protección de cultivos se realiza de acuerdo a las disposiciones establecidas por la correspondiente normativa vigente?			X	Se desconoce de la norma vigente para el manejo de desperdicios químicos de uso agrícola. Se requiere de campañas informativas.
5.5.2	¿Los recipientes que fueron utilizados para agroquímicos son devueltos a las casas comercializadoras o empresas que realicen la eliminación de éstos así como las empresas emiten un certificado de entrega – recepción en el que conste la cantidad de recipientes eliminados?			X	Nos son devueltos a la casa comercial, muchas de estas no ofrecen dicho servicio, ni se emite un comunicado ofreciéndolo si es que lo realizan. Los agricultores optan por arrojar los recipientes, a la basura o al campo y por último unos pocos los entierran con el uso de cal en una fosa destinada para esto.
5.5.3	¿Los desechos o residuos producto del mantenimiento y calibración de la maquinaria y equipo, son eliminados de forma adecuada?			X	Los residuos y desperdicios producto del mantenimiento de maquinaria no tienen manejo alguno son eliminados a alcantarillas. Se debe emplear un manejo de residuos por parte del ministerio de medio ambiente y municipios de la localidad.
Sección 6	COSECHA				

Anexo XIII Buenas Prácticas Agrícolas

6.1	¿Se recolecta el producto, de forma tal que se mantenga su calidad y sanidad y se evite la contaminación durante el proceso de cosecha?			X	Se debe capacitar sobre manejo del grano después de la cosecha existe mucho material extraño, esto se reduce en la cosecha mecánica pero no es lo suficiente ya que las cosechadoras no se encuentran calibradas de una manera óptima.
6.2	¿Los productos son empacados en campo sólo cuando están libres de lodo y polvo evidente?			X	Son transportados en sacos de 210 libras cada uno y no se toma en cuenta el contenido de lodo o tierra que se pueda tener. Esto dificulta el proceso de secado ya que obstruye el paso del aire de secado através de la masa de granos.
6.3	¿Según el tipo de cultivo, se evita las tareas durante altas temperaturas, alta humedad ambiental, presencia de rocío, luego de una lluvia, entre otras?	X			Se evita condiciones de lluvia pero no de altas temperaturas, se prefiere cosechar cuando el clima esta despejado, facilita el ingreso de maquinaria y transporte ya que no se cuenta con caminos de primer orden.
6.4	¿Se abandona en los campos restos de cosecha, o se juntan y eliminan en la forma más apropiada enterrado, elaboración de compost, entre otras?			X	Lo que se realiza es la acumulación de los desperdicios y su quema. En otras ocasiones son picados y dejados para su descomposición en el campo. No se realiza compostaje.
6.5	¿El equipo utilizado en la cosecha que entre en contacto con los productos, esta diseñado adecuadamente para permitir su limpieza, desinfección y mantenimiento, así como lavado y desinfectado cada vez que se realicen nuevas tareas de cosecha?	X			Es equipo que ya tiene un cierto tiempo de uso y si presenta condiciones para su limpieza y desinfección pero son pocos los operadores que lo realizan.
6.6	¿El transporte de productos debe lo hace en forma tal que se eviten golpes y sacudidas bruscas que produzcan daños en los mismos nivelando y manteniendo limpios y transitables los caminos internos, circular a baja velocidad y capacitar al personal encargado de realizar actividades relacionadas con el manejo del producto al transportarlo?			X	No se toma en cuenta el daño que se pueda generar, el contenido de humedad determina un factor importante para la presencia de grano roto por mal manejo. Nos se cuenta con caminos en buenas condiciones para el transporte ni con personal capacitado.

Anexo XIV

Cálculo y resultados de análisis de pureza

1. Se tomó cinco muestras de arroz, cada una con un peso de 100 gramos
2. Se clasificó cada muestra en grano puro, roto y materia inerte, extraña; realizando inspección visual grano por grano.
3. Se pesó lo obtenido.
4. Se calculó el porcentaje de impurezas empleando la siguiente fórmula:

Donde:
$$\text{Im purezas}(\%) = \frac{I}{Ma} \times 100$$

I = Peso de impurezas

Ma = Masa de muestra de análisis

(De Dios, 1996)

5. Con las cinco repeticiones establecidas de las cinco muestras analizadas, se obtuvo los siguientes valores promedio.

GRUPO	*PORCENTAJE PROMEDIO
Grano puro	89.9 ±
Grano roto	8,4 ±
Materia inerte, extraña	1,7 ±
total	100,00%

* Promedios de 5 repeticiones de determinación de impurezas.

Anexo XV Cálculo capacidad horaria de secado

1. Conociendo que el secador opera con 228.7 sacos y que el tiempo promedio de secado es de 13.5 (+,-2) horas se determina la capacidad teórica del secador en sacos por hora.

$$\text{Capacidad teórica} = \frac{228.7 \text{ Sacos}}{13.5 \text{ horas}} = 16.94 \frac{\text{Sacos}}{\text{hora}}$$

2. El grano de arroz debería llegar al secado artificial con 22% de humedad, teniendo que disminuir dicho porcentaje a 13% que corresponde a la humedad de equilibrio, por lo tanto los puntos de humedad a eliminar se obtienen de la diferencia entre estos porcentajes como se muestra a continuación (Pozzolo y Ferrari, 2007)

$$\text{Puntos de humedad a eliminar} = 22 - 13 = 9$$

3. Se multiplica la capacidad teórica del secador en sacos/ hora, por los puntos de humedad que se deben eliminar, determinándose la capacidad técnica en sacos puntos de humedad / hora

$$\text{Capacidad técnica} = \text{Capacidad teórica} \times \text{Puntos de humedad}$$

$$\text{Capacidad técnica} = 16.94 \frac{\text{Sacos}}{\text{hora}} \times 9 \text{ Puntos de humedad}$$

$$\text{Capacidad técnica de secado} = 152.46 \text{ SP/h}$$

4. Ahora en la práctica, se estableció que durante el proceso de secado el arroz posee una humedad del 26%, si a esto se le resta 13% que es la humedad de equilibrio para el arroz, se encuentra que es necesario eliminar 13 puntos, determinado esto se divide la capacidad técnica para este valor, obteniéndose la capacidad horaria.

$$\text{Capacidad horaria} = \frac{\text{Capacidad técnica de secado}}{\text{Puntos de humedad}}$$

$$\text{Capacidad horaria} = \frac{152.46 \text{ SP/h}}{13 \text{ P}} = 11.72 \frac{\text{Sacos}}{\text{hora}}$$

Anexo XVI

Cálculo de tiempo de secado

1. Se determinó que la capacidad, horaria es de 11.72 Sacos/hora, para grano con 26% de humedad; esta capacidad horaria, se transforma de sacos/hora a toneladas/hora.

$$\text{Capacidad hora} = 11.72 \frac{\text{Sacos}}{\text{hora}} \times \frac{210 \text{ Lbs}}{1 \text{ Saco}} \times \frac{1 \text{ Kg}}{2.2 \text{ Lbs}} \times \frac{1 \text{ Tonelada}}{1000 \text{ Kg}}$$

$$\text{Capacidad hora} = 1.12 \frac{\text{Toneladas}}{\text{hora}}$$

2. Se transforma el volumen de grano cargado en la cámara de secado de m³ a toneladas.

$$\text{Volumen de grano} = 34.65 \text{ m}^3 \times 630 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ Tonelada}}{1000 \text{ Kg}}$$

$$\text{Volumen de grano} = 21.83 \text{ Toneladas}$$

3. Se aplica la formula de tiempo de secado.

$$TS = \frac{V (\text{Toneladas})}{C \left(\frac{\text{Toneladas}}{\text{hora}} \right)}$$

Donde:

Tp: Tiempo de permanencia.

V : Volumen de grano en el secador (toneladas)

C : capacidad del secador (toneladas/hora)

(De Dios, 1996)

Anexo XVI
Cálculo tiempo secado (Continuación)

$$Ts = \frac{21.83(\text{Toneladas})}{1.12 \left(\frac{\text{Toneladas}}{\text{hora}} \right)}$$

$$Ts = 19.5 \text{ horas}$$

De esta manera para secar arroz con 26% de humedad y en base a las condiciones de trabajo; es decir cargando en la cámara de secado 34.65 m³ con una altura de capa de grano de 0.77 m, el tiempo de secado debería ser de 19.5 horas.

Anexo XVII
Registro de humedades promedio en el secado de arroz.

Humedades promedio registradas en secador de arroz de "Comercial Hidrovo"														
Puntos de control														
Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Humedad Promedio
0	25,8	26	25,8	26	26,7	26	26,6	26,7	24,6	25,9	26,2	26,1	26,2	26,0
1	23,4	24,2	24,1	26,5	23,6	25,6	25,1	25,5	25,6	24,6	25,2	23,9	24,6	24,76
2	26	26,5	26,4	26,7	25,6	28,2	27,7	28,4	27,5	26,3	26,7	26,3	26,2	26,81
3	24,1	25,4	26,3	27	26,7	28,7	26,8	28,1	27,1	26,2	25,1	26,6	25,9	26,46
4	25,5	25,2	25,9	27,6	23,2	28,8	25,6	24,4	26	25,4	22,2	25	24,2	25,31
5	24,5	24,8	24,8	24	23,7	24,3	24,1	24,5	24,3	24,4	23,9	24	23,2	24,19
6	23,1	23,3	22,8	23,6	23	23,1	23,4	23	23,1	22,5	22,8	23,2	23,5	23,11
7	21,4	20,7	21,2	22,2	21,4	21,7	21	20,5	21,1	21,6	20,8	21,2	21,1	21,22
8	19,4	19,1	20,4	18,8	19,6	20,3	18,8	18,4	18,4	19,7	18,7	19,8	19,7	19,32
9	17,5	17,2	17,5	17,4	16,9	17,3	17,8	17,7	17,5	17,7	17,6	17,6	16,8	17,42
10	15,4	15,6	15,2	15,1	14,9	15,7	15,2	15,7	16,2	15,5	15,6	15,4	14,9	15,42
11	14,8	14,5	15,4	14,7	14,4	14,6	14,5	14,6	15,2	14,5	14,3	14,6	14,5	14,66
12	14,7	14,3	14,3	14,5	14,4	14,3	14,3	15,4	14,7	14,5	14,6	13,8	13,8	14,43
13	14,2	14,5	14,6	14	14,7	13,6	14,2	14,7	14,5	14,3	14,8	14,1	13,7	14,3

Anexo XVIII

Cálculo, pérdida de peso de masa de grano, durante el secado

En función a los datos de pérdida de humedad durante el secado, se determina la pérdida de peso por unidad de área, por hora transcurrida de secado, de la siguiente forma:
Condiciones iniciales al tiempo 0: Humedad de grano 26%, peso masa de grano 21.8 toneladas.

1. Al tiempo 1 se determina la cantidad de agua eliminada, y con este valor se establece la presión de la masa de grano que ejerce sobre la cámara de secado en pázcales.

Al tiempo 1: Humedad de grano 24.8%

$$\text{Cantidad de agua extraída} = 100 \frac{H_i - H_f}{100 - H_i}$$

$$\text{Cantidad de agua extraída} = 100 \frac{26 - 24.8}{100 - 26} = 1.62\%$$

$$21.8 \text{ Toneladas} \times 0.016 = 0.35 \text{ Toneladas}$$

$$21.8 \text{ Toneladas} - 0.35 \text{ Toneladas} = 21.4 \text{ Toneladas}$$

$$21.4 \text{ Toneladas} \times \frac{1000\text{Kg}}{1 \text{ Tonelada}} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 213640 \text{ N}$$

Anexo XVIII
Cálculo, pérdida de peso de masa de grano, durante el secado
(Continuación)

$$\frac{213640 \text{ N}}{45 \text{ m}^2} = 4747.5 \text{ Pa}$$

2. Este cálculo se repite a partir del tiempo 4, debido a que en los tiempos 2 y 3, las humedades registradas, no hay pérdida de peso, debido a que existe una lectura de humedad saturada, siendo mayores a la inicial; se nota una pérdida de humedad a partir del tiempo 4; dicho esto, los resultados son:

Tiempo (Horas)	Humedad promedio (%)	Peso de masa de grano (Toneladas)	Peso por unidad de área (Pa)
0	26	21,8	4748
1	24,8	21,4	4671
4	25,3	21,6	4702
5	24,2	21,3	4632
6	23,1	21,0	4565
7	21,2	20,4	4452
8	19,3	20,0	4345
9	17,4	19,5	4243
10	15,4	19,0	4140
11	14,7	18,9	4106
12	14,4	18,8	4091
13	14,3	18,8	4087

Anexo XIX
Cálculo flujo de aire de secado.
Determinación de flujo de aire a la entrada del ventilador.

Se determinó el flujo de aire a la entrada del ventilador, en la zona donde el aire es succionado.

1. La velocidad lineal registrada fue de 2442.5 pies/minuto, este valor se lo transforma a metros/minuto.

$$2442.5 \frac{\text{Pies}}{\text{min}} \times \frac{0.3048\text{m}}{\text{Pie}} = 744.474 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

2. Se determina el área a la entrada del ventilador: La sección por donde ingresa el aire al ventilador, de forma circular, cuyo radio de fue de 0.4m.

$$A = 4\pi r^2$$

$$A = \pi \times 4 \times (0.4)^2$$

$$A = 2.010\text{m}^2$$

3. Se multiplica el área por le flujo de aire para obtener el caudal, que es el flujo de aire que pasa por dicha área.

$$Q = A(\text{m}^2) \times V \left(\frac{\text{m}}{\text{min}} \right)$$

Donde:

Q = Caudal, flujo de aire (m³/min).

A = Área (m²).

V = Velocidad lienal del airea (m/min).

Anexo XIX
Cálculo flujo de aire de secado. (Continuación)

$$Q = 2.010m^2 \times 744.474 \frac{m}{min}$$

$$Q \text{ entrada} = 1496.4 \frac{m^3}{min}$$

Determinación de flujo de aire a la entrada del plenum, cámara de aire de secado.

A la salida del ventilador, en el plenum junto al ducto de transición se obtuvo una velocidad lineal promedio de 2852.5 pies/minuto valor que se multiplicó por el área del ducto, determinándose el siguiente flujo de aire.

$$A = 1.45m \times 0.69m$$

$$A = 1.0005m^2$$

Se determinó el flujo de aire a la entrada de la cámara de secado, en la sección que une ha esta con el ducto de transición.

1. La velocidad lineal registrada fue de 2852.5 pies/minuto, este valor se lo transforma a metros/minuto.

$$2852.5 \frac{Pies}{min} \times \frac{0.3048m}{Pie} = 869.442 \frac{m}{min}$$

2. Se determina el área a la entrada de la cámara de aire: Las dimensiones corresponden a la sección del ducto de transición, que une ha este con la cámara de aire de secado.

Anexo XIX
Cálculo flujo de aire de secado. (Continuación)

$$A = \text{Ancho (m)} \times \text{Alto(m)}$$

$$A = 1.45\text{m} \times 0.69\text{m}$$

$$A = 1.0005\text{m}^2$$

3. Se multiplica el área por le flujo de aire para obtener el caudal, que es el flujo de aire que pasa por dicha área.

$$Q = A(\text{m}^2) \times V\left(\frac{\text{m}}{\text{min}}\right)$$

Donde:

A = Área (m²)

V = Velocidad lienal del airea (m/min)

Q = Caudal, flujo de aire (m³/min)

$$Q = 1.0005\text{m}^2 \times 869.442\frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$Q \text{ salida} = 869.8\frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

$$\frac{869.8\frac{\text{m}^3}{\text{min}}}{34.65\text{m}^3} = 25.10\frac{\text{m}^3}{\text{min}/\text{m}^3 \text{ grano}}$$

Anexo XX Cálculo de presión estática.

El cálculo de presión estática se realizó tomando el flujo de aire suministrado por el ventilador utilizado en la zona de estudio. Las condiciones de trabajo son:

1. Humedad inicial del grano de arroz: 26%
2. Peso específico del arroz: 630 Kg/m^3 .
3. Dimensiones de la cámara de secado:
Largo: 10m, ancho: 4.5m y altura de la capa o lecho de granos: 0.77m.
4. Caudal de aire de secado: $869.87 \text{ m}^3/\text{min}$.

Procedimiento:

1. Transformo el volumen de la masa de granos de arroz que es de 34.65 m^3 , a toneladas.

$$\text{Masa de granos} = \text{Volumen de grano (m}^3) \times \text{Densidad del arroz } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Masa de granos} = 34.65 \text{ m}^3 \times 630 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 21829.5 \text{ Kg}$$

$$\text{Masa de granos} = 21829.5 \text{ Kg} \times \frac{1 \text{ Tonelada}}{1000 \text{ Kg}} = 21.8 \text{ Ton}$$

2. Se determina el peso por unidad de área, dividiendo el peso de la masa de granos, en toneladas, por el área de la cámara de secado:

$$\text{Área cámara de secado} = \text{largo} \times \text{ancho}$$

$$\text{Área cámara de secado} = 10 \text{ m} \times 4.5 \text{ m}$$

$$\text{Área cámara de secado} = 45 \text{ m}^2$$

Anexo XX
Cálculo de presión estática. (Continuación)

$$\text{Peso por unidad de área} = \frac{\text{Masa de granos (Ton)}}{\text{Área cámara de secado (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Peso por unidad de área} = \frac{21.8 \text{ (Ton)}}{45 \text{ (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Peso por unidad de área} = 0.48 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

3. Se determina el flujo de aire por unidad de masa, en m³/min/Ton, dividiendo el flujo de aire para la masa de granos:

$$\text{Flujo de aire por unidad de masa} = \frac{\text{Flujo de aire} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right)}{\text{Masa de granos (Ton)}}$$

$$\text{Flujo de aire por unidad de masa} = \frac{869.8 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right)}{21.8 \text{ (Ton)}}$$

$$\text{Flujo de aire por unidad de masa} = 39.84 \frac{\left(\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right)}{\text{(Ton)}}$$

4. Se determina el flujo de aire por unidad de área, en m³/min/m², multiplicando el flujo de aire por unidad de masa por el peso por unidad de área:

$$\text{Flujo por unidad de área} = \text{Flujo de aire masico} \times \text{Peso por unidad de área}$$

Anexo XX
Cálculo de presión estática. (Continuación)

$$\text{Flujo por unidad de área} = 39.84 \frac{\left(\frac{m^3}{\text{min}}\right)}{(\text{Ton})} \times 0.48 \frac{\text{Ton}}{m^2} = 19.12 \frac{m^3}{\text{min} \cdot m^2}$$

$$\text{Flujo por unidad de área} = 19.12 \frac{m^3}{\text{min} \cdot m^2}$$

5. Con este último valor se hace uso de la grafica de SHEDD que se muestra en el anexo XXII, y se ubica en el eje de las ordenadas donde se muestra el caudal de aire en $m^3/\text{minuto}/m^2$ y el cual se debe encontrar con la curva del arroz deshidratado a 13%, una vez encontrado el punto de corte se baja verticalmente hasta el eje de las abscisas para determinar la presión estática en milímetros de columnas de agua.

El valor encontrado fue de **140 mmCA** (milímetros de columnas de agua)

6. Ha este valor de presión estática se le debe sumar el 25% por concepto de perdidas por presencia de impurezas.

$$140 \text{ mmCA} \times 1.25\% = 175 \text{ mmCA}$$

Esta es la presión estática que el flujo de aire debe superar para atravesar la masa de granos de arroz durante el secado.

Anexo XXI

Grafica de SHEDD. Presión Estática en milímetros de columnas de agua por metro de profundidad de masa de granos.

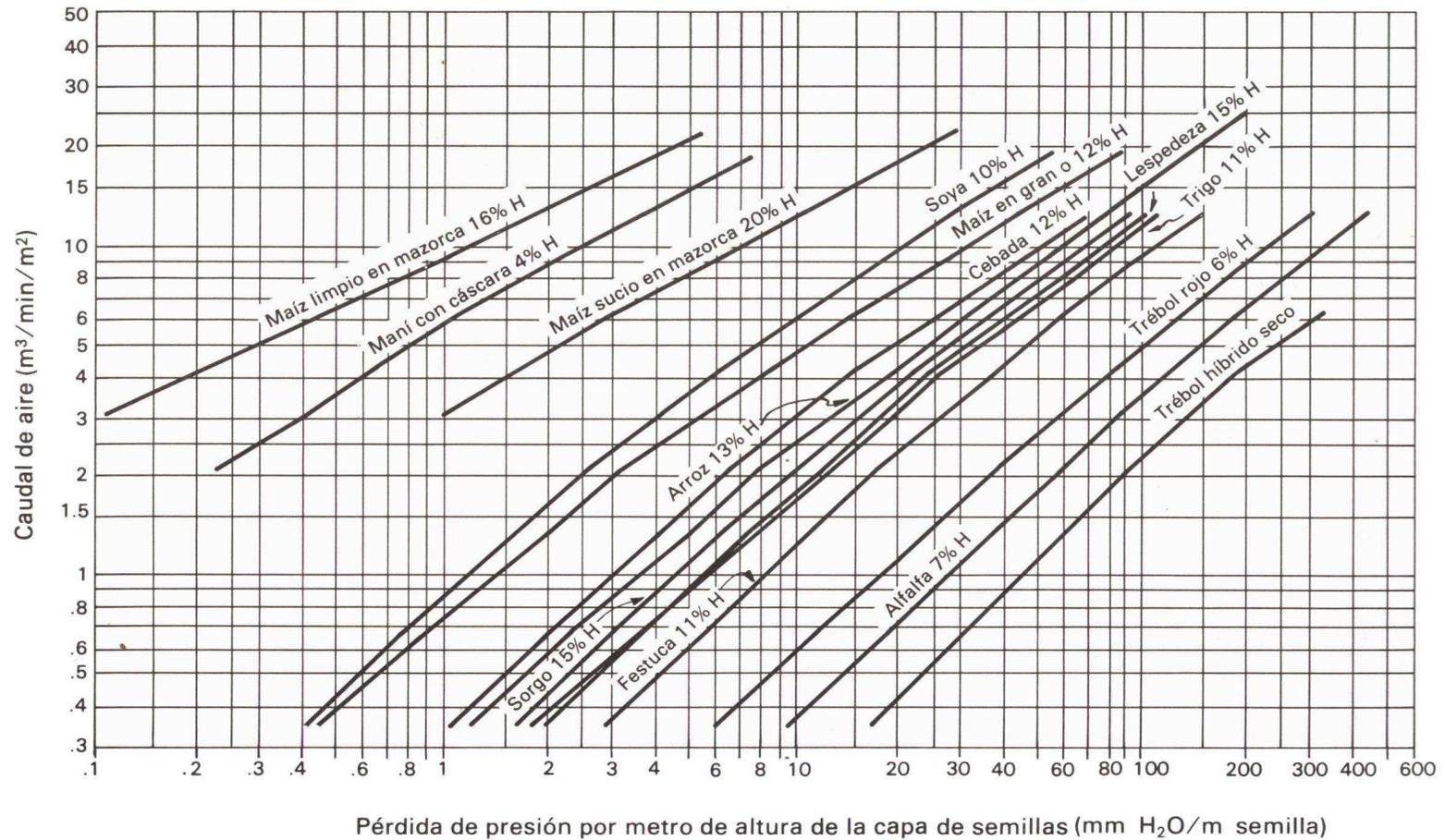


GRAFICO DE SHEDD. Resistencia de las semillas al paso

Anexo XXII Cálculo de consumo de combustible

Consumo de combustible:

Se conoce que el secador consume en promedio, 1956 kilos de gas para secar 1200 sacos de arroz, este factor se multiplica por la capacidad de secado y posteriormente el valor obtenido se multiplica por el tiempo de secado para obtener los kilos de GLP por proceso o parada de secado

$$\frac{1956 \text{ Kg GLP}}{1200 \text{ Sacos}} \times \frac{11.72 \text{ Sacos}}{\text{hora}} = 19.1 \frac{\text{Kg GLP}}{\text{hora}}$$

$$19.1 \frac{\text{Kg GLP}}{\text{hora}} \times 13.5 \text{ horas} = 257.89 \text{ Kg GLP}$$

Consumo específico de energía:

1. Primero se determina el poder de evaporación del secador:

$$\frac{Qh}{t} \times \frac{hi - hf}{100 - hi} = \frac{\text{Kg agua}}{\text{hora}}$$

Donde:

Qh = Peso de grano húmedo (Ton).

$$t = \text{Tiempo (horas)} \quad \frac{21.8}{13.5} \times \frac{26 - 14.3}{100 - 26} = 0.25 \frac{\text{Ton}}{\text{hora}}$$

hi = Humedad inicial.

$$hf = \text{Humedad final.} \quad 0.25 \frac{\text{Ton}}{\text{hora}} \times \frac{1000 \text{ Kg}}{1 \text{ Ton}} = 255.3 \frac{\text{Kg H}_2\text{O}}{\text{hora}}$$

(de Dios, 1996)

Anexo XXII
Cálculo de consumo de combustible (Continuación)

$$255.3 \frac{\text{KgrH}_2\text{O}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = 4.25 \frac{\text{KgrH}_2\text{O}}{\text{min}}$$

2. Conocida la cantidad de GLP consumido por hora y su poder de evaporación, se procede a determinar el consumo energético:

Poder calórico del GLP= 1100 Kcal/Kg GLP.
(De Dios, 1996)

$$\text{CONSUMO ENERGÉTICO} = 1100 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg GLP}} \times 19.1 \frac{\text{Kg GLP}}{\text{hora}} = 21.01 \frac{\text{Kcal}}{\text{hora}}$$

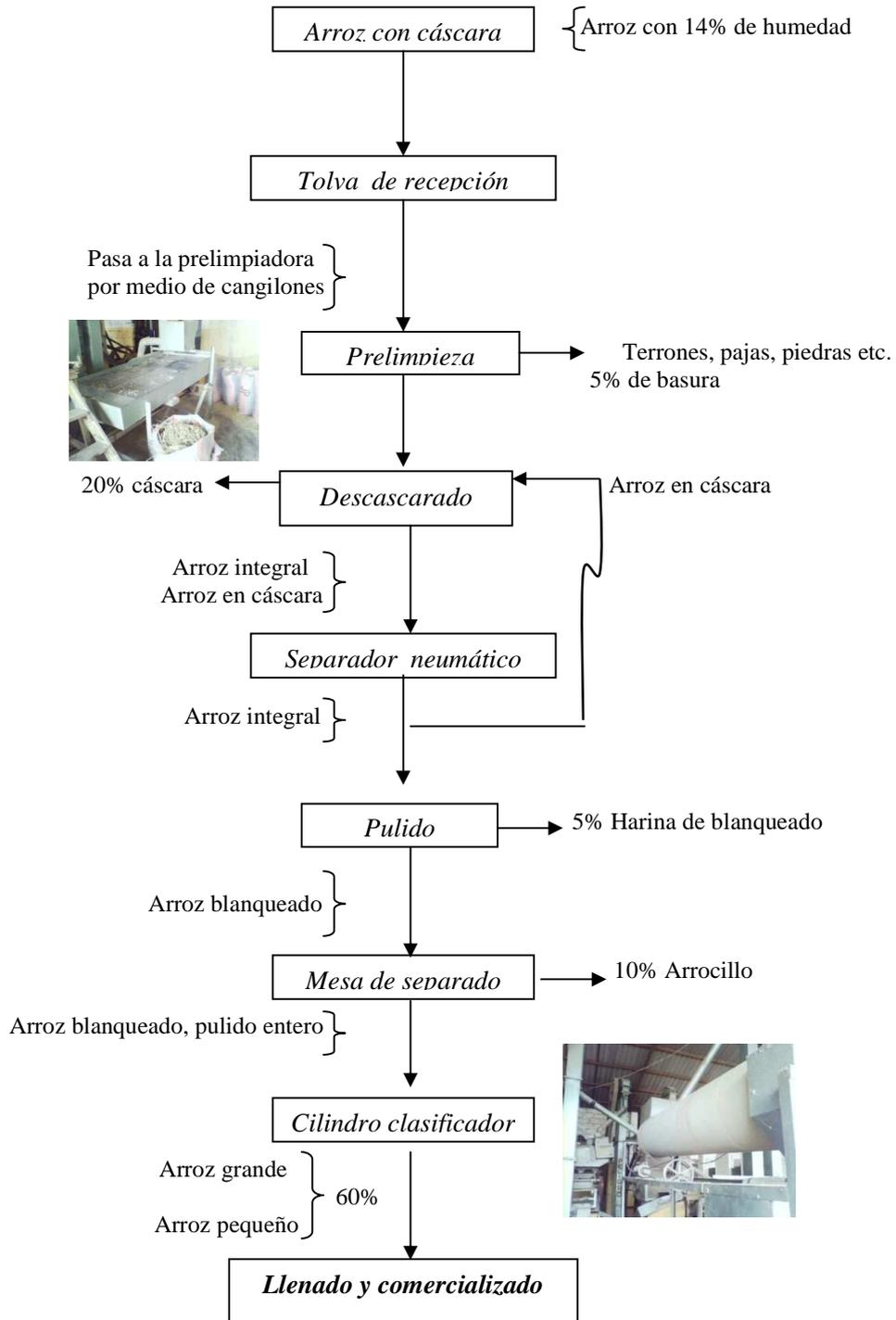
3. Por último se divide el consumo energético para el poder de evaporación.

$$\text{Consumo específico de energía} = \frac{\text{Consumo energético}}{\text{Poder de evaporación}}$$

$$\text{Consumo específico de energía} = \frac{21.01 \frac{\text{Kcal}}{\text{hora}}}{225.3 \frac{\text{KgH}_2\text{O}}{\text{hora}}} = 0.08 \frac{\text{Kcal}}{\text{KgH}_2\text{O}}$$

Anexo XXIII

Diagrama de flujo proceso de pilado de arroz



ANEXO XXIV
REGISTRO DE SIEMBRA Y/O TRASPLANTE

NOMBRE DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA:

NOMBRE DEL RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA:

DATOS DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN:

Provincia: _____ Cantón: _____ Parroquia: _____ Dirección: _____

Teléfono: _____

IDENTIFICACIÓN DEL LOTE	FECHA DE SIEMBRA O TRASPLANTE	VARIEDAD	CANTIDAD DE SEMILLAS, NÚMERO DE PLÁNTULAS	TIPO DE MATERIAL DE SIEMBRA O TRANSPLANTADO

IICA, MAGAP, SESA Ecuador, Proyecto Salto, FAO, 2007

ANEXO XXV
REGISTRO DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES

NOMBRE DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA _____

RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA _____

DATOS DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN:

PROVINCIA: _____ CANTÓN: _____ PARROQUIA: _____

Nº DE LOTE: _____ SUPERFICIE _____ (Ha) CULTIVO: _____

VARIEDAD: _____

PRODUCTO UTILIZADO	TIPO DE FERTILANTE (FOLIAR, BASE)	ESTADO FENOLÓGICO	FECHA DE APLICACIÓN	CONCENTRACIÓN	CANTIDAD DE PRODUCTO APLICADO	EQUIPO UTILIZADO

IICA, MAGAP, SESA Ecuador, Proyecto Salto, FAO, 2007

ANEXO XXVI
REGISTRO DE AGUA PARA RIEGO

NOMBRE DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA:

NOMBRE DEL RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA:

DATOS DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN:

Provincia:_____ Cantón:_____ Parroquia:_____ Dirección:_____ Teléfono:_____

Fecha:_____ Responsable:_____

Origen del agua: Pozo () Superficial () Tratada ()

Lote:_____ Superficie regada:_____

CULTIVO	MÉTODO DE RIEGO	N° DE RIEGOS	HORA INICIO	HORA TÉRMINO	HORAS DE RIEGO

IICA, MAGAP, SESA Ecuador, Proyecto Salto, FAO, 2007

ANEXO XXVII
REGISTRO DE APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS (PLAGUICIDAS)

NOMBRE DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA _____

RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA _____

DATOS DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN:

PROVINCIA: _____ CANTÓN: _____ PARROQUIA: _____ COMUNIDAD: _____

TELÉFONO: _____ N° DE LOTE: _____ SUPERFICIE _____ (Ha)

CULTIVO: _____ VARIEDAD: _____

PRODUCTO UTILIZADO (Nombre comercial, ingrediente activo)	DOSIS RECOMENDADA	DOSIS APLICADA POR HECTÁREA	MECANISMO DE ACCIÓN	EQUIPO UTILIZADO	MÉTODO EMPLEADO	DÍAS A COSECHAR	FECHA DE APLICACIÓN

IICA, MAGAP, SESA Ecuador, Proyecto Salto, FAO, 2007

Anexo XXVIII
Costos de producción sistema de cultivo tradicional

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL DÓLARES
1 COSTOS DIRECTOS				
MANO DE OBRA				314,60
Semillero.	5	Jornal	7,00	35
Transplante.	8	Jornal	7,00	56
Aplicación herbicida.	2	Jornal	7,00	14
Aplicación fertilizante.	2	Jornal	7,00	14
Manipulación sacos	34	Jornal	0,40	13,6
Cosecha manual	20	Jornal	7,00	140
Deshierba manual.	6	Jornal	7,00	42
SEMILLA				45
INIAP-14 certificada	1	Quintal	45,00	45
FERTILIZANTE				180
Urea (Nitrógeno 46% + Azufre 5%).	4	Quintal	45,00	180
FITOSANITARIOS				37
Control de malezas (Tordon).	1	Litro	24,00	24
Control de malezas (Glifosato).	1	Litro	8,00	8
Control de insectos (Cypermctrina).	0,5	Litro	10,00	5
MAQUINARIA Y EQUIPOS.				123,8
Fanguero.	5	Hora	20,00	100
Transporte.	34	Sacos	0,70	23,8
1 SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				700,40
2. CONSTOS INDIRECTOS				
2. TOTAL COSTOS INDIRECTOS				224,448
Renta de la tierra.	1	Ha	120	120
Envases.	34	sacas	0,6	20,4
Imprevistos		5%		35,02
Costos financieros		7%		49,028
TOTAL (A)				924,85

Anexo XXVIII
Costos de producción sistema de cultivo tradicional (Continuación)

Rendimiento paddy (saco 210 lb). (B)		34
Precio unitario arroz cáscara (210 lb). (C)		28
Ingreso bruto total. (\$) (D)	(B X C)	952
Utilidad neta total. (E)	(D - A)	27,15
Relación Beneficio/Costo (B/C) (F)	(D / A)	1,03
Rentabilidad (%).	(E/A * 100)	2,94
Costo de producción por unidad (\$).	(A / B)	27,20

Anexo XXIX
Costos de producción sistema de cultivo semitecnificado

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL DÓLARES
1 COSTOS DIRECTOS				
MANO DE OBRA				175,00
Semillero.	2	Jornal	7,00	14
Transplante.	8	Jornal	7,00	56
Aplicación herbicida.	2	Jornal	7,00	14
Limpieza de muros.	3	Jornal	7,00	21
Aplicación fertilizante.	3	Jornal	7,00	21
Resiembra	2	Jornal	7,00	14
Deshierba manual.	5	Jornal	7,00	35
SEMILLA				45
INIAP-14 certificada	1	Quintal	45,00	45
FERTILIZANTE				298
Urea (Nitrógeno 46% + Azufre 5%).	4	Quintal	45,00	180
Abono completo (10-30-10).	2	Quintal	59,00	118
FITOSANITARIOS				58,5
Control de malezas (Pregerminante).	4	Litro	8,00	32
Control de malezas (Propanil).	4	Litro	6,00	24
Control de malezas (Hormonal).	0,5	Litro	5,00	2,5
MAQUINARIA Y EQUIPOS.				216,95
Arada+Rastrada+Fanguero.	4	Hora	20,00	80
Cosechadora.	47	Sacos	2,00	94
Transporte Urea y Semilla	6	Sacos	0,50	3
Transporte Cosecha (Piladora)	47	Sacos	0,25	11,75
Envases	47	Sacos	0,60	28,2
Combustible Riego		Galón		
1. SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS.				793,45
2. COSTOS INDIRECTOS				
2. SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS				262,821
Administración y asistencia técnica		10%		79,345
Costo Financiero (8%)		8%		63,476
Renta de la tierra	1	Ha	120	120
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$/Ha) (A) 1+2				1056,27

Anexo XXIX
Costos de producción sistema de cultivo semitecnificado
(Continuación)

Rendimiento paddy (saco 210 lb). (B)		47
Precio unitario arroz cáscara (210 lb). (C)		28
Ingreso bruto total. (\$) (D)	(B X C)	1316
Utilidad neta total. (E)	(D - A)	259,73
Relación Beneficio/Costo (B/C) (F)	(D / A)	1,25
Rentabilidad (%).	(E/A * 100)	24,59
Costo de producción por unidad (\$).	(A / B)	22,47

Anexo XXX

Costos de producción sistema de secado de lecho fijo para arroz

INVERSIONES			
		Valor	%
		(USD)	
Inversión fija		S/ 309,146	28,63
Capital de operaciones		S/ 770,791	71,37
INVERSIÓN TOTAL		S/ 1,079,937	100,00
CAPITAL PROPIO		S/ 485,972	45,00
FINANCIAMIENTO		S/ 593,965	55,00
INVERSIÓN FIJA			
		Valor	%
		(USD)	
Terrenos y construcciones		S/ 193,800	62,69
Maquinaria y equipo		S/ 41,030	13,27
Otros activos		S/ 59,595	19,28
SUMAN		S/ 294,425	95,24
	%		
Imprevistos de la inversión fija	5,0	S/ 14,721	4,76
TOTAL		S/ 309,146	100,00
ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS			
		Valor	%
		(USD)	
Ventas netas		S/ 2,068,416	100,00
Costo de producción		S/ 1,513,895	73,19
Utilidad bruta en ventas		S/ 554,521	26,81
Gastos de ventas		S/ 5,058	0,24
Utilidad neta en ventas		S/ 549,464	26,56
Gastos de administración y generales		S/ 3,668	0,18
Utilidad neta en operaciones		S/ 545,796	26,39
Gastos de financiamiento		S/ 63,135	3,05
	%		
Reparto de utilidades a trabajadores	15,0	S/ 72,399	3,50
Utilidad neta del período antes del impuesto sobre las utilidades		S/ 410,262	19,83

Anexo XXX
Costos de producción sistema de secado de lecho fijo para arroz
(Continuación)

RENTABILIDAD ANTES DEL IMPUESTO A LA RENTA			
			%
Sobre el capital propio			84,42
Sobre la inversión total			37,99

TERRENO Y CONSTRUCCIONES					
TERRENO		Cantidad	Valor Unitario		Valor Total
		(m ²)	(USD)		(USD)
Terreno		1,500	S/	50	S/ 75,000
CONSTRUCCIONES					
Fábrica		400	S/	150	S/ 60,000
Oficinas, laboratorio, lockers		50	S/	150	S/ 7,500
Cerramiento (m)		180	S/	35	S/ 6,300
Corredores y bodegas		100	S/	150	S/ 15,000
Patio de secado		200	S/	150	S/ 30,000
TOTAL					S/ 193,800

MAQUINARIA Y EQUIPO		
DENOMINACIÓN		Valor Ex-Aduana
		(USD)
Equipo de Producción		S/ 37,300
Gastos de Instalación y Montaje		S/ 3,730
TOTAL		S/ 41,030

Anexo XXX
Costos de producción sistema de secado de lecho fijo para arroz
(Continuación)

OTROS ACTIVOS		
DENOMINACIÓN		(USD)
1. Equipos y muebles de oficina	S/	2,800
2. Talleres	S/	933
4. Repuestos y accesorios	S/	933
6. Intereses durante la construcción (15% anual)	S/	29,070
7. Gastos de puesta en marcha	S/	560
8. Suministros de Oficina (3 meses)	S/	300
9. Vehículos (movilización)	S/	25,000
TOTAL	S/	59,595

CAPITAL DE OPERACIÓN			
EGRESOS			
DENOMINACIÓN		Tiempo	(USD)
		(meses)	
Materiales Directos		3	S/ 718,198
Mano de Obra Directa		3	S/ 8,100
Carga Fabril*		3	S/ 21,683
Gastos de administración*		3	S/ 1,694
Gastos de venta		3	S/ 2,529
Reserva de productos terminados		2	S/ 17,955
Cuentas por cobrar		2	S/ 632
TOTAL			S/ 770,791
* Sin depreciación ni amortización			

Anexo XXX
Costos de producción sistema de secado de lecho fijo para arroz
(Continuación)

VENTAS NETAS					
PRODUCTO (S)		Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	
		Unidades	(USD)	(USD)	
Producto Terminado (quintales)		57,456	S/ 36,00	S/	2,068,416
TOTAL				S/	2,068,416

COSTOS DE PRODUCCIÓN				
		(USD)	%	
Materiales directos		S/ 1,436,397	94,88	
Mano de obra directa		S/ 16,200	1,07	
Carga fabril				
a) Mano de obra indirecta		S/ 6,966	0,46	
b) Materiales indirectos		S/ 6,900	0,46	
c) Depreciación		S/ 17,078	1,13	
e) Suministros		S/ 14,649	0,97	
d) Reparación y mantenimiento		S/ 7,992	0,53	
f) Seguros		S/ 4,795	0,32	
g) Imprevistos		S/ 2,919	0,19	
TOTAL		S/ 1,513,895	100,00	
Unidades producidas quintales		57,456		
Costo por unidad		S/ 26,35		

MATERIALES DIRECTOS					
DENOMINACION		Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	
		(TM)	(USD)	(USD)	
Arroz pilado		2,612	S/ 550,00	S/	1,436,397
TOTAL				S/	1,436,397

Anexo XXX
Costos de producción sistema de secado de lecho fijo para arroz
(Continuación)

MANO DE OBRA DIRECTA				
DENOMINACION		N°	Sueldo Mensual (USD)	Total Anual (USD)
Calificados		0	S/ 750	S/ -
Semi-calificados		1	S/ 400	S/ 2,400
No calificados		8	S/ 200	S/ 9,600
SUMAN				S/ 12,000
	%			
Cargas sociales	35,0			S/ 4,200
TOTAL				S/ 16,200
CARGA FABRIL				
A. MANO DE OBRA INDIRECTA				
DENOMINACIÓN		N°	Sueldo Mensual (USD)	Total Anual (USD)
Jefe de Planta		1	S/ 500	S/ 3,000
Guardián - portero		1	S/ 180	S/ 1,080
Secretaria Producción		1	S/ 180	S/ 1,080
SUMAN				S/ 5,160
	%			
Cargas sociales	35,0			S/ 1,806
TOTAL				S/ 6,966
B. MATERIALES INDIRECTOS				
DENOMINACIÓN		Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Fundas (quintales)		30,000	S/ 0,23	S/ 6,900
TOTAL				S/ 6,900

Anexo XXX
Costos de producción sistema de secado de lecho fijo para arroz
(Continuación)

C. DEPRECIACIÓN				
CONCEPTO		Vida Útil (Años)	Costo (USD)	Valor Anual (USD)
Construcciones		20	S/ 118,800	S/ 5,940
Maquinaria y equipo		5	S/ 37,300	S/ 7,460
Talleres		3	S/ 933	S/ 311
Repuestos y accesorios		3	S/ 933	S/ 311
Imprevistos de la inversión fija		5	S/ 14,721	S/ 2,944
Gastos de puesta en marcha		5	S/ 560	S/ 112
TOTAL				S/ 17,078
D. SUMINISTROS				
CONCEPTO		Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
Eléctrica (Kw-h)		93,750	S/ 0,08	S/ 7,500
Combustible (diesel, galones)		240	S/ 1,12	S/ 269
Combustible (GLP)		18,576	S/ 0,33	S/ 6,130
Lubricantes (gal)		50	S/ 15,00	S/ 750
TOTAL				S/ 14,649
E. REPARACIONES Y MANTENIMIENTO				
CONCEPTO		%	Costo (USD)	Valor Total (USD)
Maquinaria y equipo		5,0	S/ 41,030	S/ 2,052
Edificios y Construcciones		5,0	S/ 118,800	S/ 5,940
TOTAL				S/ 7,992

Anexo XXX
Costos de producción sistema de secado de lecho fijo para arroz
(Continuación)

F. SEGUROS				
CONCEPTO		%	Costo (USD)	Valor Total (USD)
Maquinaria y equipo		3,0	S/ 41,030	S/ 1,231
Edificios y Construcciones		3,0	S/ 118,800	S/ 3,564
TOTAL				S/ 4,795
G. IMPREVISTOS DE LA CARGA FABRIL				
CONCEPTO				Valor Total (USD)
Aprox. 5% de todos los rubros anteriores				S/ 2,919
TOTAL GENERAL				S/ 61,298

GASTOS DE VENTAS				
GASTOS DE PERSONAL		N°	Sueldo Mensual (USD)	Total Anual (USD)
Jefe de Ventas		1	S/ 500	S/ 3,000
Secretaria		1	S/ 300	S/ 1,800
SUMAN				S/ 4,800
	%			
Cargas sociales	0,4			S/ 17
SUMAN				S/ 4,817
	%			
Imprevistos	5,0			S/ 241
TOTAL				S/ 5,058

Anexo XXX
Costos de producción sistema de secado de lecho fijo para arroz
(Continuación)

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y GENERALES				
PERSONAL		N°	Sueldo Mensual (USD)	Total Anual (USD)
Gerente		0	S/ 1,500	S/ -
Contador		1	S/ 30	S/ 180
Ayudante		0	S/ 250	S/ -
Secretaria		1	S/ 300	S/ 1,800
Jefe Compras		0	S/ 400	S/ -
SUMAN				S/ 1,980
	<u>%</u>			
Cargas sociales	35,0			S/ 693
SUMAN				S/ 2,673
Depreciación de muebles y equipo de oficina (10 años)				S/ 280
Amortización de constitución de la sociedad (10 años)				S/ -
Gastos de oficina				S/ 300
Teléfonos				S/ 240
	<u>%</u>			
Imprevistos	5,0			S/ 175
TOTAL				S/ 3,668

GASTOS FINANCIEROS			
CONCEPTO		Tasa	(USD)
Amortización de intereses durante la construcción (10 años)			S/ 2,907,00
Intereses del préstamo		10,1	S/ 60,228
TOTAL			S/ 63,135,08

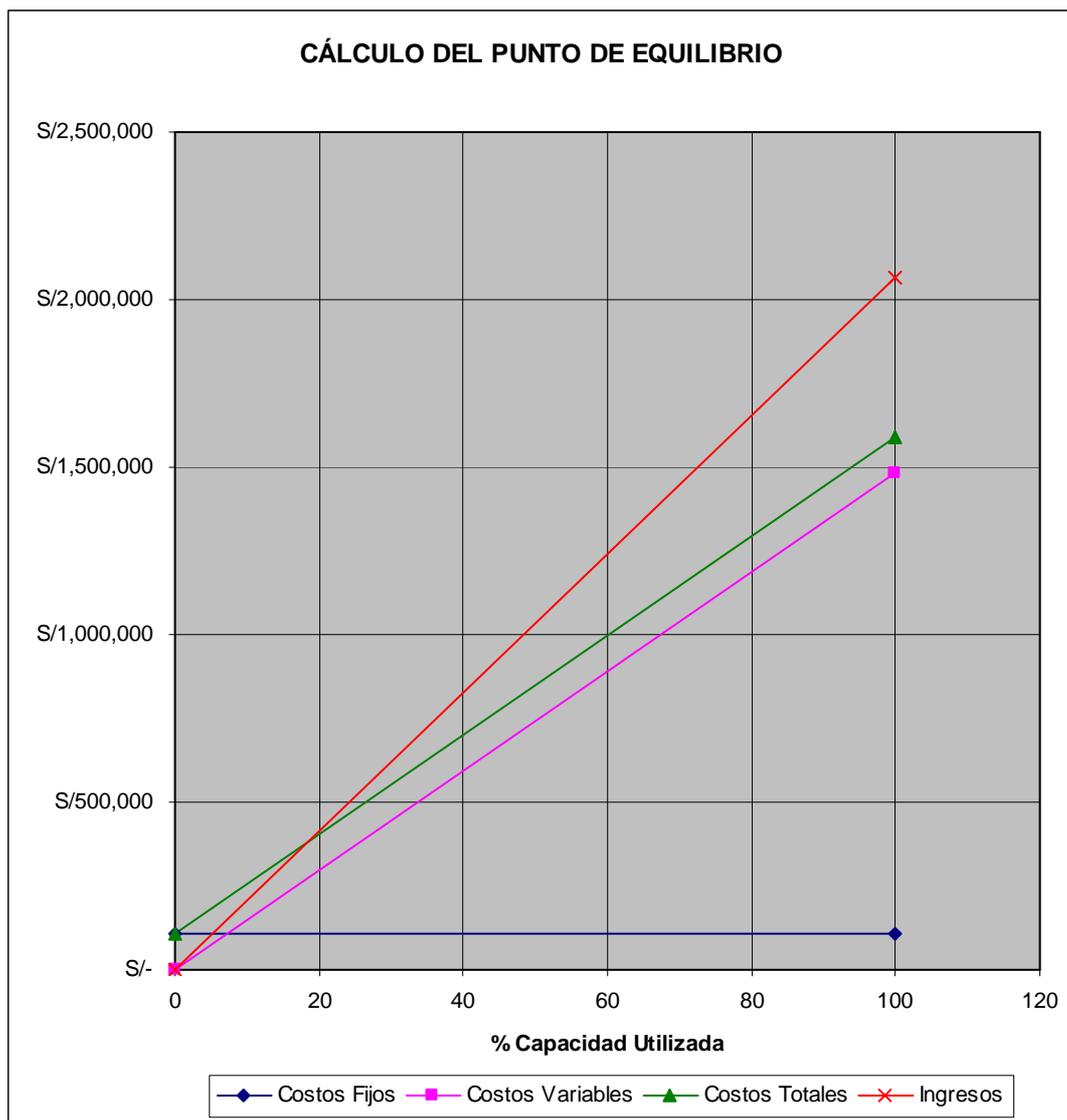
Anexo XXX
Costos de producción sistema de secado de lecho fijo para arroz
(Continuación)

COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO			
		(USD)	%
Costo de producción		S/ 1,513,895	95,97
Costos de ventas		S/ 241	0,02
Gastos de administración y generales		S/ 175	0,01
Gastos de financiamiento		S/ 63,135	4,00
TOTAL		S/ 1,577,445	100,00
Unidades producidas (quintales)		57,456	
Costo unitario del producto		S/ 27,45	

PUNTO DE EQUILIBRIO				
	Costos Fijos		Costos Variables	
	(USD)		Totales	Por Unidad
Materiales Directos	S/ 1,436	S/ 1,436,397	S/ 1,436,397	S/ 24,9999
Mano de Obra Directa	S/ 16,200	S/ 162	S/ 162	S/ 0,0028
Carga Fabril	S/ 919	S/ -	S/ -	S/ -
Mano de Obra Indirecta	S/ 6,966	S/ -	S/ -	S/ -
Materiales indirectos	S/ -	S/ 6,900	S/ 6,900	S/ 0,1201
Depreciación	S/ 854	S/ 17,078	S/ 17,078	S/ 0,2972
Suministros	S/ 1,465	S/ 14,649	S/ 14,649	S/ 0,2550
Reparaciones y mantenimiento	S/ 80	S/ 7,992	S/ 7,992	S/ 0,1391
Seguros	S/ 4,795	S/ -	S/ -	S/ -
Imprevistos	S/ 2,919	S/ -	S/ -	S/ -
Gastos de ventas	S/ 5,058	S/ -	S/ -	S/ -
Gastos administración, generales	S/ 3,668	S/ -	S/ -	S/ -
Gastos financieros	S/ 63,135	S/ -	S/ -	S/ -
TOTAL	S/ 107,495	S/ 1,483,177	S/ 1,483,177	S/ 25,8141
Punto de Equilibrio (%)	18,37			

Anexo XXX
Costos de producción sistema de secado de lecho fijo para arroz
(Continuación)

% Capacidad	Costos Fijos	Costos Variables	Costos Totales	Ingresos
0	S/ 107,495	S/ -	S/ 107,495	S/ -
100	S/ 107,495	S/ 1,483,177	S/ 1,590,671	S/ 2,068,416



Anexo XXX
Costos de producción sistema de secado de lecho fijo para arroz
(Continuación)

ESTRUCTURA PRODUCTIVA				
INSUMO - PRODUCTO				
SISTEMA DE SECADO DE LECHO FIJO TIPO RECTANGULAR PARA ARROZ EN CÁSCARA				
	Físico	Precio unitario	Precio total	%
ABI + AIBI (Materias Primas)			1,436,396,50	94,34%
Arroz pilado	2,611,63	550,00	1,436,396,50	
IBI (Materiales de producción)			6,900,00	0,45%
Fundas (quintales)	30,000	0,23	6,900,00	
Fundas PP 50 Kg	-	-	-	
Etiquetas	-	-	-	
Eq. Control Calidad	-	-	-	
Recipientes	-	-	-	
SP (Insumos)			14,648,88	0,96%
Energía eléctrica (Kw-h)	93,750	0,08	7,500,00	
Combustible (diesel, galones)	240	1,12	268,80	
Combustible (GLP)	18,576	0,33	6,130,08	
Lubricantes (gal)	50	15,00	750,00	

Anexo XXX
Costos de producción sistema de secado de lecho fijo para arroz
(Continuación)

IBK			16,439,14	1,08%
Imprevistos			2,918,95	
Seguros			4,794,90	
Gastos ventas			5,057,64	
Gastos administrativos			3,667,65	
IBKM			7,991,50	0,52%
INSUMOS = ABI + IBI + SP + IBKM			1,482,376,02	97,36%
MANO DE OBRA			23,166,00	1,52%
Mano de Obra Directa			16,200,00	
Mano de Obra Indirecta			6,966,00	
IBKR	-	-	17,077,81	1,12%
VALOR AGREGADO			40,243,81	2,64%
INSUMOS + VALOR AGREGADO		\$	1,522,619,84	100,00%
UNIDADES DE PRODUCCIÓN		qq	57,456	
COSTO POR UNIDAD		\$ / qq	26,50	
COSTO DE VENTA		\$ / qq	34,19	

Nota: El anterior análisis de costos cuenta con su respectivo respaldo elaborado en Excel, el mismo que se presenta en el archivo magnético anexo a este trabajo.

Se consideró una pérdida de peso por eliminación agua del grano durante el secado utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de agua extraída} = 100 \frac{H_i - H_f}{100 - H_i}$$

De esta manera se redujo de 229 a 190 sacos de 210 libras aproximadamente lo que a su vez representan 399 quintales de 100 libras de arroz seco por tanda de secado día, este valor esta ajustado a la producción anual, de esta manera es que se obtiene 57456 quintales al año.

Anexo XXXI
Factores de impacto ambiental en la producción de arroz

PRODUCCIÓN DE ARROZ EN CAMPO			
FACTOR POSCOSECHA	CALIFICACIÓN	IMPACTO	OBSERVACIONES
Suelo	-4	-100%	Suelos con poca actividad biológica y reducida cantidad de materia orgánica. Suelos compactos y secos por carencia de agua en algunas zonas. Erosión de suelos por falta de materia vegetal.
Recurso hídrico	-5	-100%	Contaminación del recurso hídrico en capas subterráneas debido a la lixiviación de químicos de uso agrícola. Agua de riego proveniente de vertientes contaminadas con pesticidas (ríos que cruzan zonas bananeras) y con desperdicios domésticos.
Manejo de desechos	-3	-40%	Quema de desperdicios de cosechas. Presencia de envases de productos químicos de uso agrícola, en canales, zonas de cultivo y lugares donde se realiza la preparación de los mismos. Presencia de desechos domésticos junto a hogares y cultivos. No se realiza reciclaje de desechos.
Vegetación	-2	-30%	Inexistencia de árboles, que delimiten zonas de cultivo, mejoren el ornato, sirvan como barreas vivas y prevengan la erosión de suelos.
Salud pública	-3	-30%	Los agricultores no utilizan guantes, mascarillas, overoles y botas como protección personal para la preparación y uso de agroquímicos. No destina una zona de almacenamiento para agroquímicos. Fuentes de agua para consumo humano inadecuadas, en zonas apartadas a pueblos y ciudades.
Uso de agroquímicos	-5	-100%	Uso indiscriminado de agroquímicos sin un asesoramiento de ingenieros agrónomos, previo análisis de suelos.

Anexo XXXII

Acciones preventivas de impacto ambiental en la producción de arroz.

PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.		
PRODUCCIÓN DE ARROZ.		
IMPACTO	FACTOR A RECUPERAR	TIPO-ACCIÓN
Presencia de materia orgánica y actividad biológica reducida.	Calidad del suelo	Realizar un análisis de suelos. Utilizar sustratos que mejoren y estimulen la reactivación biológica en los suelos. Usar productos de origen orgánico y reducir los agroquímicos.
Compactación de suelos	Calidad del suelo	Utilizar lo estrictamente necesario maquinaria agrícola. Realizar labores de labranza mínima. Establecer y mejorar sistemas de riego. Plantar especies arbóreas en linderos y accesos para mejorar la retención de humedad en el suelo y evitar el lavado del mismo durante épocas de lluvia.
Erosión de suelos	Calidad del suelo	Establecer y mejorar sistemas de riego. Reforestar linderos y accesos para mejorar la retención de humedad en los suelos. En zonas con pendientes establecer zanjas de desviación y mantenerlos limpias.
Contaminación de aguas subterráneas	Calidad del agua	Reducir el uso de agroquímicos. Evitar arrojar embases y otros contenedores de agroquímicos, dando un manejo adecuado de los mismos. Evitar el uso de aguas provenientes de vertientes contaminadas. Evitar el uso de materia orgánica directamente sin preparación previa.
Contaminación de aguas	Calidad del agua	Construcción de un colector por parte de las autoridades que evite las descargas de zonas urbanas a ríos y otras fuentes de agua destinadas a riego. Establecer un plan de tratamiento de aguas para productores a gran escala. Ejemplo: bananeras.
Protección personal	Salud pública	Capacitación en uso de agroquímicos para agricultores.
Almacenamiento de agroquímicos	Salud pública	Capacitación en uso de agroquímicos para agricultores.
Uso de agroquímicos	Calidad de suelos y salud pública.	Capacitación en uso de agroquímicos para agricultores.

Anexo XXXIII
Factores de impacto ambiental en el secado de arroz.

SECADO DE ARROZ.			
FACTOR SECADO	CALIFICACIÓN	IMPACTO	OBSERVACIONES
Ruido	-3	-100%	Contaminación por ruido dentro de la planta de secado por la activación de maquinaria.
Calidad del aire	-4	-100%	Mala calidad del aire debido a la presencia de partículas como polvo y pelusa generada por el movimiento del grano durante el secado.
Salud pública	-3	-60%	Trabajadores que no cuentan con protección industrial como gafas, casco, botas, protectores auditivos, mascarilla facial. Falta de señalización en zonas peligrosas. Riesgo de accidentes industriales por mala distribución de maquinaria. Condiciones de temperatura ambiente que generan agotamiento físico y deshidratación. No se cuenta con equipo de primeros auxilios. No se cuenta con extintores de incendios. No se cuenta con servicios higiénicos.
Vectores de enfermedades	-5	-100%	Presencia de aves de corral cuyas heces contaminan la capa de granos tanto en los secadores como las bodegas y patios. Presencia de heces de roedores, palomas y existencia de insectos como cucarachas, gorgojos y hormigas.

Anexo XXXIV

Factores preventivos de impacto ambiental en el secado de arroz.

PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES		
SECADO		
IMPACTO	FACTOR A RECUPERAR	TIPO-ACCIÓN
Contaminación por ruido	Ambiente de trabajo	Mantenimiento de equipo y maquinaria en la planta de secado. Ubicación de chasis que cubran partes mecánicas expuestas que generan ruido en equipos que lo permitan. Usar protectores auditivos para el personal que opera equipos mecánicos.
Aire contaminado	Ambiente de trabajo	Realizar prelimpieza de grano antes del secado. Proveer de mascarillas faciales y gasfas de protección al personal. Mejorar condiciones de ventilación.
Protección personal industrial	Seguridad industrial	Usar protectores auditivos, gafas, mascarillas faciales, cascos y calzado adecuados.
Señalización	Seguridad industrial	Ubicar señalización en zonas peligrosas, instrucciones para uso de equipos, zonas de evacuación.
Distribución maquinaria	Seguridad industrial	Realizar un estudio de tiempos y movimientos para la distribución de equipos de secado de granos.
Equipo de primeros auxilios	Seguridad industrial	Implementar botiquines de primeros auxilios. Capacitar al personal en la aplicación de primeros auxilios.
Equipo contra incendios	Seguridad industrial	Implementar extintores. Establecer un plan contra incendios. Capacitar al personal en el uso de equipos contra incendios.
Servicios higiénicos	Salud pública	Establecer baterías sanitarias.
Presencia de plagas	Salud pública	Establecer un plan de manejo integrado de plagas MIP.

Anexo XXXV

Calculo de tiempo de secado mejorado.

Si el grano de arroz llega con 22% en vez de 26% de humedad el tiempo de secado debería ser:

1. Se determina la nueva capacidad horaria, sabiendo que la capacidad técnica del secador es de 1524.46 Sacos Punto de humedad / hora.

$$22\% - 13\% = 9 \text{ Puntos de humedad a eliminar}$$

$$\frac{1524.46 \frac{SP}{h}}{9} = 16.94 \frac{\text{Sacos}}{\text{hora}} \times \frac{210 \text{ Lbs}}{1 \text{ Saco}} \times \frac{1 \text{ Kg}}{2.2 \text{ Lbs}} \times \frac{1 \text{ Ton}}{1000 \text{ Kg}} = 1.6 \frac{\text{Ton}}{h}$$

2. Conociendo que el volumen de grano que se carga por parada de secado es de 21.83 toneladas; se aplica la formula de tiempo de secado.

$$TS = \frac{21.83(\text{Ton})}{1.6(\text{Ton/h})} = 13.5 \text{ horas}$$

$$TS = 13.5 \text{ horas}$$

Nota: Si se disminuye la cantidad de grano a secar de 21.83 toneladas con una altura de capa de grano de 0.77 m, a 14.17 toneladas con una altura de capa de grano de 0.5 m como hace referencia Arias, 1993; y manteniendo que el grano de arroz posee 22% de humedad al llegar al secador; el tiempo de secado sería de:

$$TS = \frac{14.17(\text{Ton})}{1.6(\text{Ton/h})} = 8.7 \text{ horas}$$

Anexo XXXVI

Cálculo de flujo de aire mejorado.

Primero se determina e El siguiente calculo se realizó en base a un secador con un lecho o capa de grano de 77cm, de 10 metros de largo, 4.5 metros de ancho y con un grano con 26% de humedad.

1. Poder de evaporación del secador:

$$\text{Cantidad de agua extraída} = 100 \frac{H_i - H_f}{100 - H_i}$$

$$\text{Cantidad de agua extraída} = 100 \frac{26 - 13}{100 - 26} = 17.56\%$$

21.8 Ton X 0.1756 = 3.83

21.8 Ton - 3.83 Ton = 17.97 Toneladas de grano seco

$$\frac{Q_s}{t} \times \frac{h_i - h_f}{100 - h_i} = \frac{Kg \text{ agua}}{\text{hora}}$$

Donde:

Q_s = Peso de grano seco (Ton).

$$t = \text{Tiempo (horas)} \quad \frac{17.97}{13.5} \times \frac{26 - 13}{100 - 26} = 0.23 \frac{\text{Ton}}{\text{hora}}$$

h_i = Humedad inicial.

$$h_f = \text{Humedad final.} \quad 0.23 \frac{\text{Ton}}{\text{hora}} \times \frac{1000 \text{Kg}}{1 \text{Ton}} = 233.84 \frac{\text{KgH}_2\text{O}}{\text{hora}}$$

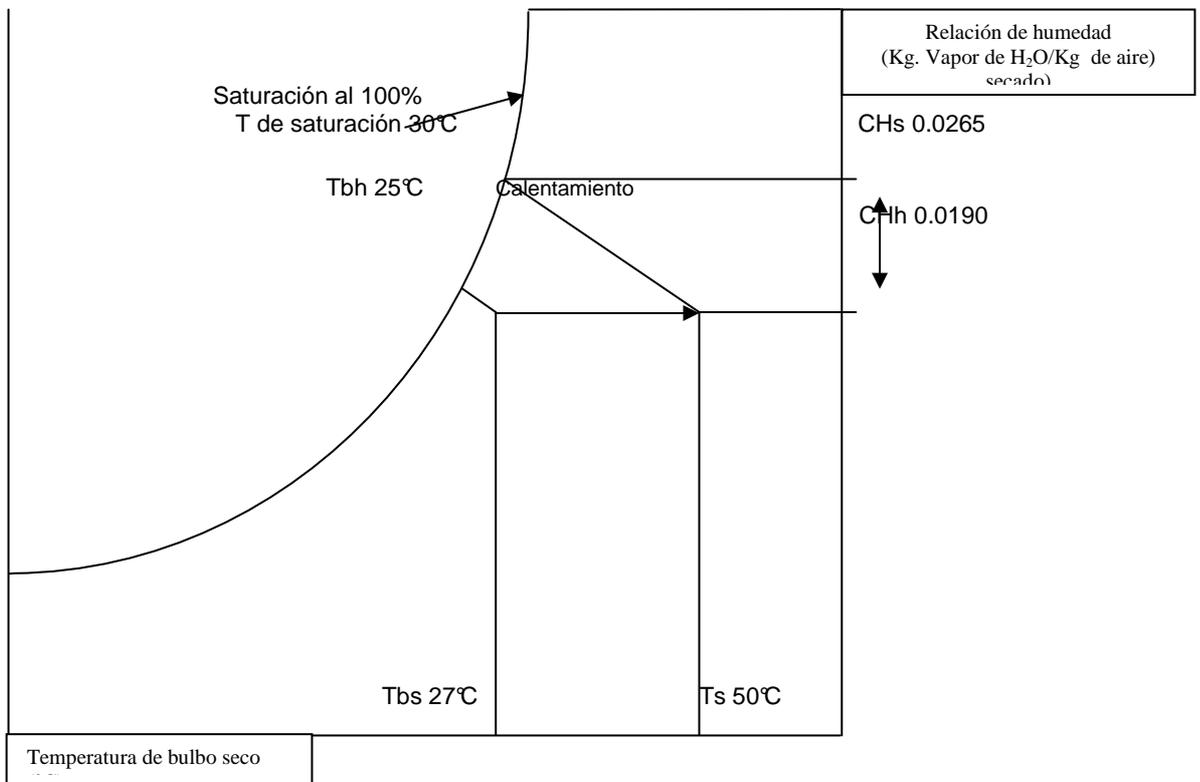
(de Dios, 1996)

$$233.84 \frac{\text{KgH}_2\text{O}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = 3.89 \frac{\text{KgH}_2\text{O}}{\text{min}}$$

Anexo XXXVI
Cálculo de flujo de aire mejorado (Continuación)

2. Se determinar la cantidad de agua que ingresa al secado en kilogramo de agua/kilogramo de aire seco para lo cual se hace uso de la tabla psicométrica mostrada en el anexo XXXIX tomando la temperatura de bulbo seco y de bulbo húmedo.

Primero se toma la cantidad de agua que ingresa al secado por medio del aire y posteriormente la misma lectura cuando alcanza la saturación al aumentar la temperatura (calentamiento sensible del aire).



Representación gráfica de lectura y toma de datos en carta psicométrica.

Anexo XXXVI
Cálculo de flujo de aire mejorado (Continuación)

3. Encontrados los valores se determina la cantidad de agua que ingresa con el aire de secado.

$$\text{Cantidad de } H_2O \text{ absorbida} = CH_s - CH_h.$$

$$0.0265 - 0.0190 = 0.0075 \frac{KgH_2O}{KgAireSeco}$$

4. Luego se procede a dividir el poder de evaporación para la cantidad de agua absorbida.

$$\text{Flujo de Aire} = \frac{\frac{Kg H_2O}{min}}{\frac{Kg H_2O}{Kg Aire seco}}$$

$$\frac{\frac{3.89KgH_2O}{min}}{\frac{0.0075KgH_2O}{KgAireSeco}} = 518 \frac{KgAire}{min}$$

5. Por último se divide el flujo de aire obtenido para la densidad del aire y de esta forma se determina el caudal de aire que se requiere.

$$Q = m + \int_G$$

Donde:

Q= Caudal de aire seco m³/ min

m= Flujo de aire seco (Kg Aire seco/min)

∫_G = Densidad del aire 1.23 Kg/m³

(Vélez, 1994)

Anexo XXXVI

Cálculo de flujo de aire mejorado (Continuación)

$$Q = \frac{518 \frac{\text{KgAire}}{\text{min}}}{1.23 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}}$$

$$Q = 421 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

Nota: Este es el flujo de aire que se requiere para el secado de arroz en las condiciones atmosféricas en la que se desarrolla dicho proceso, con este valor se puede buscar proveedores autorizados que tengan equipos de ventilación que cumplan con rangos de caudal que se acerque a lo calculado.

Haciendo una comparación con el flujo de aire del ventilador utilizado en el centro de servicio de secado se observa que es el doble de lo que aquí se determina.

Por otra parte si se ubica en el secador un lecho o capa de grano de 0.77m de altura, lo que representa 34.65 m³ de grano, el flujo de aire de secado es de 12.15 m³/minuto/m³ de grano, valor que no se aproxima a lo que describe en la tabla 12 del texto.

Si se realiza el mismo procedimiento de calculo y tan solo se reduce la altura de capa de grano a 0.5 m de altura, lo que representa 22.5 m³ de grano y se considera un tiempo de secado de 8.7 horas como se determinó en el anexo XXVI, el flujo de aire de secado sería de 426.15 m³/minuto ó 18.94 m³/minuto/m³ de grano, este valor se aproxima mucho a lo que se recomienda en la tabla 12 del texto.

Anexo XXXVII

Cálculo de presión estática mejorada.

El siguiente calculo se realizó en base a un secador con un lecho o capa de grano de 77cm, de 10 metros de largo, 4.5 metros de ancho y con un grano con 26% de humedad.

1. El nuevo flujo de aire se divide para la cantidad de grano en toneladas con las que trabaja normalmente el secador de arroz:

$$\frac{421m^3 / \text{min}}{21.83\text{Ton}} = 19.28 \text{ m}^3/\text{min}/\text{Ton}.$$

2. Se multiplica por la cantidad de grano por las toneladas por metro cuadrado de superficie de secado para obtener el un flujo de aire en $\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2$:

$$\frac{21.83\text{Ton}}{45\text{m}^2} = 0.48 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Donde: 45 m^2 es el área de la cámara de secado.

$$19.28 \frac{\text{m}^3}{\text{min}/\text{Ton}} \times 0.48 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = \mathbf{9.35} \frac{\text{m}^3}{\text{min}/\text{m}^2}$$

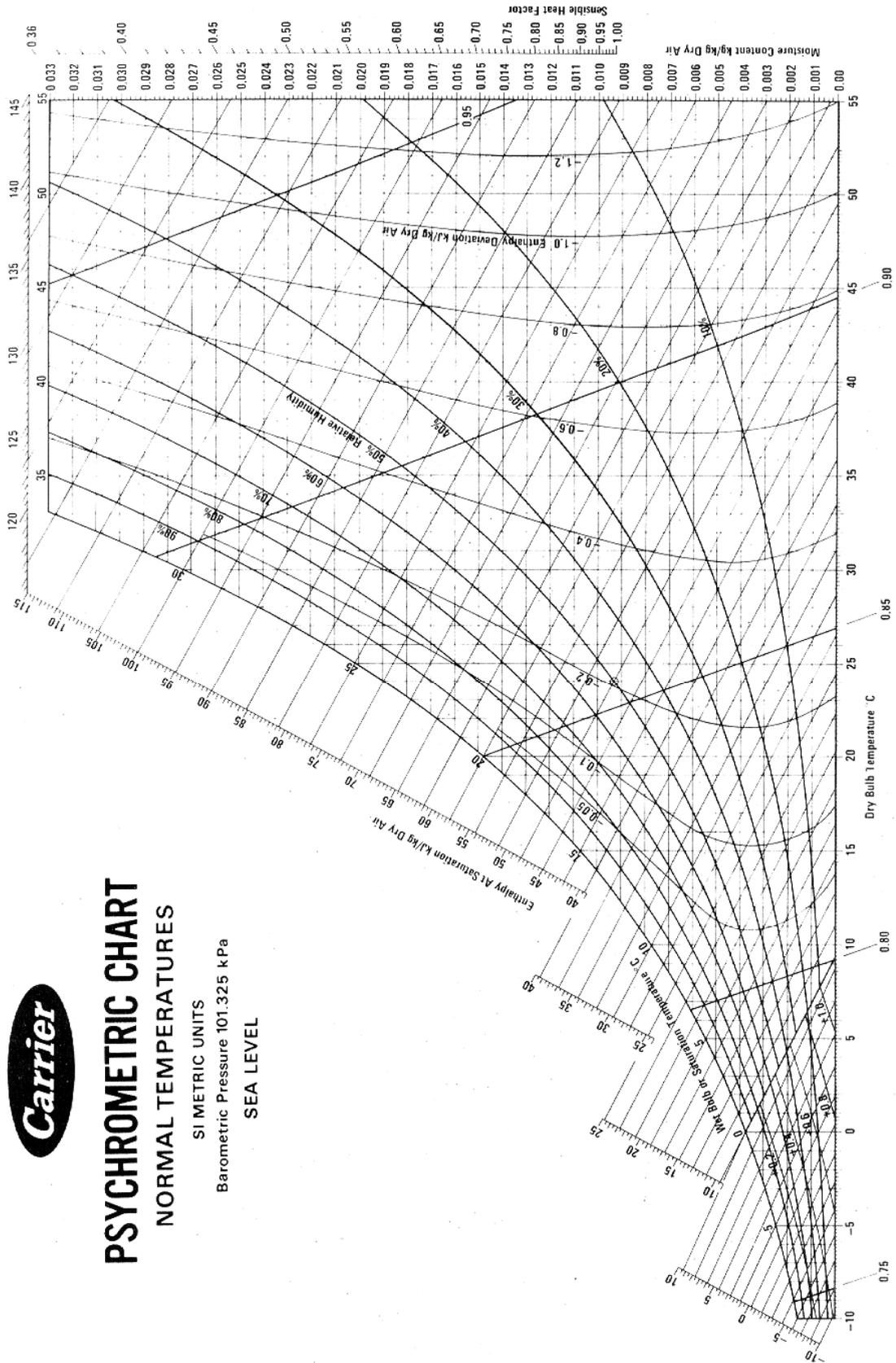
3. Utilizando nuevamente de la grafica de SHEDD se encuentra una presión estática de 53 mmCA que adicionando el 25% por concepto de presencia de impurezas se obtiene una presión estática de 66.25 mmCA.

$$53 \text{ mmCA} \times 1.25\% = \mathbf{66.25 \text{ mmCA}}.$$

Nota: Si se realiza el mismo procedimiento de calculo y se reemplaza el flujo de aire de secado por $426.15 \text{ m}^3/\text{minuto}$, flujo calculado en base a una altura de capa de grano de 0.5 m, la presión estática es de 68.75 mmCA valor que se encuentra dentro de lo que hace referencia la tabla 12.

Anexo XXXVIII

Carta Psicometría a una atmósfera de presión y temperatura normal



PSYCHROMETRIC CHART

NORMAL TEMPERATURES
 SI METRIC UNITS
 Barometric Pressure 101.325 kPa
 SEA LEVEL

Copyright © Carrier Corporation 1975
 Cat. No. 794-002 - Printed in U.S.A.

Volume m³/kg Dry Air

Below 0°C Properties and Enthalpy Deviation Lines Are For Ice

Reproduced courtesy of Carrier Corporation

