



GUÍA TÉCNICA

MANEJO DEL CULTIVO DE ARROZ
BAJO EL SISTEMA DE RIEGO CON

SECAS INTERMITENTES

EN LAS REGIONES DE TUMBES, PIURA,
LAMBAYEQUE Y LA LIBERTAD



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

EL PERÚ PRIMERO



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA

Guía técnica: Manejo del cultivo de arroz bajo el sistema de riego con secas intermitentes
en las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad

Guía técnica: Manejo del cultivo de arroz bajo el sistema de riego con secas intermitentes en las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad

Ministerio de Agricultura y Riego

Ministro de Agricultura y Riego
Ing. Jorge Luis Montenegro Chavesta

Viceministro de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego
Econ. Carlos Alberto Ynga La Plata

Viceministra de Políticas Agrarias
Econ. Paula Rosa Carrión Tello

Jefe del INIA
Jorge Luis Maicelo Quintana, Ph. D.

© Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA

Elaboración de contenido:
Ing. Jesús F. Caldas Cueva, M.Sc.
Ing. Héctor Vladimir Vásquez Pérez, M.Sc.
Lic. Alfonso Lizárraga Travaglini, M.Sc.

Equipo técnico:
Ing. Fernando Montero Bances
Ing. César Tepe Sánchez

Colaboradores:
Ing. Isaac Cieza Ruiz, M.Sc.
Ing. Patricia Rosana Villegas Suclupe

Fotografías:
Patricia Rosana Villegas Suclupe (2 - 10, 12, 14 - 20)
Nilson Quispe Solano (11)
Jorge Llontop Llaque (24, 25)

Editado por:
Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA
Equipo Técnico de Edición y Publicaciones
Av. La Molina 1981, Lima- Perú
(51 1) 240-2100 / 240-2350
www.inia.gob.pe

Editor general:
Eliana Alviárez Gutierrez, M.Sc.

Revisión de contenido:
Gabriela Salazar Alvarez
Betty Flores Gonzales
Heillen Calderón Castillo

Diseño y diagramación:
Abner Fernando Mio Torrejón
Luis Carlos Arévalo Mercado

Publicado:
28 de febrero del 2020

Primera edición:
Febrero, 2020

Tiraje:
1 000 ejemplares

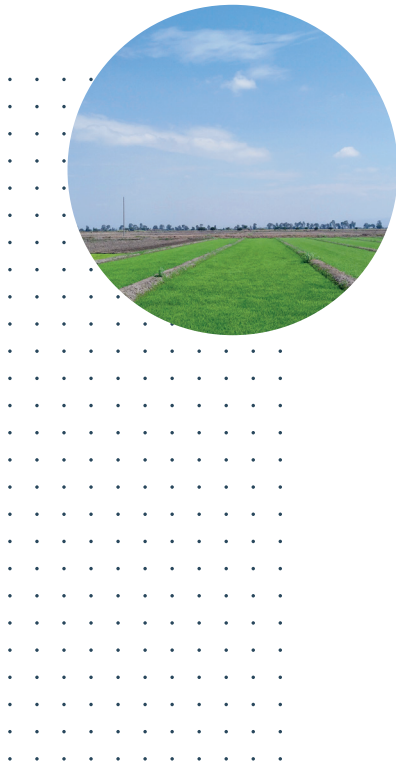
Impreso en:
Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA
RUC: 20131365994
Teléfono: (51 1) 240-2100 / 240-2350
Dirección: Av. la Molina 1981, Lima- Perú
Web: www.inia.gob.pe

ISBN:
978-9972-44-049-6

Tabla de contenido

Presentación	5
Introducción	7
1. Variedades recomendadas por región de acuerdo con la productividad en las últimas campañas	10
1.1 INIA 508 - Tinajones	10
1.2 INIA 509 - La Esperanza	10
1.3 INIA 510 – Mallares	11
1.4 INIA 513 - La Puntilla	12
1.5 IR - 43	12
1.6 FEDEARROZ 60 (FEROM)	13
2. Manejo integrado del cultivo: Sistema de siembra por trasplante	13
2.1 Almacigo	13
2.2 Trasplante	19
3. Sistema de riego con secas intermitentes	23
3.1 Fase vegetativa del cultivo de arroz	23
3.2 Inicio de la fase reproductiva	25
4. Fertilización	31
5. Plagas	34
5.1 Insectos nocivos	34
5.1.1 Gusano de hoja (<i>Spodoptera</i> sp.)	34
5.1.2 Mosquilla del arroz (<i>Hydrellia</i> sp.)	35

5.1.3	Sogata (<i>Tagosodes orizicolus</i> Muir)	35
5.1.4	Gusano rojo (<i>Chironomus</i> sp.)	36
5.1.5	Control de insectos nocivos	36
5.2	Enfermedades	37
5.2.1	Añublo de vaina (<i>Rhizoctonia solani</i>)	38
5.2.2	Pudrición de la vaina (<i>Sarocladium</i> sp.)	38
5.2.3	Virus de la hoja blanca (VHB)	39
5.2.4	Quemado del arroz (<i>Pyricularia oryzae</i> Cav.)	39
5.2.5	Falso carbón (<i>Ustilaginoidea virens</i>)	40
5.2.6	Control de enfermedades	40
5.3	Malezas	41
5.3.1	Control de malezas	42
6.	Cosecha	43
7.	Costos de producción	44
8.	Referencias	49



Presentación

El arroz en el Perú es considerado uno de los tres productos más importantes de la agricultura y la alimentación nacional, con una superficie sembrada que supera las 440 mil hectáreas, generando una producción aproximada de 3.6 millones de toneladas. El arroz en cáscara es también, el producto que más aporta al valor bruto de producción en la actividad agrícola nacional, con una participación del 13 % del PBI agrícola en los últimos 10 años (MINAGRI, 2019).

La vasta superficie arroceras del país requiere igualmente el uso de grandes volúmenes de agua de riego, y las necesidades se incrementan considerablemente debido al sistema de riego por inundación. La necesidad del recurso hídrico bordea los 14 000 metros cúbicos por hectárea por campaña. El principal problema asociado a este sistema de riego es la alta tasa de proliferación del insecto *Anopheles albimanus*, principal vector de la Malaria, cuyo medio de vida se encuentra potenciado por los campos de arroz inundados con agua. Otro problema conexas a los mencionados es la alta emisión de gases de efecto invernadero, como el metano y el óxido nitroso, gases que emanan de las aguas estancadas. Asimismo, el sistema de riego convencional en el cultivo de arroz genera un alto grado de salinización de los suelos por exceso de agua, debido al mal manejo del recurso hídrico y al inadecuado drenaje de los suelos, impactando seriamente en los costos de producción y en los rendimientos productivos.

Ante esta realidad, el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), en coordinación con los Ministerios de Salud y del Ambiente, ha considerado necesario promover una alternativa tecnológica como estrategia para contrarrestar el incremento de brotes de Malaria en el Perú, así como para mitigar el efecto ambiental con la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, garantizando una agricultura rentable a partir de la disminución de los costos de producción por el menor consumo de agua y el menor número de aplicaciones de plaguicidas.

Con dicho objetivo, la Comisión Multisectorial para la Implementación de la Técnica de Riego con Secas Intermitentes en el cultivo de arroz, presidido por el MINAGRI (Decreto Supremo N° 018-2014-SA), encargó al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), la elaboración de un documento técnico para la implementación del riego con secas intermitentes en el cultivo de arroz. En cumplimiento de dicho encargo, presentamos la Guía Técnica, denominada: “Manejo del cultivo de arroz bajo el sistema de riego con secas intermitentes en las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad”, que servirá de consulta a productores, técnicos y profesionales agrarios vinculados a esta alternativa tecnológica, por los beneficios que representa para la agricultura, la salud pública y el ambiente.

A nombre del INIA, expreso mi reconocimiento a los productores, técnicos, profesionales y científicos arroceros de las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad, así como a los Gobiernos Regionales, por sus valiosos aportes en el mejoramiento de los contenidos técnicos de la presente publicación.

Jorge Luis Maicelo Quintana, Ph. D.
Jefe del Instituto Nacional de Innovación Agraria

Introducción

El arroz es uno de los cereales más importantes de la alimentación mundial y en el Perú es uno de los principales componentes de la alimentación nacional, contribuyendo a la seguridad alimentaria de los peruanos con un consumo promedio de 60 kg/persona/año. Asimismo, el arroz cáscara es el producto que más aporta al valor bruto de producción (VBP) de la actividad agrícola, con un valor que alcanza el 13.1 % del VBP agrícola del 2018, participación que se ha mantenido durante el periodo 2007 – 2018 (MINAGRI, 2018). La superficie de siembra en la campaña 2017-2018 fue de 442 768 hectáreas, de las cuales el 38 % correspondió a la costa norte (Figura 1). La producción nacional en dicha campaña ascendió a 3 557 900 toneladas de arroz en cáscara, generando un valor de 2 906 millones de soles, con un rendimiento promedio nacional de 8.12 toneladas por hectárea (DEGESEP-MINAGRI, 2019).

El arroz es un cultivo que se caracteriza por ser intensivo en el uso del agua, con un 82 % de la superficie cultivada bajo riego y 18 % bajo secano. La producción que se desarrolla en los valles costeros enfrenta la escasez de lluvias, por esta razón los reservorios de Poechos y San Lorenzo en Piura, Gallito Ciego en La Libertad y Tinajones en Lambayeque, han contribuido a regular el agua en dichas zonas de producción. Por el contrario, en las zonas arroceras de la selva, el recurso hídrico es abundante, lo cual propicia la producción del cultivo durante todo el año. Según la Autoridad Nacional del Agua, el cultivo del arroz bajo condiciones de riego por inundación consume entre 14 000 - 24 000 m³ en la costa norte y sur, mientras que el consumo de agua en las regiones de la selva oscila entre 14 000 - 16 000 m³ (MINAGRI/PNC, 2020).

La producción intensiva del arroz en la costa peruana, en especial en la costa norte, trae como consecuencia problemas de salinización de suelos y mayor presencia de plagas generados por el manejo del cultivo en campos inundados, incrementando los costos de producción para contrarrestar dichos problemas. De manera colateral, el cultivo de arroz en la costa norte induce a una mayor población y proliferación del insecto *Anopheles albimanus*, principal vector de la Malaria y a una mayor emisión de gases de efecto invernadero como el metano y el óxido nitroso que emanan de

los campos empozados con agua. Esta información ha sido analizada en proyectos desarrollados por encargo de la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA, y corroborada por el INIA a través del Proyecto de Investigación PI_134: “Estudio de validación técnico-económica del sistema de riego con secas intermitentes en el cultivo de Arroz (*Oryza sativa*) para el control de la Malaria en la costa norte del Perú”, proyecto desarrollado entre el periodo 2016 – 2019.

Ante los serios problemas para la salud pública, la agricultura y el ambiente, el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) encargó al INIA priorizar la elaboración de una Guía Técnica que sirva de consulta para los agricultores que decidan migrar de manera gradual al manejo del cultivo de arroz bajo el sistema de riego con secas intermitentes. En cumplimiento del citado encargo, el Programa Nacional de Investigación en Arroz en coordinación con la Dirección de Gestión de la Innovación Agraria del INIA ha promovido la elaboración de la guía técnica denominada "Manejo del cultivo de arroz bajo el sistema de riego con secas intermitentes en las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad".

El presente documento técnico ha sido elaborado con la participación y colaboración de agricultores, profesionales y científicos líderes de cada región. Asimismo, ha sido muy importante la colaboración de los Gobiernos Regionales de las cuatro regiones a través de las Direcciones y/o Gerencias Regionales de Agricultura, así como de las entidades adscritas del Estado, tales como DIGESA, SENASA, ANA, AGRORURAL, entre otros; a quienes expresamos nuestra gratitud.

La Molina, 28 de febrero del 2020



En el Perú, el área de cultivo de arroz es de 442 768 ha, con una producción de 3.6 millones de toneladas de arroz cáscara, de las cuales el 38 % corresponde a la costa norte del Perú: Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.
Fuente: MINAGRI, 2019

Figura 1. Área cultivada de arroz en las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad (Porcentajes regionales con respecto al área cultivada nacional).

1. Variedades recomendadas por región de acuerdo con la productividad en las últimas campañas

En la costa norte del Perú, en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad se emplean diversas variedades de arroz, principalmente, INIA 508 - Tinajones, INIA 509 - La Esperanza, INIA 510 - Mallares, INIA 513 - La Puntilla, IR-43 y FEDEARROZ 60 (FEROM). Estas variedades son utilizadas en diferentes proporciones en las cuatro regiones, según las características del suelo y clima, principalmente.

1.1 INIA 508 - Tinajones

- Es una variedad de ciclo semi - precoz, que madura aproximadamente entre 140 - 145 días de la siembra a la cosecha.
- El potencial de rendimiento de esta variedad, en parcelas experimentales, ha llegado a producir 13 t/ha de arroz cáscara en Lambayeque, más de 14 t/ha en La Libertad y Piura y más de 16 t/ha en Arequipa.
- En parcelas comerciales, en campos de productores, se han registrado rendimientos superiores a las 13.5 t/ha (190 sacos/ha).
- Del arroz sembrado en valle del Chira, aproximadamente el 70 % corresponde a la variedad de Tinajones, principalmente por su semi - precocidad.
- Tiene una alta respuesta al nitrógeno.
- Responde de manera susceptible al ataque de plagas como mosca minadora, sogata, así como a pudriciones de tallos y de vainas generadas por *Rhizoctonia*, *Sarocladium*, *Helminthosporium* y especialmente, al virus de hoja blanca.
- Es una variedad que tiene una alta calidad de grano en apariencia y un excelente rendimiento de molinería.
- Presenta una buena calidad culinaria.

1.2 INIA 509 - La Esperanza

- Es una variedad de ciclo semi - precoz, liberada principalmente para su producción en selva alta y baja, no obstante, se ha adaptado muy bien a los valles costeros. Madura aproximadamente entre 155 - 160 días desde la siembra hasta la cosecha.

- El potencial de rendimiento de esta variedad, en parcelas experimentales, ha llegado a producir 12 t/ha de arroz cáscara en Lambayeque y más de 13 t/ha en La Libertad y Piura.
- En parcelas comerciales, en campos de productores, se han registrado rendimientos superiores a las 12.5 t/ha (180 sacos/ha).
- Tiene alta respuesta al nitrógeno.
- Responde de manera susceptible al ataque de plagas como mosca minadora, sogata, así como a pudriciones de tallos y vainas generadas por *Rhizoctonia*, *Sarocladium* y *Helminthosporium*. Es una variedad medianamente susceptible al virus de la hoja blanca en la costa.
- Es una variedad que tiene una alta calidad de grano en apariencia y en rendimiento de molinería.
- Presenta una buena calidad culinaria.

1.3 INIA 510 – Mallares

- Es una variedad de ciclo semi - precoz que madura aproximadamente entre 145 - 148 días desde la siembra hasta la cosecha.
- El potencial de rendimiento de esta variedad, en parcelas experimentales, ha llegado a producir 13.2 t/ha de arroz cáscara en Lambayeque, 12.5 t/ha en La Libertad, 15.5 t/ha en Piura y 16.4 t/ha en Arequipa.
- En parcelas comerciales, en campos de productores, se han registrado rendimientos superiores a las 12.5 t/ha (180 sacos/ha).
- Requiere una fertilización balanceada sin exceso de nitrógeno.
- Es tolerante al ataque de plagas como mosca minadora y sogata, ligeramente tolerante a pudriciones de tallos y vainas generadas por *Rhizoctonia*, *Sarocladium* y *Helminthosporium*.
- Es una variedad tolerante al virus de la hoja blanca.
- Tiene una alta calidad de grano en apariencia y un excelente rendimiento de molinería.
- Presenta una buena calidad culinaria (buen graneado, buena expansión y mantiene una textura suave al enfriarse).

1.4 INIA 513 - La Puntilla

- Es una variedad de ciclo semi - precoz que madura aproximadamente entre 145 - 148 días desde la siembra hasta la cosecha.
- El potencial de rendimiento de esta variedad, en parcelas experimentales, ha llegado a producir 13 t/ha de arroz cáscara en Lambayeque y más de 13.5 t/ha en La Libertad y Piura.
- En parcelas comerciales, en campos de productores, se han registrado rendimientos superiores a las 13 t/ha (186 sacos/ha).
- Para su adecuado manejo en campo es necesaria la fertilización balanceada sin exceso de nitrógeno.
- Es tolerante al ataque de plagas como mosca minadora y sogata; ligeramente tolerante a pudriciones de tallos y vainas producidas por *Rhizoctonia*, *Sarocladium* y *Helminthosporium*.
- Es una variedad muy tolerante al virus de la hoja blanca.
- Tiene una alta calidad de grano en apariencia y en rendimiento de molinería.
- Presenta una buena calidad culinaria.

1.5 IR - 43

- Es una variedad de ciclo semi - precoz, que madura aproximadamente entre 150 - 155 días de la siembra a la cosecha.
- El potencial de rendimiento de esta variedad, en parcelas experimentales, ha llegado a producir 12.5 t/ha de arroz cáscara en Lambayeque y más de 13 t/ha en La Libertad y Piura.
- En parcelas comerciales, en campos de productores, se han registrado rendimientos superiores a las 13.5 t/ha (190 sacos/ha).
- Es una variedad posicionada en el Bajo Piura debido a la gradiente de salinidad.
- Tiene alta respuesta al nitrógeno.
- Es muy susceptible al ataque de plagas como mosca minadora, sogata, pudriciones de tallos y vainas generadas por *Rhizoctonia*, *Sarocladium* y *Helminthosporium*; y especialmente muy susceptible al virus de la hoja blanca y a altas temperaturas.

- En épocas del año con altas temperaturas se ve afectada fuertemente la calidad de grano en apariencia y en molinería.
- Presenta una buena calidad culinaria.

1.6 FEDEARROZ 60 (FEROM)

- Es una variedad de ciclo semi - precoz que madura aproximadamente entre 155 - 160 días desde la siembra hasta la cosecha.
- En Tumbes, el potencial de rendimiento de esta variedad, en parcelas experimentales, ha llegado a producir más de 10 t/ha de arroz cáscara.
- Es susceptible al ataque de plagas como mosca minadora y gusano rojo, y a pudriciones de tallos y vainas producidas por *Rhizoctonia*, *Sarocladium* y *Helminthosporium*.
- Es una variedad tolerante al virus de la hoja blanca y a altas temperaturas.

2. Manejo integrado del cultivo: Sistema de siembra por trasplante

2.1 Almacigo

Ubicación

Los almacigos deben ser ubicados en suelos fértiles, franco arcillosos, fáciles de drenar, situados cerca a las acequias de riego y alejados de plantaciones de árboles (García, 2013).

Dimensiones de las pozas

En lo posible, las pozas deben ser de 6 metros (2 brazas) de ancho por 30 metros de largo (10 brazas) (Figura 2). Estas dimensiones facilitan el riego, el “voleo” de la semilla, la distribución de fertilizantes y el manejo de plagas (insectos nocivos, enfermedades y malezas) (Bruzzone y Heros, 2011). Se recomienda al agricultor ajustar las dimensiones de las pozas a las características del terreno.



Figura 2. Distribución de las pozas en el almácigo de arroz.

Preparación del suelo

Para una buena preparación de suelo del almácigo, se recomiendan las siguientes labores (Bruzzzone y Heros, 2011):

- Limpieza de los bordos.
- Labranza: Proceder a la aradura, cruza y nivelación del terreno.

Nivelación

- En húmedo: Inundar las pozas, proceder al batido (Figura 3) y realizar la nivelación bajo agua, haciéndolo con mucho cuidado para que el terreno quede nivelado al máximo.
- En seco: Hacer la nivelación con rayos láser (Figura 4).



Figura 3. “Fangueo” del terreno destinado para el almácigo.



Figura 4. Nivelación con rayos láser.

Calidad de las semillas

Utilizar semilla certificada (Figura 5), de productores registrados ante la Autoridad en Semillas. Se recomienda adquirir la semilla en centros de venta autorizados (García, 2013).

De ser necesario, consultar con los especialistas respecto a las variedades más adecuadas para cada zona de producción.



Figura 5. Semilla certificada de arroz.

Cantidad de semilla

Se recomienda emplear de 150 a 180 gramos por metro cuadrado de almácigo. Para 450 metros cuadrados se requiere de 70 a 80 kilogramos de semilla, cantidad requerida para una hectárea de terreno definitivo (Tabla 1) (Bruzzzone y Heros, 2011).

Tabla 1
Necesidades de terreno y semilla de arroz para almácigos

Superficie a trasplantar (ha)	Superficie de almácigos (m²)	Cantidad de semillas (kg)	Número de sacos de 40 kg
1	450	80	2
2	900	160	4
3	1350	240	6
4	1800	320	8
5	2250	400	10
6	2700	480	12
7	3150	560	14
8	3600	640	16
9	4050	720	18
10	4500	800	20

Remojo y abrigo de la semilla

Antes de “volar” la semilla, ésta se debe remojar a saco flojo, completamente sumergida en agua, durante 24 horas. Luego debe ser cubierta con paja (Figura 6), “bien abrigada”, “horneada” o “bien arropada”, durante 24 a 36 horas hasta que se observe la emergencia del embrión (1 - 2 mm) (Figura 7) (Bruzzzone y Heros, 2011).



Figura 6. Preparación para el "abrigo de la semilla".



Figura 7. Semilla pregerminada.

Manejo de agua en el almácigo

Al momento del voleo de la semilla, la lámina de agua de la poza debe tener aproximadamente 5 cm de altura (Figura 8) y ser lo suficientemente clara para observar una buena distribución de la semilla.

La lámina de agua debe mantenerse aproximadamente por 24 horas. Realizar repaces y secas (secar en la noche y regar en el día), por un periodo de 8 a 10 días, con la finalidad de que las plántulas se desarrollen con mayor facilidad (García, 2013).

Luego, a partir de los 15 días de convertida en plántula, se mantiene una capa delgada entre 5 a 10 cm de agua en las pozas de forma constante, de acuerdo con el tamaño de las plántulas, tratando de no ahogarlas. En el valle de Jequetepeque se implementan secas de tres o cuatro días.



Figura 8. Voleo de semilla en almácigos con 5 cm de lámina de agua.

Control de malezas en almácigo

El control de malezas en el almácigo se inicia con una buena preparación del suelo, con el remojo del terreno para facilitar la germinación de las malezas y posteriormente, el pasado de rastra para finalizar con la nivelación del terreno. Para el control químico de malezas se recomienda la aplicación de herbicidas (Tabla 2).

Tabla 2
Herbicida para el manejo de malezas

Herbicida (Ingrediente activo)	Uso	Dosis	Momento de aplicación
Benthiocarb granulado*	Pre-emergente	1 kg/poza de 180 m²	A los 7 días después del voleo de la semilla

* Se pueden utilizar otros herbicidas que se encuentren en el mercado, los cuales deben ser consultados y validados con un agrónomo especialista en el manejo de plagas.

Fertilización en almácigo

Realizar la fertilización del almácigo a los 12 días después del voleo de la semilla. La cantidad de fertilizante a utilizar depende en gran parte de la fertilidad del suelo. Se recomienda aplicar 3.6 unidades (kg) de nitrógeno por poza de 180 m² de almácigo. Esto representa aproximadamente de 7 a 8 kilogramos de urea o de 15 a 16 kilogramos de sulfato de amonio.

Aplicar el fertilizante sobre una lámina de agua, manteniendo cerradas las entradas y salidas de la poza.

A los 18 días, después del “voleo”, considerar una segunda fertilización con sulfato de amonio (6 - 8 kg por poza de 180 m²) para garantizar el vigor de las plántulas al momento de la saca (evitar rotura de plántulas).

Se recomienda realizar la “saca” entre 25 a 30 días después del “voleo”.

2.2 Trasplante
Preparación del campo definitivo

Antes de iniciar esta labor, se recomienda realizar el análisis del suelo (Figura 9), a una profundidad de 30 cm, en 20 puntos por hectárea, con la finalidad de conocer su fertilidad, para implementar una fertilización adecuada al cultivo de arroz.



Figura 9. Muestreo de suelo.

Para la preparación del suelo se debe realizar la aradura utilizando el arado de discos en seco (Figura 10), luego una pasada de rastra pesada y nivelación en seco, para que permita un adecuado manejo del agua y reduzca la población de malezas (García, 2013). Se recomienda realizar una nivelación láser o nivelación cero.

Para el cultivo de arroz se recomienda utilizar suelos franco - arcillosos o arcillosos que contengan menos de 4 milimhos/cm de salinidad.

Edad del almácigo para el trasplante

La "saca" de las plántulas (Figura 11) debe realizarse en un rango de edad de 22 a 30 días después de la siembra. Cuando no es posible sacar las plántulas del almácigo en edad óptima (22 - 25 días después de la siembra), ya sea por no disponer de agua o por otras razones, se recomienda no sobrepasar los 30 días, porque las raíces crecen dificultando la "saca", además que se va perdiendo el potencial de macollamiento (JUCHL, 2015).

Para realizar la "saca", el almácigo debe tener suficiente agua, priorizando el trasplante el mismo día. Las raíces de las plántulas sacadas deben estar en permanente contacto con el agua.



Figura 10. Terreno preparado para el trasplante.



Figura 11. Saca de plántulas del almácigo para el trasplante.

Trasplante: Distanciamiento entre plantas (golpes)

Para alcanzar una buena población de plantas se recomienda que el distanciamiento sea de 25 x 20 cm entre golpes y disponer de 20 golpes/m² (Bruzzzone y Heros, 2011).

Número de plantas por golpe

Trasplantar entre 2 a 5 plantas por golpe, de acuerdo con las características de manejo de cada agricultor (Figura 12).



Figura 12. Saca de plántulas del almácigo para el trasplante.

3. Sistema de riego con secas intermitentes

Para la implementación de esta tecnología se deben seguir las recomendaciones efectuadas por el Programa Nacional de Investigación en Arroz del INIA, muchas de las cuales han sido validadas en campo, en trabajo coordinado con los propios agricultores (Guadalupe, Picsi, Chongoyape, Mallares, Los Cedros, entre otros). Aplicar la tecnología de secas intermitentes en el riego del cultivo de arroz implica seguir una serie de labores culturales complementarias para garantizar una buena cosecha, tal es el caso de la aplicación de una adecuada fertilización en suelo seco (nitrógeno, fósforo y potasio), a través del pase de la rastra como parte de las labores de labranza, uso de semillas de calidad, manejo integrado de plagas, entre otros, los cuales irán variando en función de la zona de producción. En algunos valles se observan diversas características de suelo y humedad, por ejemplo, en el valle de Jequetepeque existen tres escenarios para el manejo de secas intermitentes: partes bajas (húmedas), partes intermedias y las partes altas del valle (más secas). Los riegos difieren en estos tres escenarios. En la parte más baja, el periodo de los riegos es más distanciado, a diferencia de la parte alta, donde son menos distanciados.

En la figura 13 se esquematiza las fases y los procedimientos del desarrollo de la tecnología de secas intermitentes.

A continuación, se describen las diferentes labores que se desarrollan para implementar la tecnología de riego con secas intermitentes en el cultivo de arroz durante las fases vegetativa y reproductiva.

3.1 Fase vegetativa del cultivo de arroz

Alternativa N°1:

- En suelo preparado y con nivelación láser cero pendiente, se debe incorporar con rastra liviana:
 - 69 kg/ha de N (3 bolsas de urea)
 - 86 kg/ha de P₂O₅ (1 bolsa de fosfato monoamónico + 2 bolsas de fosfato monoamónico+Zn+S, aporta 23.5 kg/ha de N)
 - 97 kg/ha de K₂SO₄ (3 bolsas de sulfato de potasio + 2 bolsas de sulfato de potasio y magnesio)

Esta recomendación puede variar en función de los resultados del análisis de suelo.

- Seguidamente, aplicar un riego pesado de inundación (primer riego), lo que permite realizar la labor de fangueo con la finalidad de disponer de un terreno preparado para la labor del trasplante.

Alternativa N°2

- Preparar el suelo utilizando disco y rastra y realizar nivelación láser cero pendiente, luego efectuar riego pesado de inundación (primer riego) para proceder a la labor de fangueo con la finalidad de disponer de un terreno preparado para la labor del trasplante.
- En suelo fangueado, antes del trasplante, se debe volear la mezcla de fertilizantes de:
 - 67 kg/ha de N (2 bolsas de urea + 2 bolsas de sulfato de amonio granular)
 - 86 kg/ha de P_2O_5 (1 bolsa de fosfato monoamónico + 2 bolsas de fosfato monoamónico+Zn+S, aporta 23.5 kg/ha de N)
 - 97 kg/ha de K_2SO_4 (3 bolsas de sulfato de potasio + 2 bolsas de sulfato de potasio de magnesio)

Esta recomendación puede variar en función de los resultados del análisis de suelo.

Labores comunes en ambas alternativas:

- A continuación, realizar el trasplante de las plántulas (22 - 30 días después de la siembra, según región). Seguidamente, entre 1 a 3 días después del trasplante, se aplicará el herbicida pre-emergente, de preferencia en su composición líquida (4 litros por hectárea de Butaclor o 50 kg de Butaclor 5 % G o Pyrazosulfuron 10 % PM). En esta etapa, utilizar el agua del primer riego, debiendo transcurrir de 4 a 5 días para que el agua filtre, dependiendo de la textura del suelo y condiciones climáticas.
- Después de la labor del trasplante y de que el agua aplicada en el primer riego se haya filtrado, iniciar una seca preliminar de la parcela, que tendrá una duración de 3 días, aplicando posteriormente un riego ligero de repaso “RIEGO DE REFRESCO” (lámina de agua de 5 cm de altura) que durará un lapso de 4 a 5 días hasta que se consuma el agua, que servirá para ayudar al prendimiento de las plántulas.
- Pasado este periodo, iniciar la SECA N° 1 de la parcela, la cual tendrá una duración de 6 - 8 días (Figura 14), dependiendo de la textura y condiciones de clima de cada región. Es importante considerar que la planta no debe entrar en estrés hídrico.

- Transcurrida la SECA N° 1, realizar el tercer riego con una lámina de agua de 5 cm de altura, esta permanecerá aproximadamente entre 4 - 5 días. Antes del riego, aplicar para la primera alternativa 69 kg/ha de N (3 bolsas de urea), para la segunda alternativa en suelo fangueado 115 kg/ha de N (5 bolsas de urea). Aquí se recomienda, realizar el control preventivo de plagas (mosquilla, gusano de hoja y sogata, en caso se presenten en el cultivo).
- Concluida esta etapa, iniciar la SECA N° 2 de la parcela, por un periodo de 6 - 8 días, dependiendo siempre de las condiciones edafoclimáticas del suelo, controlando que el cultivo no entre en estrés hídrico.
- Al noveno día o variante menor, realizar el riego, manteniendo una lámina de agua de 5 cm de altura, que durará aproximadamente entre 4 - 5 días. Previamente, para la primera alternativa 46 kg/ha de N (2 bolsas de urea) y en la segunda alternativa no se aplica fertilizante. Esta etapa coincide con el inicio del máximo macollamiento del cultivo (Figura 15).
- Habiéndose filtrado el agua aplicada, iniciar con la SECA N° 3 de la parcela por un periodo de 6 - 8 días, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas de la región, luego, realizar las labores de deshiero manual, si es requerido, si está en punto de algodón, se debe fertilizar.
- Al noveno día o variante menor realizar el riego con lámina de agua de 5 cm de altura, alrededor de 74 días desde la siembra, inicio del punto de algodón, de aquí para adelante ya no se debe realizar secas al cultivo.

3.2 Inicio de la fase reproductiva

- Se evaluará el campo alrededor de los 75 - 80 días, dependiendo de las condiciones climáticas de cada región pudiendo variar $\pm$ 5 a 7 días.
- Para determinar el encañado o inicio del primordio floral (punto de algodón), se realizará un muestreo de campo, si tres macollos de cinco muestreados, presentan formación del punto de algodón, se deberá realizar la última fertilización del cultivo, que comprende, para la primera alternativa 52.5 kg/ha de N (5 bolsas de sulfato de amonio) y para la segunda alternativa 54.5 kg/ha de N (1 bolsa de urea más 3 bolsas de sulfato de amonio).
- A partir de este momento, aplicar riegos continuos con láminas de agua permanente, con láminas de agua de 10 cm, siendo el punto crítico para la formación y desarrollo

de la panoja (embuchamiento), la floración y la maduración del cultivo (llenado de grano) hasta que la planta muestre un color verde limón, donde se suspende el riego para que se produzca la uniformidad de madurez fisiológica y posterior a los 20 - 25 días realizar la cosecha.

- En esta fase se produce la floración, entre los 95 - 110 días después de la siembra, dependiendo de las condiciones climáticas para que se alargue o acorte (Figura 16), el llenado de grano (Figura 17) y la maduración (Figura 18). La madurez fisiológica se produce alrededor de los 135 - 140 días, y la cosecha se está realizando a los 145 - 150 días, cuando el grano de arroz tenga más del 90 % de maduración (20 % de humedad).

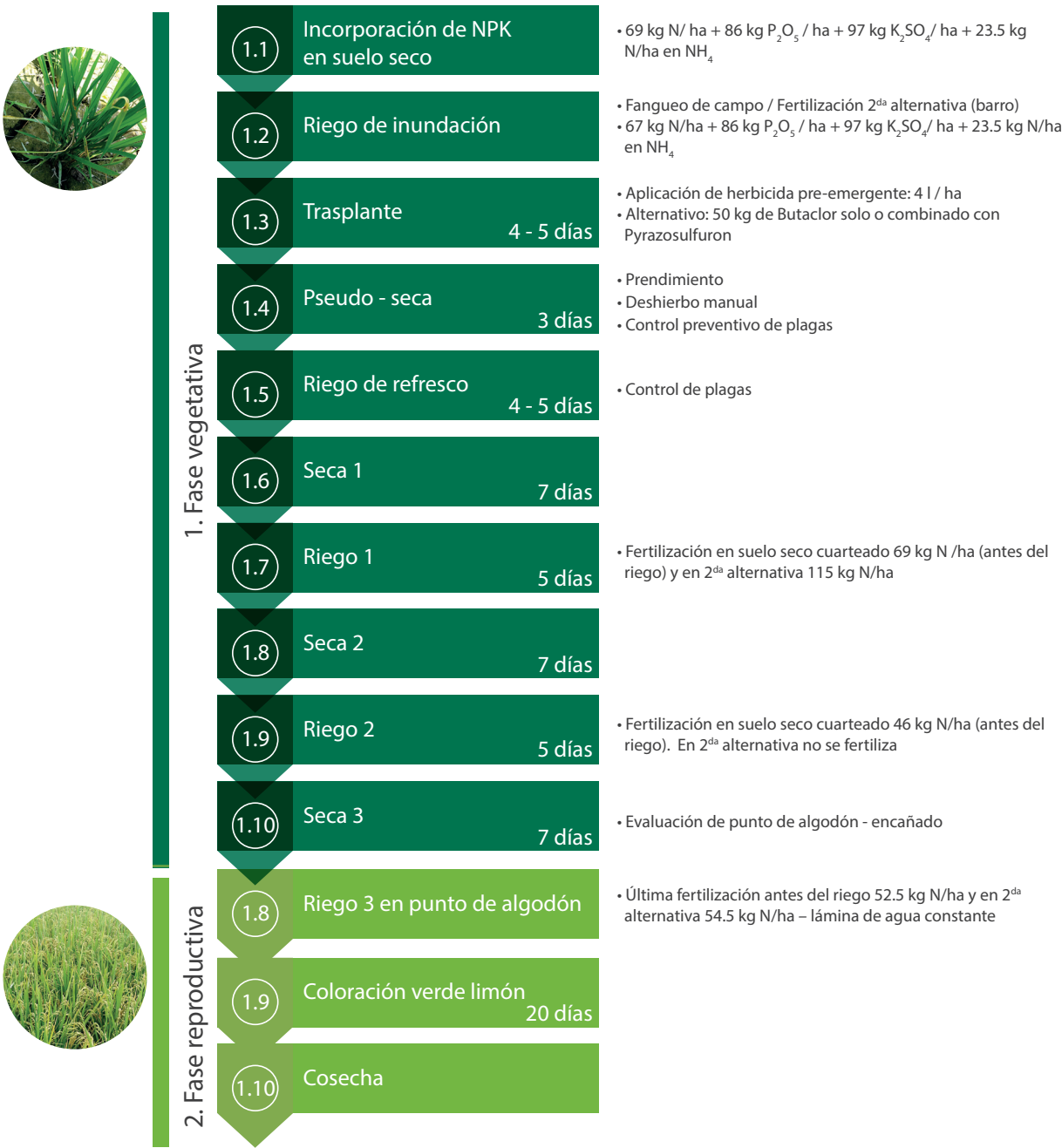


Figura 13. Flujo del riego y labores culturales en el cultivo de arroz con secas intermitentes.



Figura 14. Campo de arroz con secas intermitentes, antes del próximo riego.



Figura 15. Inicio del macollamiento.



Figura 16. Inicio de la floración.



Figura 17. Llenado de granos.



Figura 18. Inicio de la maduración.

4. Fertilización

Para realizar un plan de fertilización en el cultivo de arroz se necesita conocer el historial productivo de cada lote, vale decir, qué cultivos se han instalado en las últimas campañas. Como ayuda complementaria se recomienda realizar un análisis de suelo que permita determinar las características físicas y químicas para la programación de una adecuada fertilización, tanto para la incorporación de los principales nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos) como para la incorporación de materia orgánica y otras enmiendas que permitan corregir valores y contenidos relacionados a la salinidad, acidez, características texturales y estructurales, entre otros.

La dosis recomendada para garantizar buenos rendimientos de cosecha es de 250 - 270 kilogramos de nitrógeno por hectárea, 80 - 90 kilogramos de fosforo por hectárea y 75 - 100 kilogramos de potasio por hectárea. Estas dosis se definen según los resultados del análisis de suelo, la variedad y la técnica de abonamiento.

Las fuentes recomendadas son: urea, sulfato de amonio, fosfato monoamónico, fosfato monoamónico+Zn+S, sulfato de potasio y sulfato de potasio con magnesio (Tabla 3) (Figura 19).

Tabla 3
Fuentes de fertilizantes minerales

Producto	Contenido	
Urea	46 % nitrógeno	
Sulfato de amonio	21 % nitrógeno	24 % azufre (S)
Fosfato monoamónico	11 % nitrógeno	52 % fósforo (P ₂ O ₅)
Fosfato diamónico *	18 % nitrógeno	46 % fósforo (P ₂ O ₅)
Sulfato de potasio	50 % potasio (K ₂ O)	18 % azufre (S)
Sulfato de potasio y magnesio	22 % potasio (K ₂ O)	18 % magnesio (MgO)
		22 % azufre (S)

* Cabe recordar que el fosfato diamónico tiene reacción alcalina y no es aprovechada adecuadamente por la planta.

La fertilización debe realizarse en forma fraccionada, como se detalla en el esquema de secas intermitentes (Figura 13).

Primera fertilización:

Para la alternativa de fertilización en suelo seco, incorporar por cada hectárea:

- 3 bolsas de urea
- 1 bolsa de fosfato monoamónico
- 3 bolsas de fosfato monoamónico+Zn+S
- 2 bolsas de sulfato de potasio y magnesio
- 3 bolsas de sulfato de potasio

Para la alternativa de fertilización en suelo fangueado, antes del trasplante, incorporar por cada hectárea:

- 2 bolsas de urea
- 2 bolsas de sulfato de amonio granulado
- 1 bolsas de fosfato monoamónico
- 3 bolsas de fosfato monoamónico+Zn+S
- 2 bolsas de sulfato de potasio y magnesio
- 3 bolsas de sulfato de potasio

Segunda fertilización:

En la alternativa de suelo seco, aplicar 3 bolsas de urea/ha a los 20 días después del trasplante.

En la alternativa de suelo fangueado, aplicar 5 bolsas de urea/ha a los 20 días después del trasplante.

Tercera fertilización:

En la alternativa de suelo seco, aplicar 2 bolsas de urea por hectárea a los 33 días después del trasplante. En la alternativa del suelo fangueado, no se fertiliza.

Cuarta fertilización:

En la alternativa de suelo seco, aplicar al encañado (punto de algodón) 5 bolsas de sulfato de amonio por hectárea.

En alternativa de suelo fangueado, aplicar en el encañado (punto de algodón) 1 bolsa de urea más 3 bolsas de sulfato de amonio granulado.

Las pozas deben mantenerse con agua y con todas las “bocas cerradas” para que no se pierda el abono.

Las aplicaciones del abono deben realizarse en el momento oportuno y en las cantidades recomendadas para alcanzar altos rendimientos.



Figura 19. Mezcla física de fertilizantes.

5. Plagas

Una plaga agrícola es cualquier organismo que genera daño económico a un cultivo. Se considera como plaga a los ácaros e insectos fitófagos; a los virus, bacterias, hongos y nematodos que causan enfermedades y deterioran las plantas. Las malezas también son consideradas plagas porque compiten por el agua, luz solar, nutrientes y espacio; asimismo, algunos caracoles, roedores y aves también son considerados como plagas agrícolas.

5.1 Insectos nocivos

En almácigo: Se presentan ataques de sogata (*Tagosodes oryzicola*), gusano de hoja (*Spodoptera* sp.) y mosca minadora (*Hydrellia* sp.), principalmente en almácigos con altas densidades de plántulas. En campo definitivo: Se presentan ataques de gusano rojo (*Chironomus* sp.), sogata (*Tagosodes oryzicola*), gusano de hoja (*Spodoptera* sp.) y mosca minadora (*Hydrellia* sp.). En el valle de Jequetepeque es importante el ataque del chinche (Pentatomidae).

5.1.1 Gusano de hoja (*Spodoptera* sp.)

En almácigo, la larva (Figura 20) se alimenta de la hoja recién germinada (primeros 20 días desde la emergencia) y ocasiona la pérdida total de la planta (Alvites, 2017). Se puede controlar con insecticidas (Tabla 5); asimismo, se pueden inundar las pozas para que los gusanos suban a la parte superior de las hojas y sean comidos por los pájaros.

En campo definitivo, las plántulas se observan con las puntas secas y blancas, notándose además un bajo nivel de macollamiento. Las pérdidas económicas son muy importantes en rendimiento y calidad. Para controlar esta plaga también se recomienda:

- Aplicar la cantidad de fertilizante recomendado.
- Mantener bordos y pozas libres de malezas.



Figura 20. *Spodoptera* sp.

5.1.2 Mosquilla del arroz (*Hydrellia* sp.)

Es un díptero cuya larva (Figura 21) ocasiona daños de importancia en plantas tiernas hasta los primeros 45 días de desarrollo (almácigo y trasplante). Perfora los puntos de crecimiento de los macollos, retardando el crecimiento y ocasionando la muerte de la planta. En hojas más desarrolladas, genera minas o galerías. En el campo, las plántulas se observan con las puntas secas y blancas, notándose además un bajo nivel de macollamiento del cultivo. Las pérdidas económicas tanto en rendimiento como en calidad del grano son muy importantes (Alvites, 2017).



Figura 21. *Hydrellia* sp.
Fuente: LSU AgCenter, 2011

5.1.3 Sogata (*Tagosodes orizicolus* Muir)

Este insecto (Figura 22) puede originar daños en todos los estadios de la planta de arroz (Nakandakari, 2017).

El daño directo se produce cuando el insecto se alimenta de la planta, además es vector del virus de la hoja blanca (VHB), lo que ocasiona un daño indirecto (Alvites, 2017).

En altas poblaciones se genera fumagina. En ambos casos se produce el debilitamiento de la planta.

Para su control se recomienda medidas preventivas:

- Eliminar plantas o rebrotes de arroz (rastros).
- Eliminar malezas.
- Mantener campos limpios.
- Uso de variedades resistentes o tolerantes.



Figura 22. *Tagosodes orizicolus* Muir.
Fuente: Cárdenas, 2017

5.1.4 Gusano rojo (*Chironomus* sp.)

El daño es causado por las larvas (Figura 23) al alimentarse de las raíces, ocasionando que las plantas no desarrollen y macollen (Nakandakari, 2017). El periodo crítico de ataque ocurre en las plántulas durante el almácigo y el trasplante. Para su control se recomienda usar semillas tratadas, aplicar insecticidas registrados y técnicamente recomendados sobre la lámina de agua el mismo día del trasplante.



Figura 23. *Chironomus* sp.
Fuente: Steve Hopkin /www.ardea.com

5.1.5 Control de insectos nocivos

Para el control de los insectos nocivos en el cultivo de arroz se recomienda implementar el Manejo Integrado de Plagas, enfatizando en el monitoreo permanente de almácigos y campo definitivo, identificando los niveles de daño ocasionado. El control debe realizarse de acuerdo con la evaluación de campo, esto permitirá seleccionar el método de control más adecuado. En el caso del uso de insecticidas, existen varios ingredientes activos siendo los más usados Tiametoxam, Clorpirifos, Emamectin benzoato, Clotianidina y Lambdacialotrina (Tabla 4).

Tabla 4
Insecticidas más usados para el control de insectos nocivos en el cultivo de arroz

Ingrediente activo*	Plaga	Dosis
Tiametoxam	sogata	200 cc/ha
Clorpirifos	gusano de hoja	0.75-1 l/ha
Emamectin benzoato		100 g/ha
Clotianidina	mosquilla	150 g/ha
Lambdacialotrina	gusano rojo	200 ml/cil. 200 l

*Se recomienda ajustar la dosis en función a la formulación del ingrediente activo.

Nota: Consultar con un técnico especializado sobre otros ingredientes activos, así como la pertinencia del uso de entomopatógenos (plaguicidas biológicos). Se recomienda la rotación de los ingredientes activos y productos microbianos para evitar la generación de resistencia. Las secas intermitentes y la colecta manual ayudan al control de algunas plagas, como el caracol manzana en Piura.

En el valle de Jequetepeque existe un programa donde no se utiliza plaguicidas químicos, únicamente se utilizan plaguicidas biológicos de origen microbiano y se han logrado rendimientos óptimos (Tabla 5).

Tabla 5
Plaguicidas biológicos utilizados en el valle de Jequetepeque

Producto biológico	Plaga	Cantidad*
<i>Metarhizium anisopliae</i>	sogata	4 – 12 bolsas
<i>Beauveria bassiana</i>	gusano de hoja	4 – 10 bolsas
<i>Metarhizium anisopliae</i> <i>Beauveria bassiana</i>	mosquilla	4 – 12 bolsas
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	nematodos	4 – 12 bolsas

*Información de la Asociación de Agricultores de Riego con secas intermitentes (AARSI) del valle Jequetepeque; una bolsa corresponde a 850 g.

5.2 Enfermedades

En el cultivo de arroz las principales enfermedades que se presentan son el añublo de vaina (*Rhizoctonia solani*), la pudrición de la vaina (*Sarocladium* sp.), el virus de la hoja blanca (VHB), el quemado del arroz (*Pyricularia grisea*) y el falso carbón (*Ustilagoidea virens*).

5.2.1 Añublo de vaina (*Rhizoctonia solani*)

Los síntomas se localizan, inicialmente, en las vainas del tercio basal del tallo, posteriormente, se observan en la lámina foliar de las hojas bajas. La lesión típica tiene forma elíptica irregular, color verde grisáceo con centro blanco plateado, rodeada por un borde marrón rojizo (Figura 24). Los tallos afectados por *Rhizoctonia solani* se pudren y parten fácilmente; la incidencia y severidad del añublo de la vaina están propiciadas por el uso de variedades altamente susceptibles, fertilización con altos niveles de nitrógeno, y siembras que originan altas poblaciones de plantas (Nakandakari, 2017).



Figura 24. Síntomas de añublo de vaina (*Rhizoctonia solani*).

El control de la enfermedad incluye prácticas culturales tales como la eliminación de plantas hospederas, labranza, densidades de siembra adecuadas, manejo de la fertilización y de las láminas de agua.

5.2.2 Pudrición de la vaina (*Sarocladium* sp.)

La infección se presenta en la parte superior de la vaina, en el estado de embuchamiento. Los síntomas tempranos son manchas oblongas a irregulares, con centro gris y bordes marrones (Figura 25). Las lesiones a menudo se unen y se agrandan, afectando toda la vaina de la hoja. Las infecciones severas pueden causar emergencia parcial de la panícula, éstas al no emerger, se pudren y muestran un crecimiento abundante de polvillo fungoso dentro de la vaina de la hoja. Si las panículas emergen parcialmente, pueden producir granos escasamente llenos (Guzmán, 2006).



Figura 25. Síntomas por pudrición de la vaina.

5.2.3 Virus de la hoja blanca (VHB)

El VHB se transmite únicamente por el insecto *Tagosodes orizicolus* Muir, cuando el insecto con el virus se alimenta de una planta sana se produce la transmisión. El VHB no se transmite por semilla (Guzmán, 2006).

El síntoma de la enfermedad en las hojas es la aparición de puntos amarillentos bien definidos sobre la hoja (Figura 26), los puntos se fusionan formando estrías discontinuas blanquecinas paralelas a las nervaduras. Las líneas se fusionan a lo largo y ancho de la lámina foliar, conformando bandas blanquecinas de bordes irregulares. En el campo, los síntomas pueden confundirse con albinismo, toxicidad por herbicida y ataque severo de ácaros (Guzmán, 2006).



Figura 26. Síntomas por virus de hoja blanca.
Fuente: Cuellar, 2018

5.2.4 Quemado del arroz (*Pyricularia oryzae* Cav.)

Es la enfermedad que genera las mayores pérdidas económicas en el cultivo de arroz en el mundo. Se puede presentar en todos los estados de desarrollo del cultivo.

El hongo ataca las hojas y nudos ocasionando reducción del área foliar (Figura 27), ruptura del pedúnculo de la panícula y manchado del grano, por lo que afecta los rendimientos y calidad de grano (grano quebrado) (Guzmán, 2006).



Figura 27. Enfermedad producida por *Pyricularia oryzae* Cav.
Fuente: INIA Uruguay, 2018.

Se presenta en dos etapas del cultivo:

- En almácigo: Ataca a las hojas en forma de manchas alargadas de color marrón.
- Campo definitivo: El ataque es más generalizado y de mayor importancia, se localiza en el cuello de las panículas como manchas de color marrón oscuro. Este ataque

puede presentarse en la atapa vegetativa (macollamiento), antes del llenado del grano, produciendo panojas vanas o después del llenado.

Se recomienda el uso de variedades resistentes o tolerantes a la enfermedad, utilizando semilla certificada. El control químico preventivo se realiza a los 15 días después de la siembra en almácigo, al inicio de la etapa de macollamiento y al punto de algodón. También se puede utilizar *Trichoderma viride* como control biológico (hongo antagonista), aplicando de 4 a 8 bolsas.

5.2.5 Falso carbón (*Ustilaginoidea virens*)

El síntoma de la enfermedad se observa en las panojas, los granos son reemplazados por masas más o menos globosas, rodeadas por las glumas del grano, de aspecto aterciopelado, color amarillo a naranja, que luego, adquieren una coloración gris verdoso a gris oscuro (Figura 28). La enfermedad es fácil de detectar durante la maduración del arroz. Observaciones en campo sugieren que la infección natural se produce en las flores antes de la fertilización, en la cual el hongo invade el ovario, aunque también puede invadir granos maduros.



Figura 28. Falso carbón (*Ustilaginoidea virens*).
Fuente: El arroz en fotos, 2011.

5.2.6 Control de enfermedades

El manejo de enfermedades debe realizarse a través de un control integrado, utilizando las estrategias más adecuadas desde la preparación del terreno hasta la cosecha, para lo cual el agricultor, el técnico y el profesional agrario deben realizar un monitoreo

permanente de almácigos y campo definitivo. A continuación se resumen las principales labores culturales vinculadas al control de enfermedades en el cultivo de arroz, ellas son:

- Uso de variedades tolerantes (resistencia varietal).
- Uso de semilla certificada.
- Nutrición apropiada de las plantas (fertilización balanceada).
- Riego constante y suficiente, evitando períodos de estrés hídrico.
- Rotación de cultivos.
- Eliminación de malezas y plantas hospederas.
- Destrucción de residuos de cosecha.
- Evitar densidades de siembra muy altas.
- Control químico (preventivo y curativo con fungicidas sistémicos).
- Control biológico.
- Rotación de ingredientes activos.

5.3 Malezas

Las principales malezas que se presentan en el cultivo de arroz en la costa norte son el coquito (*Cyperus rotundus*), moco de pavo (*Echinochloa crusgalli*), rabo de zorro (*Leptochloa uninervia*), plumilla (*Eleusine indica*), grama china (*Cynodon dactylon*), mazorquilla (*Ischaemum rugosum*) y la correhuela (*Ipomoea pentaphylla*).

Otra de las malezas que viene cobrando importancia en la costa norte y en otras zonas arroceras del país es el "arroz rojo", plaga que viene causando significativos perjuicios a la producción de arroz, principalmente a la producción de semillas, cuya tolerancia es cero, de conformidad con el reglamento específico de semillas de arroz.

Se denomina "arroz rojo" a una serie de arroces salvajes muy emparentados con el arroz cultivado, cuya principal característica distintiva es la de poseer el pericarpio de color rojizo o marrón (INIA Uruguay, 1992). Su denominación taxonómica ha sido motivo de permanentes polémicas, sin embargo, se acepta que todos ellos están directamente relacionados con las dos especies cultivadas de arroz: *Oryza sativa* y *Oryza glaberrima* (INIA Uruguay, 1992).

Debido a su estrecho parentesco con el arroz cultivado, el arroz rojo se ve favorecido por casi todas las labores culturales que se realizan. Por ello, no existen hasta el día de hoy herbicidas selectivos, debiendo resumir su control a la supervisión permanente del campo, identificación y deshiero localizado (roguin).

5.3.1 Control de malezas

En el manejo de malezas es importante considerar diversas acciones de control como la rotación de cultivos, la adecuada preparación del terreno, manejo adecuado del agua, deshiero manual o mecánico, desahíje, así como el uso de herbicidas (FAO, 2007; Helfgott, 2018). El primer control de malezas se realiza después del trasplante aplicando productos químicos. El deshiero manual debe realizarse durante los 30 días posteriores al trasplante, para que las malezas no compitan con el arroz por agua, luz y nutrientes. Se recomienda aplicar herbicidas (Tabla 6), pudiendo utilizarse otros productos equivalentes de acuerdo con la recomendación de un técnico calificado.

Tabla 6
Control químico de malezas

Ingrediente activo*	Dosis	Momento de aplicación
Butaclor	4 l/ha	De 1 a 3 días después del trasplante
Penoxsulam	0.15 l/ha	Cuando las malezas se encuentren en la etapa de emergencia temprana.

*Ajustar la dosis en función a la formulación del ingrediente activo.

Se recomienda intensificar las labores culturales como el deshiero manual, la rotación de cultivos, adecuada fertilización, entre otros, a fin de reducir las aplicaciones químicas en frecuencia y cantidad, lo que coadyuvará al cuidado del ambiente, a evitar la resistencia de las plagas y a reducir los costos de producción.

6. Cosecha

Se realiza cuando las panojas están maduras (Figura 29). En el caso de cosecha mecanizada (máquina combinada), hacerla cuando el grano tenga de 18 a 22 % de humedad (Bruzzzone y Heros, 2011). En algunos casos es necesario realizar el espigado al término de la cosecha, que consiste en recoger del suelo las espigas que cayeron producto de la cosecha mecanizada. Asimismo, se recomienda que en las esquinas de los campos se realice el corte de las espigas con hoz, debido a que en dichas zonas es muy complicado realizar la cosecha mecanizada.



Figura 29. Campo de arroz maduro, días antes de la cosecha.

7. Costos de producción

Se estima que el costo promedio de producción para el cultivo de arroz en la costa norte utilizando la técnica del riego con secas intermitentes es de S/ 9 505.35. Asumiendo un rendimiento neto de 11 200 kg/ha se genera un ingreso total de S/ 14 000 (incluyendo venta de polvillo y granos quebrados), logrando un beneficio neto aproximado de S/ 4 500 por hectárea (Tabla 7).

El beneficio neto indicado tiene como condición el uso de semilla certificada. Asimismo, el costo promedio de los insumos puede variar según la localidad.

El costo de producción del cultivo de arroz bajo el sistema de riego con secas intermitentes es ligeramente menor que el costo de producción convencional (4 - 5 %), al disminuir el número de aplicaciones de plaguicidas, así como el consumo de agua. Esta información ha sido corroborada en el proyecto de investigación PI_134 “Estudio de validación técnico-económica del sistema de riego con secas intermitentes en el cultivo de Arroz (*Oryza sativa*) para el control de la Malaria en la costa norte del Perú”, proyecto desarrollado por el INIA en el periodo 2016 - 2019.

Finalmente, el gran beneficio de utilizar el sistema de riego con secas intermitentes en el cultivo de arroz es la disminución significativa de la población larvaria del insecto *Anopheles albimanus*, principal vector de la malaria; asimismo, la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero, tales como el metano y el óxido nitroso, que emanan de las aguas empozadas utilizadas en el sistema de riego convencional.

Tabla 7
Costo de producción promedio del cultivo de arroz

COSTO DE PRODUCCIÓN PROMEDIO DEL CULTIVO DE ARROZ
BAJO EL SISTEMA DE RIEGO CON SECAS INTERMITENTES EN LA COSTA NORTE

CAMPAÑA	:	2018 - 2019
PRECIOS ACTUALIZADOS	:	18.12.2019
ÁREA	:	01 ha
VARIEDAD	:	INIA 513 - "LA PUNTILLA"
REGIONES	:	PIURA Y LAMBAYEQUE

LABORES	U.M.*	CANTIDAD	P.U.** S/	COSTO PARCIAL	TOTAL S/
A. COSTO DIRECTO					8 883.50
I. MANO DE OBRA					3 759.50
1.PREPARACIÓN DEL TERRENO					350.00
Limpieza de canal	jornal	2.00	35.00	70.00	
Limpieza de acequia	jornal	4.00	35.00	140.00	
Reforzamiento de bordo	jornal	4.00	35.00	140.00	
2. ALMÁCIGOS					472.50
Remojo y abrigo	jornal	0.50	35.00	17.50	
Bordeo de pozas	jornal	4.00	35.00	140.00	
Fangueo y nivelación de pozas	jornal	2.00	35.00	70.00	
Despaje	jornal	2.00	35.00	70.00	
Voleo de semilla	jornal	1.00	35.00	35.00	
Aplicación de insecticida y fertilización	jornal	1.00	35.00	35.00	
Mantenimiento de almácigo (riego y otros)	jornal	3.00	35.00	105.00	
3. TRASPLANTE CAMPO DEFINITIVO					1 225.00
Remojo y machaco	jornal	1.00	35.00	35.00	
Fangueo y nivelación	jornal	4.00	35.00	140.00	
Despaje	jornal	4.00	35.00	140.00	
Saca	jornal	5.00	35.00	175.00	
Carguío	jornal	7.00	35.00	245.00	
Trasplante	jornal	14.00	35.00	490.00	

LABORES	U.M.*	CANTIDAD	P.U.** S/	COSTO PARCIAL	TOTAL S/
4. LABORES CULTURALES CAMPO DEFINITIVO					1 712.00
Riego	jornal	7.00	40.00	280.00	
Fertilización	jornal/bolsa	22.00	6.00	132.00	
Aplicación de herbicida	jornal	1.00	35.00	35.00	
Aplicación de insecticida + fungicida	jornal	4.00	35.00	140.00	
Deshierbo manual	jornal	10.00	35.00	350.00	
Limpieza bordos y acequia	jornal	3.00	35.00	105.00	
Vigilancia - pajareo	jornal	4.00	35.00	140.00	
Llenado de sacos	jornal/bolsa	160.00	1.00	160.00	
Estiba y desestiba de la producción	jornal/bolsa	160.00	2.00	320.00	
Controlador	jornal	1.00	50.00	50.00	
II. MAQUINARIA					1 060.00
Disco	hora/maq	1.00	160.00	160.00	
Rasta	hora/maq	1.50	160.00	240.00	
Cosecha mecanizada - combinada	hectárea	1.00	500.00	500.00	
Fangueadora	hectárea	1.00	160.00	160.00	
III. INSUMOS					3 744.00
1. ALMÁCIGOS					314.30
Semilla	kg	80.00	3.00	240.00	
Urea	kg	10.00	1.30	13.00	
Sulfato de potasio	kg	10.00	2.30	23.00	
Sulfato de amonio	kg	10.00	1.00	10.00	
Herbicida: Bentiocarb 90 %	kg	5.00	4.32	21.60	
Insecticida: Clotianidina	kg	0.01	550.00	5.50	
Adherente: Poliéter polimetilsiloxano copolímero	l	0.01	120.00	1.20	
2. TRASPLANTE					2 627.20
Fertilizantes					
Fosfato monoamónico	bolsa	1.00	95.00	95.00	
Fosfato monoamónico + Zn + S	bolsa	3.00	115.00	345.00	
Sulfato de potasio	bolsa	3.00	115.00	345.00	
Sulfato de potasio y magnesio	bolsa	2.00	88.00	176.00	
Urea	bolsa	8.00	65.00	520.00	

LABORES	U.M.*	CANTIDAD	P.U.** S/	COSTO PARCIAL	TOTAL S/
Sulfato de amonio	bolsa	5.00	50.00	250.00	
Herbicida: Butaclor 5 % G, Pyrazosulfuron 10 % PM	bolsa 25 kg	2.00	108.00	216.00	
Pesticidas					
Clotianidina	kg	0.40	550.00	220.00	
Thiamethoxam	100 g	1.00	40.00	40.00	
Adherente: Poliéter polimetilsiloxano copolímero	l	0.20	120.00	24.00	
Fungicida: Bixanfen + Tebuconazole	l	0.50	180.00	90.00	
Bioestimulante	l	1.00	75.00	75.00	
Regulador de pH: Alkil aril polietoxi etanol	l	0.40	48.00	19.20	
Abono foliar: 20 - 20 - 20	kg	4.00	13.00	52.00	
Equipo de protección para aplicaciones	unidad	1.00	160.00	160.00	
3. RECURSO HÍDRICO					562.50
Agua	hora	25.00	22.50	562.50	
4. ENVASES COSECHA					240.00
Sacos de polipropileno negro - 70 kg	unidad	160.00	1.50	240.00	
IV. TRANSPORTE					320.00
Servicio de transporte de cosecha	jornal/saco	160.00	2.00	320.00	
B. COSTO INDIRECTO					621.85
Asistencia técnica	2 % CD***	0.02	8 883.50	177.67	177.67
Gasto administrativo	5 % CD	0.05	8 883.50	444.18	444.18
Total					9 505.35

* U.M. : (Unidad de medida)
** P.U. : (Precio unitario)
***CD : (Costo directo)

VALOR DE VENTA DE LA COSECHA

PRODUCTO	PROPORCIÓN	CANTIDAD	PRECIO S/	TOTAL S/
Rendimiento neto (kg)		11 200.00	1.2	13 440.00
Polvillo (kg)	10 %	1 120.00	0.30	336.00
Quebrado (kg)	5 %	560.00	0.40	224.00
Total Ingresos				14 000.00

ANÁLISIS ECONÓMICO:

1	Valor de venta de la cosecha (S/)	14 000.00
2	Costo total del producto (CTP) (S/)	9 505.35
3	Rendimiento (kg/ha)	11 200
4	Beneficio neto (S/)	4 494.66
5	Índice de rentabilidad (CTP / Venta de Cosecha)	1.47

Elaborado por: Ing. Isaac Cieza Ruiz, Febrero 2020

8. Referencias

Alvites, J. (2017). *Estudio del control químico de Tagosodes orizicolus Muir en Oryza sativa L. en Chepén – La Libertad*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9904/ALVITES%20LEYVA%2C%20JIMENA%20DIOGELINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bruzzone, C. y Heros, E. (2011). Guía técnica: Manejo integrado en producción y sanidad de arroz. Recuperado de: https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Arroz/Manejo_integrado_en_la_produccion_y_sanidad_del_arroz.pdf

Bruzzone, C. y Montero, F. (2004). Fertilización en suelo seco antes del trasplante: Tecnología INIA de manejo de nitrógeno en arroz. (Folleto N°7). Recuperado de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/687/1/Trip-Arroz_fertilizacion.pdf

Cárdenas, L. (2017). *Principales insectos plaga que atacan el cultivo del arroz (Oryza sativa L.) en la zona de Arenillas provincia de El Oro*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.

Cuellar, W. (2018). Rice Hoja blanca virus: A planthoper-transmitted tenuivirus from the Americas. *International Center for Tropical Agriculture (CIAT)*.

Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2007). Iniciativa “Riego con secas intermitentes en el cultivo de arroz para el control vectorial de la malaria en la Región Lambayeque”.

El arroz en fotos. (2011). Los procesos del cultivo del arroz y sus plagas en fotos [Blog]. El arroz en fotos. Recuperado de <http://elarrozenfotos.blogspot.com/2011/06/enfermedades-y-otros-desordenes.html>

Food and Agriculture Organization (FAO). (2007). Recomendaciones para el manejo de malezas. Roma, 55 p.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2018). Seguimiento del Mercado del Arroz. 21(1).

García, L. (2013). Recomendaciones para el manejo de semilleros de arroz. Recuperado de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/150/1/Semilleros_arroz_2013.pdf

Guzmán, D. (2006). *Manejo agronómico del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) sembrado bajo riego en finca ranchos horizonte; cañas, Guanacaste, Costa Rica*. (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede Regional San Carlos, Costa Rica. Recuperado de <http://hdl.handle.net/2238/2837>

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Programa Nacional de Investigación en Arroz de la Estación Vista Florida del INIA. (2016). Nueva variedad de arroz para la costa peruana INIA 513-La Puntilla. Recuperado de http://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/arroz/INIA_513.pdf

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Estación Experimental Agraria El Porvenir - Tarapoto. (2010). Arroz INIA 509 La Esperanza. Recuperado de <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/673>

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Estación Experimental Agraria Vista Florida - Lambayeque. (2010). Arroz INIA 510 - Mallares, una variedad de arroz para la costa peruana Recuperado de <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/674>

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Estación Experimental Agraria Vista Florida - Chiclayo. (2007). Arroz INIA 508 - Tinajones: Nueva variedad semiprecoz de alta calidad molinera. Recuperado de <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/649>

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay. (INIA). (2018). Manual de identificación de enfermedades y plagas en el cultivo de arroz. Recuperado de <http://www.aca.com.uy/Manualdeidentificaciondeenfermedadesyplagasenelcultivodearroz.pdf>

Junta de Usuarios Chancay Lambayeque (JUCHL). (2015). Manual de manejo técnico del cultivo de arroz. Recuperado de <https://es.slideshare.net/juperz/manual-de-manejo-tcnico-del-cultivo-de-arroz-juchl>

LSU AgCenter. (2011). South American Rice Miner Maggot. Recuperado de https://www.lsuagcenter.com/topics/crops/rice/insects/photos/rice_miner/sarm-1

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2020). Plan Nacional de Cultivos, Campaña Agrícola 2019-2020

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2018). Arroz, Datos Técnicos. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas.

Nakandakari, L. (2017). *Problemas fitosanitarios en el cultivo de arroz (Oryza sativa. L)* (Trabajo monográfico de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2988/H10-N35-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zorrilla de San Matín, G. (1992). Arroz Rojo. Conózcalo y combátalo. Instituto Nacional de Innovación Agraria de Uruguay. Recuperado de <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807154749.pdf>



Instituto Nacional de Innovación Agraria



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Av. La Molina 1981, La Molina
(51 1) 240-2100 / 240-2350
www.inia.gob.pe



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

ISBN: 978-9972-44-049-6



9 789972 440496