

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



**COMPARATIVO DEL EFECTO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO E INUNDACIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) CULTIVARES TINAJONES, IR43, BAJO EL SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA – PACASMAYO – LA LIBERTAD.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**WILMER MERCEDES LACHIRA CARREÑO**

**TRUJILLO, PERÚ**

**2017**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:

---

Ing. M. Sc. Sergio Adrian Valdivia Vega  
PRESIDENTE

---

Ing. Dr. Jorge Pinna Cabrejos  
SECRETARIO

---

Ing. M. Sc. Fernando Enrique Ugaz Odar  
VOCAL

---

Ing. Dr. Milton Américo Huanes Mariños  
ASESOR

## DEDICATORIA

A mi madre Teresita y a mi padre Rigo  
por brindarme su amor, su apoyo incondicional  
y la fuerza que me impulsa para salir adelante.

A mi esposa Maribel por su motivación  
y mi hijo Enzo que con su cariño me hace feliz  
y me permite tener las ganas de perseguir mis objetivos.

A mis hermanos Patty, Mary y Beto  
que en el transcurso de la vida siempre  
me acompañan y me transmiten sus experiencias.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, un ser que siempre me protege, me brinda su amor a cambio de nada.

A mi familia por apoyarme incondicionalmente para lograr mis objetivos.

A la empresa Netafim Perú SAC y al Ing. M. Sc. Hilvio Castillo que, con su apoyo, experiencias y la confianza puesta en mí, me han permitido culminar el presente trabajo de investigación.

Al Dr. Milton Huanes Mariños, asesor de mi tesis a quien le tengo un gran aprecio por su amistad, enseñanzas y apoyo.

A los dueños empresa Luz Ben, quienes brindaron el terreno agrícola y el apoyo técnico para hacer posible el presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE

	Pág.
CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....</b>	<b>2</b>
2.1. Origen del arroz.....	2
2.2. Morfología del arroz.....	2
2.3. Estadios del arroz.....	3
2.3.1. Estadio vegetativo.....	3
2.3.2. Estadio reproductivo.....	3
2.3.3. Estadio de maduración.....	3
2.4. Taxonomía.....	4
2.5. Condiciones edafo climáticas.....	4
2.6. Necesidades hídricas.....	5
2.7. Composición nutricional.....	5
2.8. Cosecha.....	6

	Pág.
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	7
3.1. Localización del experimento.....	7
3.2. Materiales.....	7
3.2.1. Campo.....	7
3.2.2. Escritorio.....	7
3.2.3. Equipos.....	7
3.2.4. Insumos.....	8
3.3. Descripción de la zona experimental.....	8
3.4. Datos de temperatura.....	9
3.5. Tratamientos estudiados.....	9
3.6. Diseño experimental.....	10
3.7. Características del experimento.....	10
3.8. Características de los bloques.....	10
3.9. Características de las parcelas experimentales.....	11
3.10. Distribución experimental.....	11
3.11. Establecimiento y conducción del experimento.....	11
3.11.1. Preparación del terreno.....	11
3.11.2. Siembra.....	12
3.11.3. Fertilización.....	12
3.11.4. Riego.....	12
3.11.5. Control sanitario.....	13
3.11.6. Cosecha.....	13
3.12. Datos experimentales.....	13
3.12.1. Altura de planta.....	13

	Pág.
3.12.2. Número de macollos por metro cuadrado.....	13
3.12.3. Número de panojas por metro cuadrado.....	14
3.12.4. Longitud de panoja.....	14
3.12.5. Número de granos totales por panoja principal.....	14
3.12.6. Número de granos llenos por panoja principal.....	14
3.12.7. Número de granos vanos por panoja principal.....	14
3.12.8. Número de granos totales por panoja lateral.....	14
3.12.9. Número de granos llenos por panoja lateral.....	15
3.12.10. Número de granos vanos por panoja lateral.....	15
3.12.11. Rendimiento de arroz en cáscara.....	15
3.12.12. Porcentaje de arroz pilado.....	15
3.12.13. Porcentaje de arroz entero.....	15
IV. RESULTADOS.....	16
4.1. Altura de planta.....	16
4.2. Número de macollos por metro cuadrado.....	18
4.3. Número de panojas por metro cuadrado.....	20
4.4. Longitud de panoja.....	22
4.5. Número de granos totales por panoja principal.....	24
4.6. Número de granos llenos por panoja principal.....	26
4.7. Número de granos vanos por panoja principal.....	28
4.8. Número de granos totales por panoja lateral.....	30
4.9. Número de granos llenos por panoja lateral.....	32
4.10. Número de granos vanos por panoja lateral.....	34
4.11. Rendimiento de arroz en cáscara.....	36
4.12. Porcentaje de arroz pilado.....	38
4.13. Porcentaje de arroz entero.....	40

	Pág.
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	45
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	46
IX. ANEXOS.....	47



## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Características físico químicas de la muestra del suelo.....	8
Cuadro 2. Datos meteorológicos observados durante el desarrollo del cultivo.....	9
Cuadro 3. Tratamientos estudiados.....	10
Cuadro 4. Datos de altura de planta (m) en la tercera evaluación, Fondo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú. 2015...	17
Cuadro 5. Datos de número de macollos por metro cuadrado, Fondo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú. 2015...	19
Cuadro 6. Datos de número de granos llenos por panoja principal, Fondo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú. 2015...	27
Cuadro 7. Datos de número de granos totales por panoja lateral, Fondo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú. 2015...	31
Cuadro 8. Datos de número de granos llenos por panoja lateral, Fondo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú. 2015...	33
Cuadro 9. Datos de número de granos vanos por panoja lateral, Fondo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú. 2015...	35
Cuadro 10. Datos de rendimiento de arroz en cáscara por hectárea, Fondo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú. 2015...	37
Cuadro 11. Datos en porcentaje de arroz pilado, Fondo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú. 2015...	39
Cuadro 12. Datos en porcentaje de arroz entero, Fondo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú. 2015...	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Altura de planta (m).....	17
Figura 2. Número de macollos por metro cuadrado.....	19
Figura 3. Número de panojas por metro cuadrado.....	21
Figura 4. Longitud de panoja (cm).....	23
Figura 5. Número de granos totales por panoja principal.....	25
Figura 6. Número de granos llenos por panoja principal.....	27
Figura 7. Número de granos vanos por panoja principal.....	29
Figura 8. Número de granos totales por panoja lateral.....	31
Figura 9. Número de granos llenos por panoja lateral.....	33
Figura 10. Número de granos vanos por panoja lateral.....	35
Figura 11. Rendimiento de arroz en cáscara(kg/ha).....	37
Figura 12. Porcentaje de arroz pilado (%) .....	39
Figura 13. Porcentaje de arroz entero (%) .....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de varianza de altura de planta – tercera evaluación.	48
Anexo 2. Análisis de varianza de número de macollos por metro cuadrado.....	48
Anexo 3. Análisis de varianza de número de panojas por metro cuadrado.....	49
Anexo 4. Análisis de varianza de longitud de panoja.....	49
Anexo 5. Análisis de varianza de número de granos totales por panoja principal.....	50
Anexo 6. Análisis de varianza de número de granos llenos por panoja principal.....	50
Anexo 7. Análisis de varianza de número de granos vanos por panoja principal.....	51
Anexo 8. Análisis de varianza de número de granos totales por panoja lateral.....	51
Anexo 9. Análisis de varianza de número de granos llenos por panoja lateral.....	52
Anexo 10. Análisis de varianza de número de granos vanos por panoja lateral.....	52
Anexo 11. Análisis de varianza de rendimiento de arroz en cáscara.....	53
Anexo 12. Análisis de varianza de porcentaje de arroz pilado.....	53
Anexo 13. Análisis de varianza de porcentaje de arroz entero.....	54
Anexo 14. Consumo de agua.....	54
Anexo 15. Programa de fertirriego.....	55
Anexo 16..Análisis Foliar.....	56

	Pág.
Anexo 17. Conductancia estomática.....	56
Anexo 18. Instalación de la bomba por sistema de riego por goteo.....	57
Anexo 19. Instalación de la tubería matriz.....	57
Anexo 20. Instalación de la válvula de riego para el sistema de riego...	58
Anexo 21. Instalación de la válvula.....	58
Anexo 22. Instalación de inicial de mangueras laterales.....	59
Anexo 23. Primeros riegos por el sistema por goteo.....	59
Anexo 24. Aplicaciones fitosanitarias.....	60
Anexo 25. Diferencias de crecimiento entre cultivares.....	60
Anexo 26. Tratamientos estudiados.....	61
Anexo 27. Macollamiento en los dos sistemas de riego.....	61
Anexo 28. Condiciones de humedad en diferentes sistemas de riego...	62
Anexo 29. Población de plantas.....	62
Anexo 30. Altura de planta.....	63
Anexo 31. Número de macollos por metro cuadrado.....	63
Anexo 32. Desconexión de laterales de riego.....	64
Anexo 33. Enrollado de laterales de riego.....	64
Anexo 34. Diferencias de crecimiento de los cultivares.....	65

## RESUMEN

Esta investigación se realizó en el fundo Luz Ben, ubicado en la provincia de Pacasmayo, región La Libertad. El objetivo fue evaluar el efecto del riego por goteo y por inundación sobre el estado hídrico y el rendimiento del cultivo de arroz (*Oriza sativa*) cultivares Tinajones e IR 43, bajo el sistema de siembra directa. Se evaluó altura de planta, número de macollos/m<sup>2</sup>, número de panojas/m<sup>2</sup>, longitud de panoja, número de granos (totales, llenos y vanos) por panoja principal y por panoja lateral, y rendimiento de arroz por hectárea. Se usó el diseño de Bloques Completamente Aleatorios y se estudiaron cuatro tratamientos: Goteo Tinajones, Goteo IR 43, Inundación Tinajones e Inundación IR 43. El análisis estadístico de los resultados se realizó con el análisis de varianza y, luego, la prueba de significación de Duncan, al 0.05 de probabilidad. El tratamiento Inundación Tinajones produjo el mayor promedio en altura de planta; Goteo IR 43, en el número de macollos/m<sup>2</sup> y en el número de panojas/m<sup>2</sup>; Goteo Tinajones, en la longitud de panoja y en el número de granos totales y granos vanos/panoja principal; Inundación Tinajones, en el número de granos llenos; Inundación IR 43, en el número de granos totales y llenos/panoja lateral. El tratamiento Goteo Tinajones produjo el mayor rendimiento de arroz cáscara (9831.1 kg/ha), seguido de Inundación Tinajones (8923.0 kg/ha), Goteo IR 43 (8888.3 kg/ha) e Inundación IR 43 (8410.6 kg/ha).

## ABSTRACT

This research was carried out in Luz Ben farm, located at province of Pacasmayo, region La Libertad (Peru). The goal was to evaluate the effect of irrigation by dripping and by flood on the hydric and yield of rice (*Oriza sativa*) Tinajones and IR 43 cultivar, under direct sowing system. Plant height, number of bunches/m<sup>2</sup>, number of panicles/m<sup>2</sup>, length of panicle, number of grains (total, full, and vain) / main panicle, number of grains (total, full, and vain)/lateral panicle, and yield of rice/ha were evaluated. Blocks Totally Randomized design was used; and four treatments: Dripping Tinajones, Dripping IR 43, Flooding IR 43, and Flooding Tinajones were studied. Statistical analysis of the results was done by analysis of variance and, then, Duncan significant test, at 0.05 of probability. Flooding Tinajones treatment gave the highest average in plant height; Dripping IR 43, in number of bunches/m<sup>2</sup> and number of panicles/m<sup>2</sup>; Dripping Tinajones, in number of total and vain grains/main panicle; Flooding Tinajones, in number of total and full grains/lateral panicle; Flooding IR 43, in number of vain grains. Dripping Tinajones treatment gave the highest yield of husky rice (9831.1 kg/ha), followed by Flooding Tinajones (8923.0 kg/ha), Dripping IR 43 (8883.0 kg/ha), and Flooding IR 43 (8410.6 kg/ha).

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz, cultivos más importantes del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales (De Datta, 1990).

Las nuevas exigencias de comercialización, la superpoblación mundial y los bajos precios del arroz en el mercado internacional obligan al agricultor a una transformación tecnológica que le permita aumentar los rendimientos unitarios, mejorar la calidad de sus productos y bajar sustancialmente los costos de producción. Entonces, es menester orientar la investigación hacia los caminos que conduzcan a una eficiente agricultura, renovando y ensayando constantemente (De Datta, 1990).

El arroz es un cultivo de gran importancia económica y social, debido principalmente al difundido hábito de consumo muy generalizado en la población, debiéndose incrementar los rendimientos o superficies a cultivar. Conocer el momento oportuno de aplicación de agua y fertilizantes o establecer nuevos métodos de nutrición mineral, así como las características del cultivar con la cual se trabaja y sus diferentes fases, llevaría a obtener mayores rendimientos y mejor calidad del grano (Castañeda, 2000).

El presente trabajo tiene como objetivo ver el efecto del riego por goteo e inundación, además conocer las diferencias en calidad de grano y rendimiento en el cultivo de arroz para las variedades IR 43 y Tinajones

## **II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS**

### **2.1. ORIGEN DEL ARROZ**

Fué introducido al Perú por los españoles en la segunda mitad del siglo XVI, localizándose primero en la costa sur (Majes, Camaná y Tambo), y su cultivo tomó importancia en el norte (Piura, Lambayeque, Pacasmayo, Virú y Santa). Por los años 1950 y 1960 se amplía a las zonas de sierra como Jaén, Bagua y a otros lugares de la ceja de selva central y del sur (De Datta, 1990).

### **2.2. MORFOLOGÍA DEL ARROZ**

El ciclo se inicia con la fecundación y el desarrollo subsiguiente de la planta embrionaria (plántula de arroz no nacida). La planta embrionaria germina como una plántula, que crece a continuación hasta constituir una planta madura. En los trópicos, los cultivares de arroz completan su ciclo de vida dentro de un periodo general que va de 110 a 210 días.

Las raíces son delgadas, fibrosas, fasciculadas. El tallo erguido, cilíndrico, nudoso, glabro, de 60 – 120 cm. Hojas alternas envainadoras, limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida, erguida, presentando en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos. Flores de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal,



estrecha, colgante después de la floración. Cada espiguilla es uniflora y está provista de una gluma con dos valvas pequeñas, algo cóncavas, aquilladas y lisas; la glumilla tiene igualmente dos valvas aquilladas. El fruto es un cariósipide.

### **2.3. ESTADIOS DEL ARROZ**

El rendimiento potencial del arroz se define primeramente antes de la emergencia de la panoja. El rendimiento definitivo esta basado en la cantidad de almidón que llena los granos de la panoja. Por eso es que se divide agronómicamente el cultivo en términos de fase vegetativa, reproductiva y madurez. La proporción en un cultivar de 120 días pasa por unos 55-60 días en fase vegetativa, 30 días en la fase reproductiva, y 30 días en la fase de madurez.

**2.3.1. ESTADIO VEGETATIVO** se caracteriza por tener un activo macollamiento, un gradual incremento de la altura de planta y la emergencia de las hojas a intervalos regulares. Los macollos que no desarrollan una panoja, se llaman macollos infértiles.

**2.3.2. ESTADIO REPRODUCTIVO** se caracteriza por tener un declinamiento del número de macollos, la emergencia de la hoja bandera, el engrosamiento del tallo por el crecimiento interno de la panoja, la emergencia de la panoja y la floración.

**2.3.3. ESTADIO DE MADURACIÓN** de los granos varía entre 15 y 40 días dependiendo de la temperatura. Se inicia luego que el ovario ha sido fertilizado y el grano comienza a crecer.

En este periodo el grano incrementa de tamaño y peso, y el almidón con los azúcares se traslocan desde la hoja bandera y vástagos donde fueron acumulados en la fase vegetativa.

#### **2.4. TAXONOMÍA**

Reino:	Vegetal
Clase:	Monocotiledónea
Orden:	Glumífera
Familia:	Gramínea (Poaceae)
Tribu:	Oryzae
Género:	Oryza
Especie:	Sativa

#### **2.5. CONDICIONES EDAFO CLIMÁTICAS**

Prospera en los climas calurosos y con buena dotación de agua, sea de lluvia o de riego. Se puede sembrar arroz en la costa norte, desde Noviembre hasta Marzo, con cosechas en Junio a Octubre; en la costa Sur, desde Noviembre a Enero, con cosechas de Abril a Julio. En cambio, en las zonas de la Selva se puede cultivar todo el año.

Por tener que desarrollarse en un medio saturado de agua, exige suelos retentivos, arcillosos o arcillo-limosos. Los suelos sueltos y arenosos no son aparentes. Los suelos francos, con abundante materia orgánica pueden ser también utilizados para el cultivo de arroz, pero con riegos más frecuentes (Prochazka, 1988).

## **2.6. NECESIDADES HÍDRICAS**

Los volúmenes de consumo de agua en los plantíos de arroz pueden variar entre 20 mil y 35 mil m<sup>3</sup> por hectárea. Dependiendo del suelo, del cultivar y del comportamiento del clima. Por lo general se aplica dos a tres riegos en el almácigo y cinco a seis en el terreno de trasplante (Prochazka, 1988).

El costo del agua es un factor fundamental comparando el sistema de riego, donde los costos el agua son incomparados en un análisis, entre más eficientes con el agua se hacen las tecnologías son más atractivas. Mientras que un método ineficiente con el surco, podría gastar hasta un 67% más de agua para el aprovisionamiento de los requerimientos de la irrigación, un método eficiente como el goteo, proveerá los requerimientos de irrigación con un excedente de solo el 5% (Netafim, 2017)

## **2.7. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL**

En la composición del arroz comercial se encuentra: fibra dietética, lípidos, vitaminas y minerales. El almidón, como en el resto de los cereales, es el principal componente del arroz (70 – 80%).

El contenido en proteínas es más bajo que en el resto de los cereales (7%), pero la lisina está presente en mayor concentración. La digestibilidad y el valor biológico de las proteínas del arroz son mayores y por lo tanto, la utilización neta proteica es la más alta de todos los cereales 74% (Gil, 2010).

## **2.9. COSECHA**

La cosecha se inicia cuando el 90% de granos de la panícula están maduros y han tomado color amarillo, aproximadamente de 30 a 45 días después de la emergencia de la panoja.

Las formas de cosechar son:

1.- Manual, donde el corte de los tallos es a 15 cm del suelo, el cultivo se tiende al sol, luego se golpea en una piedra o tronco. Como siguiente paso se ventea para eliminar impurezas para su posterior ensacado.

2.- Semi-mecanizada, donde el corte es a 15 cm del suelo, el cultivo se tiende al sol, se lleva a la trilladora para el desgrane de las panojas.

3.- Mecanizada, donde se rompen los bordos para el ingreso de la trilladora. Luego de la recepción de los granos se procede al ensacado (Agrobanco 2011).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo “Luz Ben” en la provincia de Pacasmayo, localizado a 07°21' latitud sur 79°25' longitud oeste, a 116 m.s.n.m., en el departamento de La Libertad.

#### **3.2. MATERIALES**

##### **3.2.1 CAMPO**

Tuberías

Filtro de anillos, y accesorios de riego

Válvulas hidráulicas

Manguera de riego (Dripnet PC 1.0 L/h - 0.40 m)

Paja rafia

Palanas

Cinta métrica (50 m)

Estacas

Carteles

##### **3.2.2 ESCRITORIO**

Lapiceros

Cuaderno de apuntes

Tijeras

Bolsas del papel

Etiquetas de identificación

Cámara fotográfica

##### **3.2.3. EQUIPOS**

Fumigadoras de barra

Balanza de precisión  
 Porómetro (conductancia estomática)  
 Molino experimental.

#### 3.2.4. INSUMOS

Semilla: cultivares Tinajones e IR 43  
 Pesticidas y fertilizantes

### 3.3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EXPERIMENTAL

Se realizó un muestreo del suelo para analizar sus características físico – químicas las cuales se hacen mención en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Características físico químicas de la muestra de suelo.**

Determinaciones	Valores	
Reacción del suelo (pH) 1:1	7.4	Neutro.
Materia orgánica (%)	1.74	Media.
Salinidad - CE (dS/m)	0.53	Ligera.
Fósforo disponible (ppm)	7.40	Bajo.
Potasio disponible (ppm)	174	Bajo.
Carbonato de calcio (%)	4.27	Bajo.
Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> (meq/100)	0.00	Bajo.

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Agraria La Molina. Lima 2013. Se tomaron diferentes muestreos a 30 cm de profundidad cada una, cuidando que sean uniformes y representativas.

### 3.4. DATOS DE TEMPERATURA

Los datos de temperatura durante el experimento se detallan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Datos de temperatura observados durante el desarrollo del cultivo.**

MESES (2013)	TEMPERATURA	
	MÍNIMA (°C)	MÁXIMA (°C)
ENERO	28	30.5
FEBRERO	27	32.5
MARZO	26	33
ABRIL	26	31
MAYO	16	26
JUNIO	14.5	27

Fuente: Junta de usuarios del distrito regulado del valle Jequetepeque – Sector San José, Trujillo. Perú 2013.

### 3.5. TRATAMIENTOS ESTUDIADOS:

Se estudiaron 4 tratamientos que incluyen dos modalidades de riego y dos cultivares (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Tratamientos estudiados**

Tratamiento	Descripción
T1	Goteo Tinajones
T2	Goteo IR43
T3	Inundación IR43
T4	Inundación Tinajones

**3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño escogido para la tesis es un diseño de parcelas divididas, con 8 repeticiones y 4 tratamientos. Se efectuó el ANOVA y la prueba Duncan para el diseño bloques completos al azar, porque los resultados estadísticos de significación, son muy similares entre ambos diseños.

**3.7. CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO**

Número de tratamientos: 4

Número de repeticiones: 8

Superficie neta del experimento: 4.0 hectáreas

Superficie total del experimento: 4.15 hectáreas

Largo del campo: 125 metros

Ancho del campo: 320 metros

**3.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS BLOQUES**

Superficie promedio neta del bloque: 0.98 ha.

Longitud promedia del bloque: 125 metros



Ancho promedio del Bloque: 80 metros

Calle entre los bloques: 1 metro

### 3.9. CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES

Número total de parcelas: 32

Longitud: 1 metro

Ancho: 1 metro

Superficie de la parcela: 1 metro cuadrado

Número de hileras por parcela: 6

Separación entre hileras: 17 centímetros

Separación entre plantas: hilera continúa

### 3.10. DISTRIBUCIÓN EXPERIMENTAL



### 3.11. ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

#### 3.11.1. Preparación del terreno:

Una vez determinado el terreno se procedió a la preparación, dejándolo bien nivelado y mullido efectuándose labores de aradura, cruza y gradeo. La nivelación es importante para tener una lámina de agua uniforme.

**3.11.2. Siembra:**

La siembra directa, a chorro continuo con maquinaria calibrada a una profundidad de 1 centímetro con respecto a la superficie del suelo. La cantidad de semilla fue de 60 kg/ha.

**3.11.3. Fertilización:**

En riego por inundación, se realizó con nitrógeno y se incorporó en un 50% junto con el total de fósforo, potasio, Zinc y Mn en seco a 10 centímetros de profundidad y la diferencia (50%) de nitrógeno se aplicó al voleo a punto de algodón. En riego por goteo, se realizó de manera fraccionada, todos los nutrientes fueron diluidos y aplicados en cada riego programado. La dosis fue: N 200 kg, P 60 kg, K 230 kg, Zinc 5.1 kg, Mn 2.5 kg. por hectarea para ambos tipos de riego.

**3.11.4. Riegos (con Agua de Pozo):**

En inundación, luego de incorporar los fertilizantes y la semilla, se ingresa el agua a las pozas. Éstas son individuales en el riego. Se mantuvieron cerradas las entradas y salidas de agua, se realizaron secas temporales hasta que la planta toleró la lámina de agua permanente, el consumo aproximado va desde los 18 000 a 20 000 m<sup>3</sup>/ha. En goteo luego de la siembra, se realizaron riegos diarios e interdiarios tratando de mantener húmedo el suelo y monitoreado con calicatas, el consumo registrado fue de 14767 m<sup>3</sup>/ha (Anexo 14).

**3.11.5. Control Sanitario:**

En el control de malezas se realizaron aplicaciones de herbicidas pre-emergentes (Arrow), y pos-emergentes (Bispire). Para el control de plagas se realizaron aplicaciones de insecticidas para lepidópteros con el Proclain. En el control de enfermedades se realizaron aplicaciones de fungicidas como el Orión y Amistar (Anexo 24).

**3.11.6. Cosecha:**

La cosecha del experimento se realizó aproximadamente a los 150 días de haberse sembrado; se realizó de manera manual usando como herramienta la hoz, y luego separando el grano de la panoja. Se cosecho cuando el grano obtuvo una humedad promedio de 13%.

**3.12. DATOS EXPERIMENTALES****3.12.1. Altura de planta:**

Se evaluó en la semana 6 después de la siembra, en tres plantas al azar por parcela, se midió en centímetros desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja bandera (Anexo 30).

**3.12.2. Número de macollos por metro cuadrado:**

Se evaluó en la semana 6 después de la siembra, en medio metro libre de efecto de borde por parcela, tales valores fueron referidos por m<sup>2</sup> (Anexo 31).

**3.12.3. Número de panojas por metro cuadrado:**

Se evaluó en la semana 11 después de la siembra, medio metro lineal libre de efecto de bordo por parcela, tales valores fueron referidos en m<sup>2</sup>.

**3.12.4. Longitud de panoja:**

Se evaluó en la semana 13 después de la siembra, se tomaron tres panojas al azar por parcela, y se midieron en centímetros desde el nudo ciliar hasta la última espiguilla del ápice de la panoja.

**3.12.5. Número de granos totales por panoja principal:**

Se evaluó en cosecha, se tomó el promedio del número de granos totales de cinco panojas principales por parcela.

**3.12.6. Número de granos llenos por panoja principal:**

Se evaluó en cosecha, se tomó el promedio del número de granos llenos de cinco panojas principales por parcela.

**3.12.7. Número de granos vanos por panoja principal**

Se evaluó en cosecha, se tomó el promedio del número de granos vanos de cinco panojas principales por parcela.

**3.12.8. Número de granos totales por panoja lateral:**

Se evaluó en cosecha, se tomó el promedio del número de granos totales de cinco panojas laterales por parcela.

**3.12.9. Número de granos llenos por panoja lateral:**

Se evaluó en cosecha, se tomó el promedio del número de granos llenos de cinco panojas laterales por parcela.

**3.12.10. Número de granos vanos por panoja lateral:**

Se evaluó en cosecha, se tomó el promedio del número de granos vanos de cinco panojas laterales por parcela.

**3.12.11. Rendimiento de arroz en cascara:**

Se evaluó en cosecha, se tomó el promedio de las 8 parcelas, expresados en toneladas de arroz por hectárea.

**3.12.12. Porcentaje de arroz pilado:**

Se tomarón 100 gramos de arroz en cascara por cada repetición de cada tratamiento. Cada muestra fue sometida a un proceso de pilado en un molino experimental y el resultado se expresó en porcentaje.

**3.12.13. Porcentaje de arroz entero:**

De la muestra obtenida en el proceso de pilado, se procedió a separar el grano entero mediante un separador electrónico, luego se pesó y el resultado se expresó en porcentaje.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. ALTURA DE PLANTA

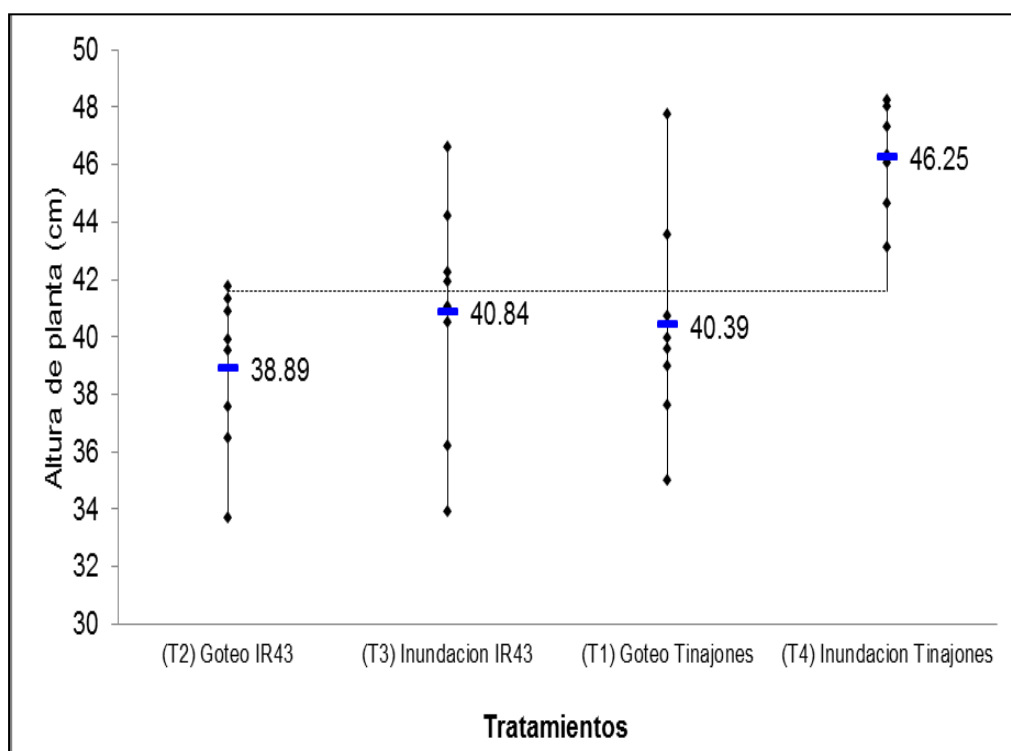
Para esta característica se evaluaron cinco plantas por parcela de cada tratamiento durante el periodo vegetativo conocido como punto de algodón. En la evaluación se encontró diferencias altamente significativas con respecto a la fuente riego y significativa en cultivar (Anexo 1).

El promedio experimental para esta evaluación fué de 41.59 cm de altura de planta y el coeficiente de variabilidad 7.72% (Anexo 1).

Al realizar la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (Cuadro 4), demostró que el mayor promedio lo obtuvo el tratamiento Inundación Tinajones con 46.25 cm. Este tratamiento es el único que obtuvo diferencias altamente significativas con respecto a los tratamientos Inundación IR 43 con 40.84 cm, Goteo Tinajones con 40.39 cm e Goteo IR 43 con 38.89 cm (Figura 1).

**Cuadro 4. Datos de la altura de planta (cm), Fundo Luz Ben, Provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú 2015.**

Altura de planta (Significancia - interacciones)	T2 Goteo IR43	T1 Goteo Tinajones	T3 Inundación IR43	T4 Inundación Tinajones
	38.89	40.39	40.84	46.25
T2	38.89			
T1	40.39	0.364		
T3	40.84	0.242	0.786	
T4	46.25	0.000	0.001	0.003



**Figura 1. Altura de planta (cm).**

#### 4.2. NÚMERO DE MACOLLOS POR METRO CUADRADO

Se realizó esta medición cuando el cultivo alcanzó el máximo número de macollos. Se evaluó medio metro por parcela, dichos valores fueron referidos en macollos/m<sup>2</sup>. En la evaluación se encontró diferencias altamente significativas con respecto a la fuente riego (Anexo 2).

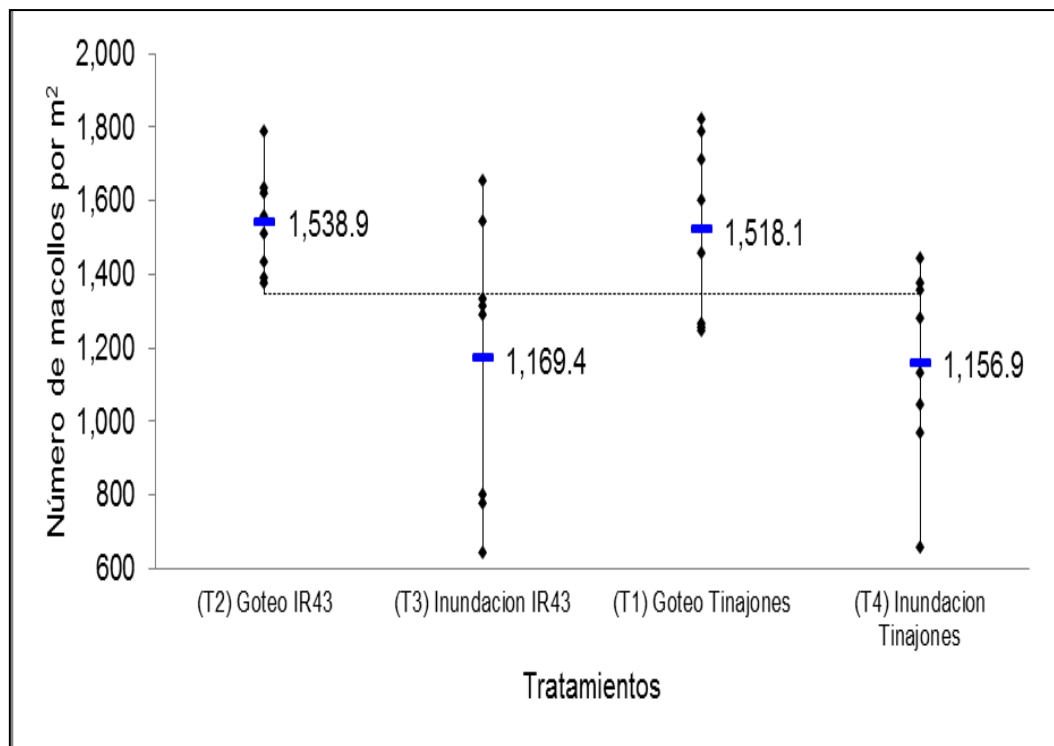
El promedio experimental para esta evaluación fué de 1345.8 macollos/m<sup>2</sup> y el coeficiente de variabilidad 0.16% (Anexo 2).

Al realizar la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (Cuadro 5), demostró que el mayor promedio lo obtuvo el tratamiento Goteo IR 43 con 1538.9 macollos/ m<sup>2</sup>, seguido del tratamiento Goteo Tinajones con 1518.1 macollos/m<sup>2</sup>. Ambos tratamientos antes mencionados bajo el sistema de riego por goteo en cualquiera de los dos cultivares (Tinajones o IR 43) muestran diferencias altamente significativas con respecto al sistema de riego por Inundación IR43 con 1169.4 macollos/m<sup>2</sup> o Inundación Tinajones con 1156.9 macollos/m<sup>2</sup> (Figura 2).



**Cuadro 5. Datos de número de macollos por metro cuadrado, Fundo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú 2015.**

Número de macollos (Significancia - interacciones)	T4 Inundación Tinajones	T3 Inundación IR43	T1 Goteo Tinajones	T2 Goteo IR43
	1,156.9	1,169.4	1,518.1	1,538.9
T4	1,156.9			
T3	1,169.4	0.930		
T1	1,518.1	0.010	0.020	
T2	1,538.9	0.009	0.011	0.880



**Figura 2. Número de macollos / m<sup>2</sup>.**

### 4.3. NÚMERO DE PANOJAS POR METRO CUADRADO

Se realizó esta medición cuando el cultivo alcanzó el máximo número de panojas. Se evaluó medio metro por parcela, dichos valores fueron referidos en panojas/m<sup>2</sup>. En la evaluación no se encontró diferencias significativas (Anexo 3).

El promedio experimental medido para esta evaluación fue de 588 panojas/m<sup>2</sup> y el coeficiente de variabilidad 0.07% (Anexo 3).

Al realizar la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad, demostró que no existe diferencias significativas. El tratamiento Goteo IR43 obtuvo 621.5 panojas/m<sup>2</sup> seguido de Goteo Tinajones con 620.8 panojas/m<sup>2</sup>, a continuación Inundación IR 43 con 562.5 panojas/m<sup>2</sup> y por último Inundación Tinajones con 547.2 panojas/m<sup>2</sup> (Figura 3).

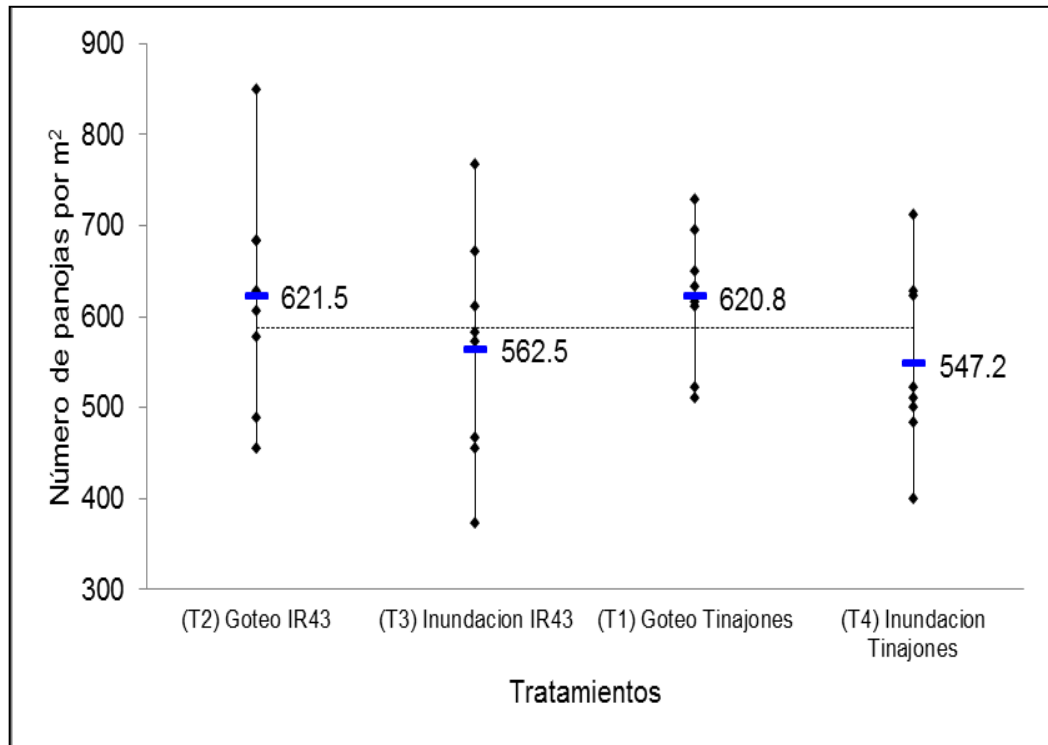


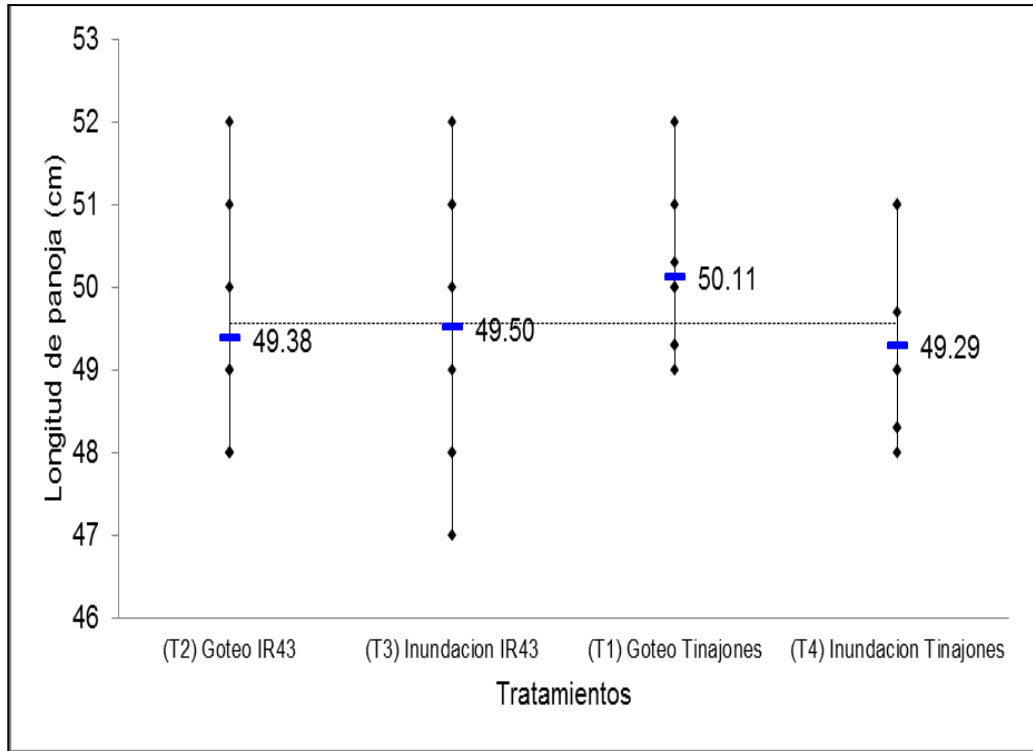
Figura 3. Número de panojas/m<sup>2</sup>.

#### 4.4. LONGITUD DE PANOJA

Se realizó esta medición en el periodo de maduración una semana antes de la cosecha. Se evaluaron 5 panojas principales por parcela, dichos valores fueron referidos en centímetros. En la evaluación no se encontró diferencias significativas (Anexo 4).

El promedio experimental medido para esta evaluación fue de 49.57 cm y el coeficiente de variabilidad 0.008% (Anexo 4).

Al realizar la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad, demostró que no existe diferencias significativas. El tratamiento Goteo Tinajones obtuvo el mayor promedio con 50.11 cm seguido de Inundación IR 43 con 49.50 cm a continuación Goteo IR 43 con 49.38 cm y por último Inundación Tinajones con 49.29 cm (Figura 4).



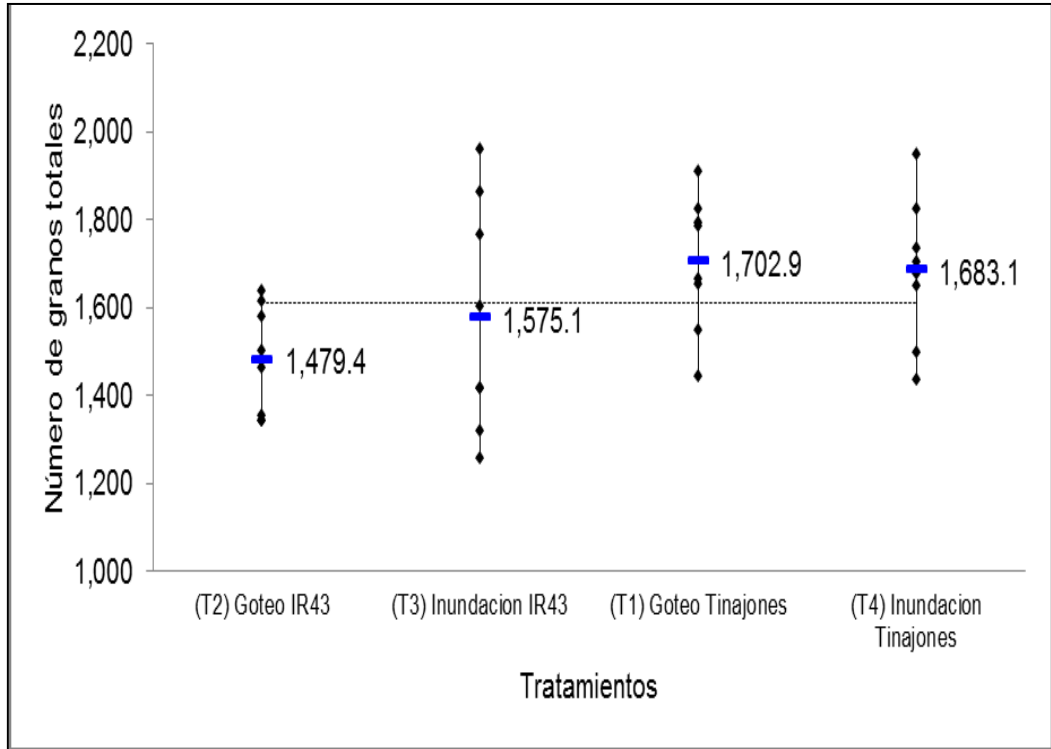
**Figura 4. Longitud de panoja (cm).**

#### **4.5. NÚMERO DE GRANOS TOTALES POR PANOJA PRINCIPAL**

Se realizó esta medición en el periodo de maduración un día antes de la cosecha. Se evaluaron 5 panojas principales por parcela. En la evaluación no se encontró diferencias significativas (Anexo 5).

El promedio experimental medido para esta evaluación fue de 1610.1 granos totales/panoja principal y el coeficiente de variabilidad 0.064% (Anexo 5).

Al realizar la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad, demostró que no existe diferencia significativa. El tratamiento Goteo Tinajones obtuvo el mayor promedio con 1702.9 granos totales/panoja principal seguido de Inundación Tinajones con 1683.1 granos totales/panoja principal a continuación Inundación IR 43 con 1575.1 granos totales/panoja principal y por ultimo Goteo IR 43 con 1479.4 granos totales/panoja principal (Figura 5).



**Figura 5. Número de granos totales por panoja principal.**

#### **4.6. NÚMERO DE GRANOS LLENOS POR PANOJA PRINCIPAL**

Se realizó esta medición en el periodo de maduración un día antes de la cosecha. Se evaluaron 5 panojas principales por parcela. En la evaluación se encontraron diferencias altamente significativas con respecto a la fuente cultivar y significativa en riego (Anexo 6).

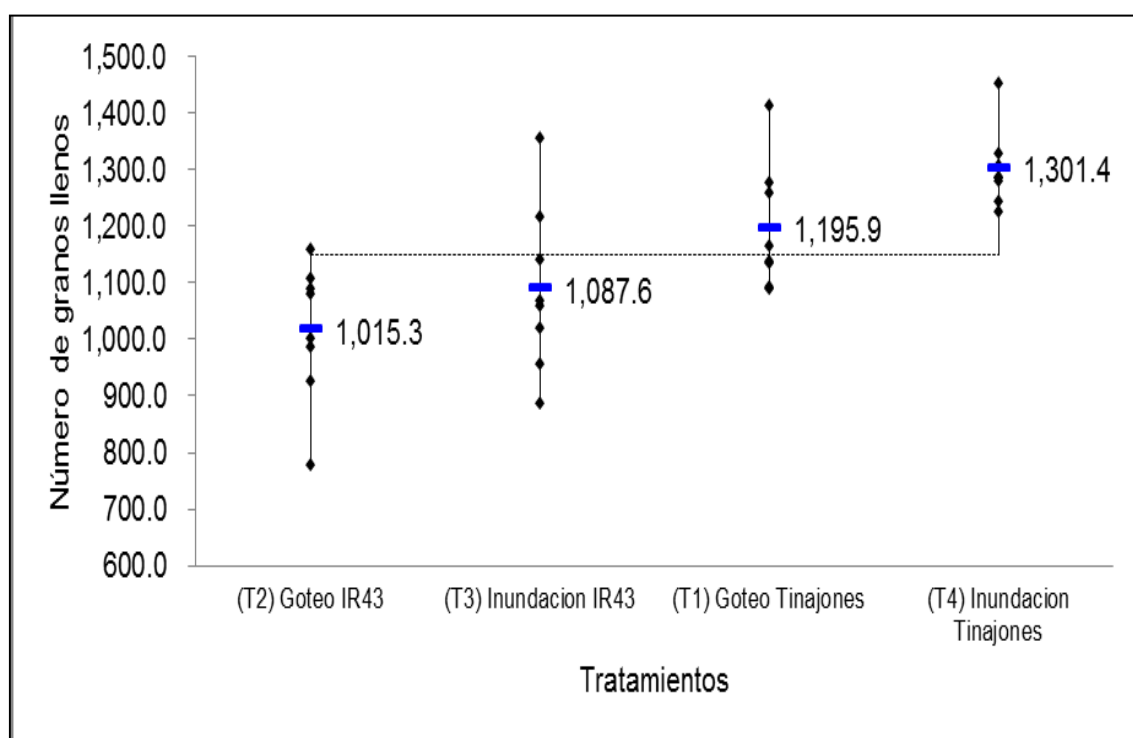
El promedio experimental para esta evaluación fué de 1150 granos llenos/panoja principal y el coeficiente de variabilidad 11% (Anexo 6).

Al realizar la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (Cuadro 6), demostró que el mayor promedio lo obtuvo el tratamiento Inundación Tinajones con 1301.4 granos llenos/panoja principal, seguido del tratamiento Goteo Tinajones con 1195.9 granos llenos/panoja principal. Ambos muestran diferencias altamente significativas y significativas, respectivamente, con respecto al cultivar IR 43 ya sea en goteo o inundación. Así se tiene que para Inundación IR43 obtuvo 1087.6 granos llenos/panoja principal e Inundación Tinajones obtuvo 1015.3 granos llenos/panoja principal (Figura 6).



**Cuadro 6. Datos de granos llenos por panoja principal, Fundo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú 2015.**

Número de granos llenos - Panoja principal (Significancia - interacciones)	T2 Goteo IR43	T3 Inundación IR43	T1 Goteo Tinajones	T4 Inundación Tinajones
	1,015.3	1,087.6	1,195.9	1,301.4
T2	1,015.3			
T3	1,087.6	0.225		
T1	1,195.9	0.004	0.074	
T4	1,301.4	0.000	0.001	0.081



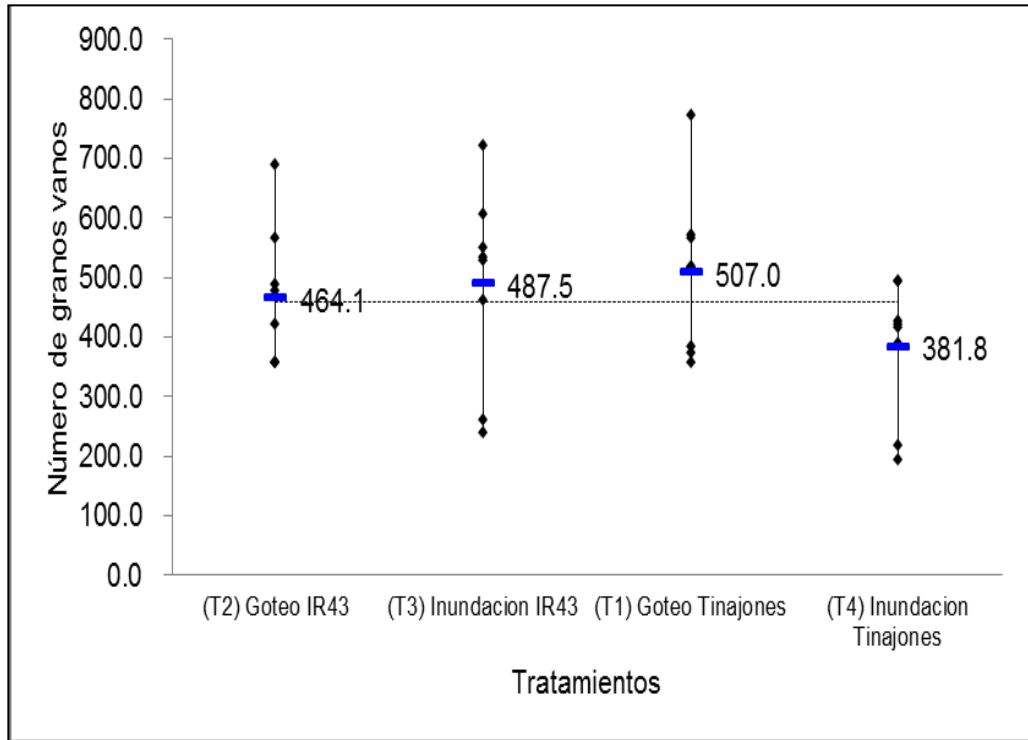
**Figura 6. Número de granos llenos por panoja principal.**

#### **4.7. NÚMERO DE GRANOS VANOS POR PANOJA PRINCIPAL**

Se realizó esta medición en el periodo de maduración un día antes de la cosecha. Se evaluaron 5 panojas principales por parcela. En la evaluación no se encontraron diferencias significativas (Anexo 7).

El promedio experimental medido para esta evaluación fue de 460.1 granos vanos/panoja principal y el coeficiente de variabilidad 0.12% (Anexo 7).

Al realizar la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad, demostró que no existe diferencias significativas. El tratamiento Goteo Tinajones obtuvo el mayor promedio con 507 granos vanos/panoja principal seguido de Inundación IR 43 con 487.5 granos vanos/panoja principal a continuación Goteo IR 43 con 464.1 granos vanos/panoja principal y por último, Inundación Tinajones con 381.8 granos vanos/panoja principal (Figura 7).



**Figura 7. Número de granos vanos por panoja principal.**

#### **4.8. NÚMERO DE GRANOS TOTALES POR PANOJA LATERAL**

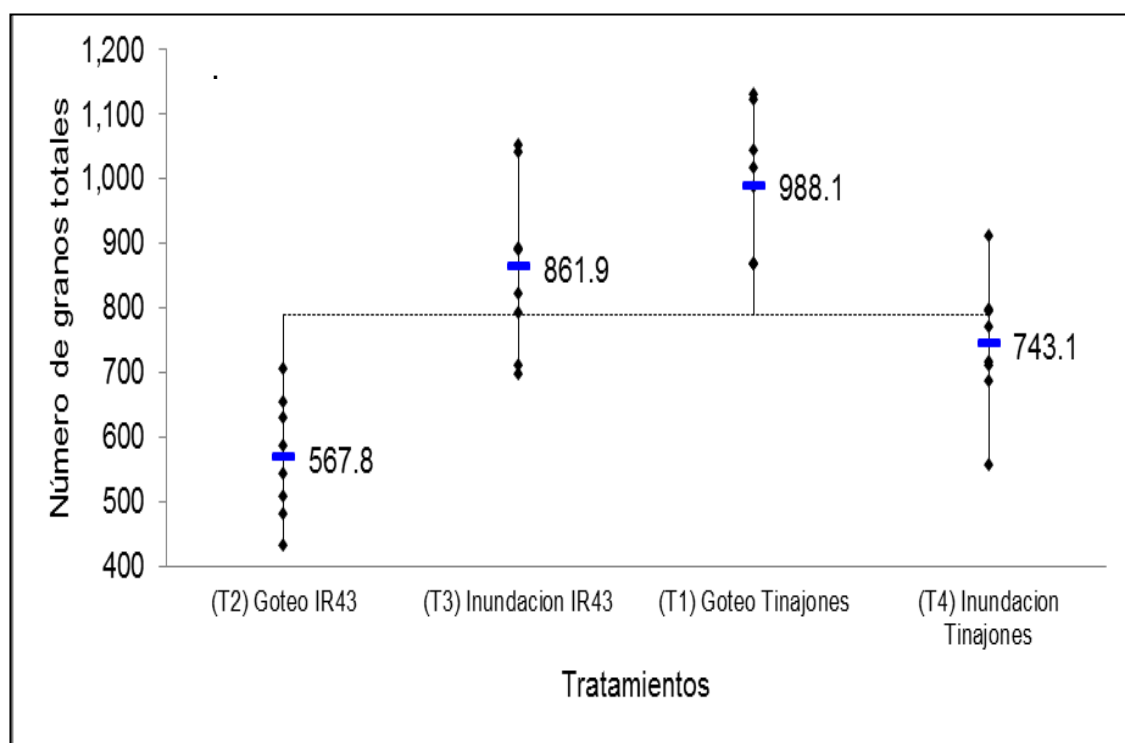
Se realizó esta medición en el periodo de maduración un día antes de la cosecha. Se evaluaron 5 panojas laterales por parcela. En la evaluación se encontraron diferencias altamente significativas con respecto a la fuente: cultivar y la interacción cultivar - riego (Anexo 8).

El promedio experimental para esta evaluación fué de 790.2 granos totales/panoja lateral y el coeficiente de variabilidad 0.23% (Anexo 8).

Al realizar la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (Cuadro 7), demostró que el mayor promedio lo obtuvo el tratamiento Goteo Tinajones con 988.1 granos totales/panoja lateral seguido de Inundación IR 43 con 861.9 granos totales/panoja lateral a continuación Inundación tinajones con 743.1 granos totales/panoja lateral y por último Goteo IR 43 con 567.8 granos totales/panoja lateral (Figura 8).

**Cuadro 7. Datos de granos totales por panoja lateral, Fundo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú 2015.**

Número de granos totales - Panoja lateral (Significancia - interacciones)		T2 Goteo IR43	T4 Inundación Tinajones	T3 Inundación IR43	T1 Goteo Tinajones
		567.8	743.1	861.9	988.1
T2	567.8				
T4	743.1	0.004			
T3	861.9	0.000	0.040		
T1	988.1	0.000	0.000	0.030	



**Figura 8. Número de granos totales por panoja lateral.**

#### **4.9. NÚMERO DE GRANOS LLENOS POR PANOJA LATERAL**

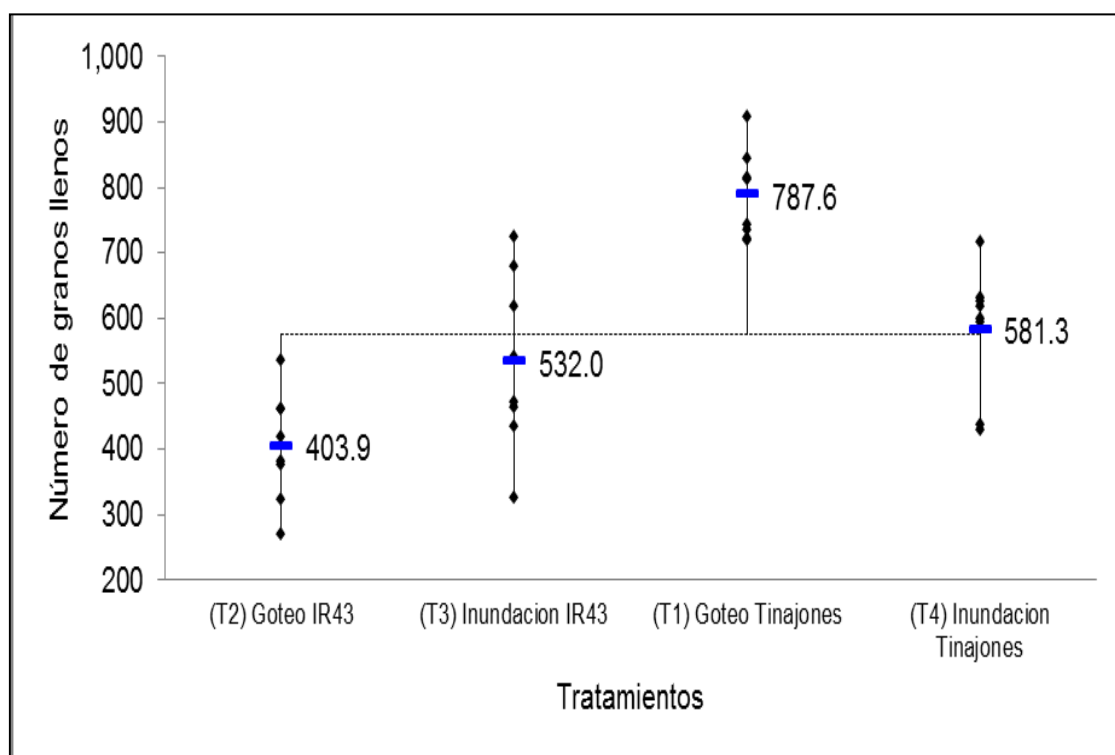
Se realizó esta medición en el periodo de maduración un día antes de la cosecha. Se evaluaron 5 panojas laterales por parcela. En la evaluación se encontraron diferencias altamente significativas con respecto a la fuente: cultivar y la interacción cultivar - riego (Anexo 9).

El promedio experimental para esta evaluación fué de 576.2 granos llenos/panoja lateral y el coeficiente de variabilidad 27.7% (Anexo 9).

Al realizar la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (Cuadro 8), se encontró que el mayor promedio lo obtuvo el tratamiento Goteo Tinajones con 787.6 granos llenos/panoja lateral. Este tratamiento es el único que obtuvo diferencias altamente significativas con respecto a Inundación Tinajones con 581.3 granos llenos/panoja lateral, inundación IR 43 con 532 granos llenos/panoja lateral e Goteo IR 43 con 403.9 granos llenos/panoja lateral (Figura 9).

**Cuadro 8. Datos de granos llenos por panoja lateral, Fundo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú 2015.**

Número de granos llenos - Panoja lateral (Significancia - interacciones)	T2 Goteo IR43	T3 Inundación IR43	T4 Inundación Tinajones	T1 Goteo Tinajones
	403.9	532.0	581.3	787.6
T2	403.9			
T3	0.015			
T4	0.001	0.330		
T1	0.000	0.000	0.000	



**Figura 9. Número de granos llenos por panoja lateral**

#### **4.10. NÚMERO DE GRANOS VANOS POR PANOJA LATERAL**

Se realizó esta medición en el periodo de maduración un día antes de la cosecha. Se evaluaron 5 panojas laterales por parcela. En la evaluación se encontraron diferencias altamente significativas con respecto a todas las fuentes: riego, cultivar y la interacción riego - cultivar (Anexo 10).

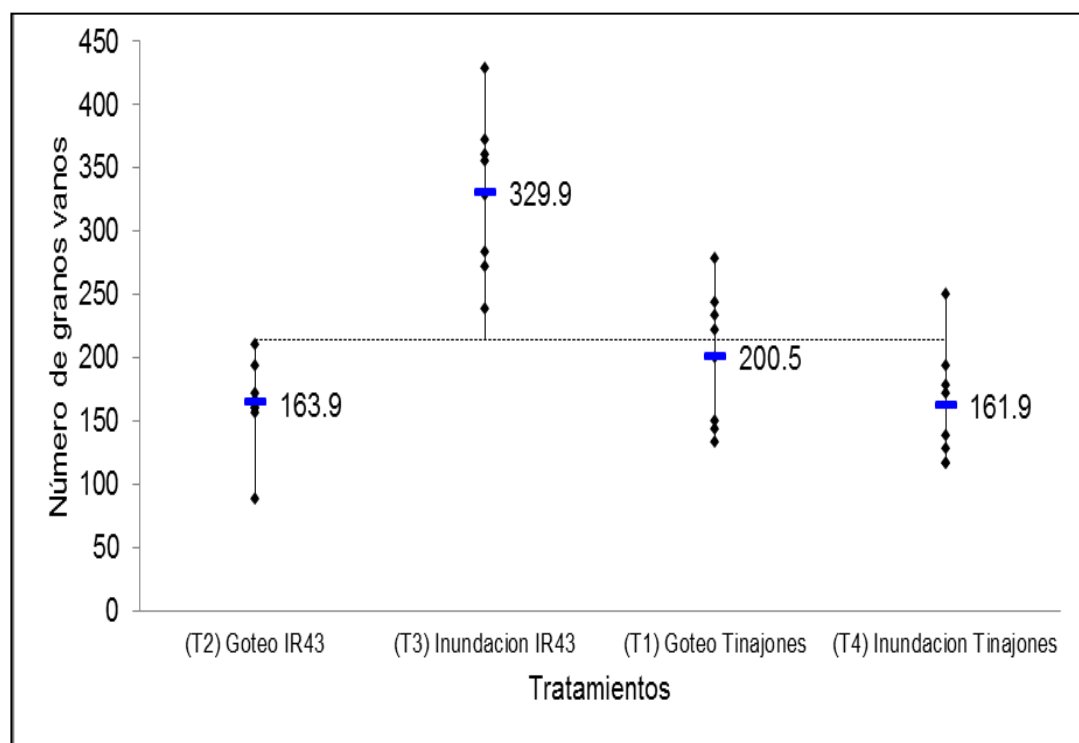
El promedio experimental para esta evaluación fue de 214 granos llenos/panoja lateral y el coeficiente de variabilidad 37% (Anexo 10).

Al realizar la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (Cuadro 9), demostró que el mayor promedio lo obtuvo el tratamiento Inundación IR 43 con 329.9 granos vanos/panoja lateral. Este tratamiento es el único que obtuvo diferencias altamente significativas con respecto a los otros tres tratamientos tales como Goteo Tinajones con 200.5 granos vanos/panoja lateral, Goteo IR 43 con 163.9 granos vanos/panoja lateral e Inundación tinajones con 161.9 granos vanos/panoja lateral (Figura 10).



**Cuadro 9. Datos de granos vanos por panoja lateral, Fundo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú 2015.**

Número de granos vanos - Panoja lateral (Significancia - interacciones)		T4 Inundación Tinajones	T2 Goteo IR43	T1 Goteo Tinajones	T3 Inundación IR43
		161.9	163.9	200.5	329.9
T4	161.9				
T2	163.9	0.937			
T1	200.5	0.134	0.155		
T3	329.9	0.000	0.000	0.000	



**Figura 10. Número de granos vanos por panoja lateral.**

#### **4.11. RENDIMIENTO DE ARROZ EN CÁSCARA**

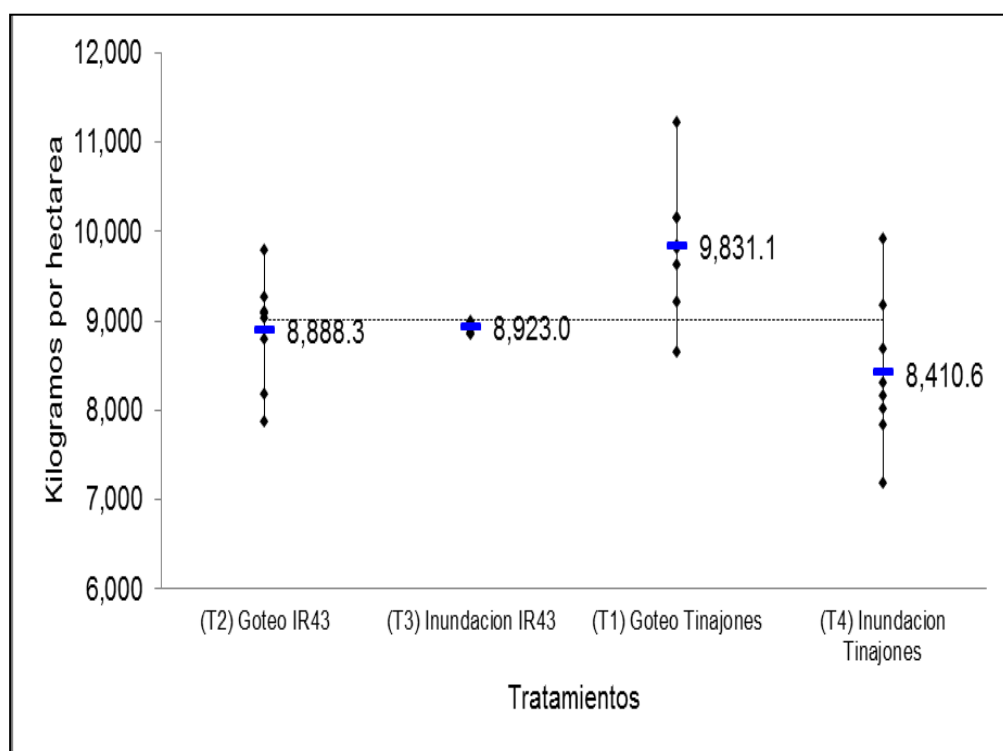
Se realizó un día antes de la cosecha, Se cosechó todas las parcelas correspondientes a cada tratamiento, separando el arroz cáscara de la panoja. En la evaluación se encontraron diferencias altamente significativas con respecto a la interacción cultivar - riego (Anexo 11).

El promedio experimental de esta evaluación fue de 9013.3 kg/ha y el coeficiente de variabilidad 6.6% (Anexo 11).

La prueba de significación Duncan al 0.05% de probabilidad (Cuadro 10), demostró que el tratamiento Goteo Tinajones con 9831.1 kg/ha obtuvo diferencia altamente significativa con respecto a los otros tres tratamientos tales como Inundación IR 43 con 8923 kg/ha, Goteo IR 43 con 8888.3 kg/ha e Inundación Tinajones con 8410.6 kg/ha (Figura 11).

**Cuadro 10. Rendimiento de arroz en cáscara, Fundo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú 2015.**

RENDIMIENTO DE ARROS EN CÁSCARA (Significancia - interacciones)		T4 Inundación Tinajones	T2 Goteo IR43	T3 Inundación IR43	T1 Goteo Tinajones
		8,410.6	8,888.3	8,923.0	9,831.1
T4	8,410.6				
T2	8,888.3	0.150			
T3	8,923.0	0.120	0.910		
T1	9,831.1	0.000	0.010	0.010	



**Figura 11. Rendimiento de arroz en cáscara**

#### **4.12. PORCENTAJE DE ARROZ PILADO**

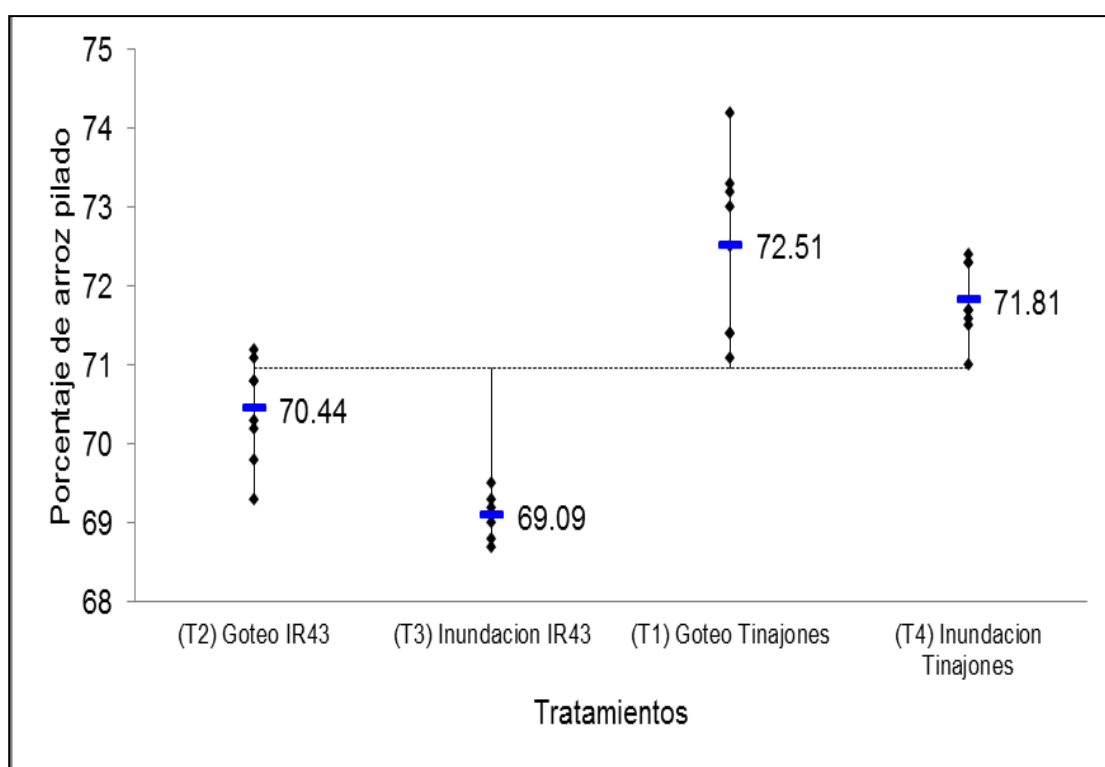
Se procesó en un molino experimental. En esta evaluación se encontraron diferencias altamente significativas con respecto a la fuente riego y también cultivar (Anexo 12).

El promedio experimental de esta evaluación fué de 70.96% y el coeficiente de variabilidad 2.1% (Anexo 12).

La prueba de significación Duncan al 0.05% de probabilidad (Cuadro 11), demostró que los tratamientos Goteo Tinajones con 72.51% y Inundación Tinajones con 71.81% obtuvieron diferencias altamente significativas con respecto a los tratamientos Goteo IR 43 con 70.44% y Inundación IR 43 con 69.09% (Figura 12).

**Cuadro 11. Porcentaje de arroz pilado, Fundo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú 2015.**

RENDIMIENTO DE PILA (Significancia - interacciones)		T3 Inundación IR43	T2 Goteo IR43	T4 Inundación Tinajones	T1 Goteo Tinajones
		69.09%	70.44%	71.81%	72.51%
T3	69.09%				
T2	70.44%	0.001			
T4	71.81%	0.000	0.001		
T1	72.51%	0.000	0.000	0.056	



**Figura 12. Porcentaje de arroz pilado – Base 100 g de arroz cáscara.**

#### **4.13. PORCENTAJE DE ARROZ ENTERO**

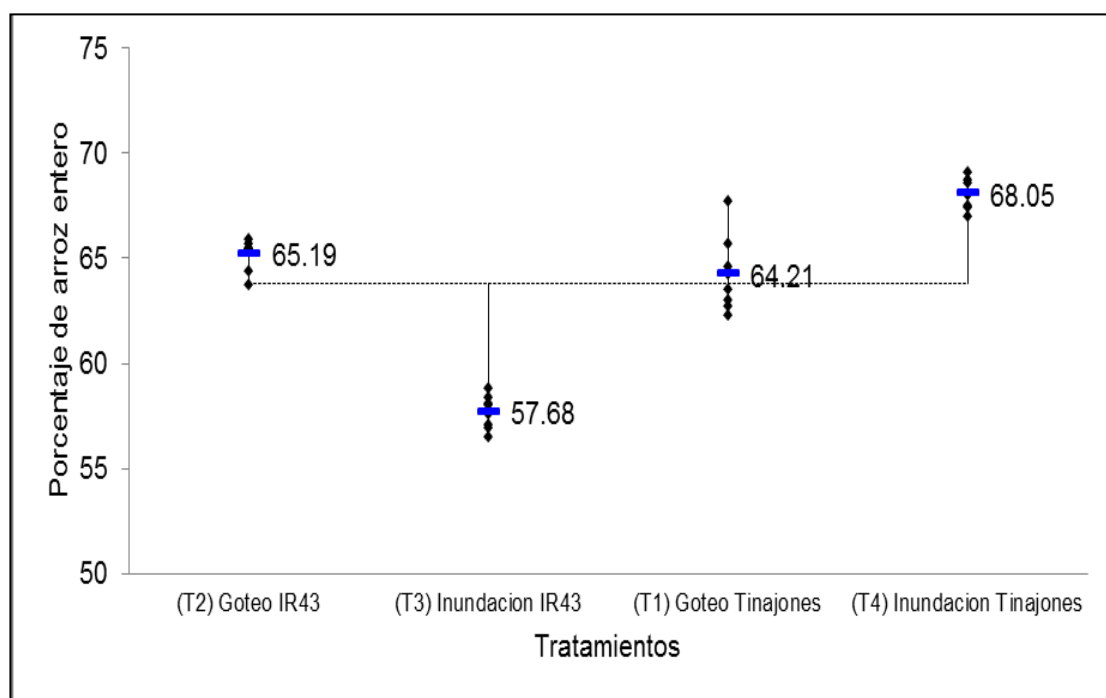
Se procesó en un molino experimental. En la evaluación se encontraron diferencias altamente significativas con respecto a todas las fuentes: riego, cultivar y la interacción riego - cultivar (Anexo 13).

El promedio experimental de esta evaluación fué de 63.78% y el coeficiente de variabilidad 6.9% (Anexo 13).

La prueba de significación Duncan al 0.05% de probabilidad (Cuadro 12), demostró que el tratamiento Inundación Tinajones con 68.05% obtuvo diferencias altamente significativas con respecto a los otros tres tratamientos tales como Goteo IR 43 con 65.19% seguido de Goteo Tinajones con 64.21% y por ultimo Inundación IR 43 con 57.68% (Figura 13).

**Cuadro 12. Porcentaje de arroz entero, Fundo Luz Ben, provincia Pacasmayo, Trujillo, Perú 2015.**

RENDIMIENTO DE ARROZ ENTERO (Significancia - interacciones)		T3 Inundación IR43	T1 Goteo Tinajones	T2 Goteo IR43	T4 Inundación Tinajones
		57.68%	64.21%	65.19%	68.05%
T3	57.68%				
T1	64.21%	0.000			
T2	65.19%	0.000	0.089		
T4	68.05%	0.000	0.000	0.000	



**Figura 13. Porcentaje de arroz entero.**

## V. DISCUSIÓN

En la característica evaluada de altura de planta, se encontró que en el análisis de varianza, en la prueba de Duncan el riego por inundación Tinajones y inundación IR 43, muestran diferencias significativas con respecto al método de riego por goteo, se asume que esto se debería al número de macollos por m<sup>2</sup> donde el método de riego por goteo Tinajones y goteo IR 43 alcanzó promedios mayores y es probable que haya mayor competencia por el espacio, la luz y los fertilizantes. Mas macollos en goteo, menos macollos en inundación.

La siguiente característica que se evaluó en número de panojas por m<sup>2</sup> no se encontró significación en tratamientos ni los resultados esperados debido que en los tratamientos con riego por goteo en ambos cultivares el número de macollos por m<sup>2</sup> fueron superiores, esto se debería a la competencia y los macollos que no formaron panoja.

Para la característica evaluada longitud de panoja no se encontró significación. No hay mucha diferencia entre uno y otro tratamiento. Según los resultados se asume que el método de riego y el cultivar no influyen en la longitud de panoja.

Para la característica evaluada de porcentaje de arroz pilado se encontró diferencias significativas. Es decir que la variable cultivar determina el mayor porcentaje; donde tinajones supera a IR 43. EL método de riego es indiferente y no influye en ello.



## VI. CONCLUSIONES

- El tratamiento Goteo Tinajones, obtuvo el mejor rendimiento de arroz cáscara con 9831.1 kg/ha y los demás tratamientos, como Inundación IR 43 obtuvo 8923 kg/ha, Goteo IR 43 con 8888.3 kg/ha e Inundación Tinajones con 8410.6 kg/ha. El mismo tratamiento Goteo Tinajones en el porcentaje de arroz pilado, obtuvo el resultado más alto con 72.51%.
- Los resultados en el porcentaje de arroz entero favorecieron al tratamiento Inundación Tinajones en relación a los tres tratamientos, obteniendo un 68.05%.
- En altura de planta hubo diferencias, el tratamiento Inundación Tinajones fue el único que consiguió una diferencia significativa al obtener el mayor resultado con 46.25 cm.
- El número de macollos por m<sup>2</sup> el método de riego por goteo superó a inundación en ambos cultivares, siendo el que alcanzó el mayor valor el tratamiento Goteo IR 43 con 1538.9 macollos/m<sup>2</sup> y Goteo Tinajones con 1518.1 macollos/m<sup>2</sup>. Se observó que el riego por inundación ocasiona mortandad de plántulas por presencia de algas, baja luminosidad, plagas y enfermedades. Mientras que el riego por goteo se caracterizó por mantener el suelo muy cerca a la capacidad de campo, además mostró baja presencia de plagas y enfermedades.

- En panoja principal, el número de granos totales y el número de granos vanos no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, mientras que para el número de granos llenos por panoja si mostró, El cultivar tinajones en los dos métodos de riego (inundación y goteo) obtuvo mayores resultados. Así tenemos que, el tratamiento Inundación Tinajones alcanzó 1301.4 granos llenos por panoja, seguido del tratamiento Goteo Tinajones con 1195.9 granos llenos por panoja.
- En panoja lateral, el número de granos totales obtuvo diferencias significativas, donde el mayor resultado se logró con el tratamiento Goteo Tinajones con 988.1 granos totales por panoja.
- En panoja lateral, número de granos llenos, mostró diferencias significativas, nuevamente Goteo Tinajones fue mejor en referencia al párrafo anterior, al obtener 787.6 granos llenos por panoja.
- En panoja lateral, el número de granos vanos, mostró diferencias significativas donde el tratamiento Inundación Tinajones, obtuvo mayor resultado con 329.9 granos vanos por panoja. A mayor grano vano menos rendimiento.
- En la conductancia estomática, los resultados mostraron que la mayor tasa de transpiración se presenta desde las 10 horas hasta las 14 horas del día, esto se debe a la mayor al incremento de la temperatura y la humedad relativa disminuye.
- En el análisis foliar, lo resultados indican que no se obtuvo diferencias en los porcentajes de nitrógeno, fosforo y potasio en ambos cultivares sometidos al riego por goteo o inundación.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- En una investigación tan minuciosa como ésta, siempre se desea que haya una mejora continua de la misma, por lo tanto, se recomienda a futuras investigaciones complementar, implementar bajo estos resultados algunas variables adicionales que ayuden a comparar los resultados arrojados.
- Incluir en los tratamientos el aumento de las dosis de fertilización, que ayuden a suplir la demanda que se generó en el número de macollos por planta bajo el sistema de riego por goteo.
- Incluir la densidad de siembra, que ayuden a minimizar la competencia de cobertura radicular, espacio foliar, en referencia al número de macollos por planta.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

CADAHIA, C. (1998). Fertirrigación en cultivos hortícolas y ornamentales. Madrid. Barcelona. España. Ediciones Mundi – Prensa. 475p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2004. Año internacional del arroz. Recuperado de:// [www.fao.org/rice2004/es/f-sheef/hoja1.pdf](http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheef/hoja1.pdf)

NATAN, R. (1997). La fertilización combinada con el riego. Servicio de extensión departamento de riego y suelos. Estado de Israel. Israel. Ministerio de agricultura. Pag. 3

NETAFIM (2017). Cultivo de caña de azúcar con riego por goteo. Pag.17.

VERGARA, R. 1976. Estudio sobre la densidad de siembra a trasplante, manejo de almacigo y épocas de cosecha para el rendimiento y calidad de grano. Peru. Lambayeque. 12p.

STARR, G. (2005). Assessing temporal stability and spatial variability of soil water patters with implications for precision water management. Agriculture Water Management. Usa. University of Maine. Volumen 72. Pag. 223 - 243

DIEZ, J. (1997). Nitrate leaching from soil under a maize-wheat-maize sequence, two irrigation schedules and three types of fertilizers. Madrid - España. Editorial Errepar. Volumen 65. Pag. 189- 199

# IX. ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de varianza de altura de planta.

Fuente		SC	GL	CM	P
Riego	Hipótesis	121.680	1	121.680	0.004**
	Error	49.587	7	7.084	
Cultivar	Hipótesis	95.450	1	95.450	0.012*
	Error	59.142	7	8.449	
Cultivar * Riego	Hipótesis	30.550	1	30.550	0.141
	Error	77.601	7	11.086	

P < 0.01 altamente significativo (\*\*) P 0.05 – 0.01 significativo (\*) P > 0.05 ns ( )

Promedio = 41.59 cm Des. estándar = 3.21 C.V. = 7.72%

Des. Estándar: Desviación estándar

C.V.: Coeficiente de Variabilidad

### Anexo 2. Análisis de varianza de número de macollos/m<sup>2</sup>

Fuente		SC	GL	CM	P
Riego	Hipótesis	1,067,422.840	1	1,067,422.840	0.002**
	Error	303,873.457	7	43,410.494	
Cultivar	Hipótesis	2,222.222	1	2,222.222	0.858
	Error	453,024.691	7	64,717.813	
Cultivar * Riego	Hipótesis	138.889	1	138.889	0.972
	Error	760,910.494	7	108,701.499	

P < 0.01 altamente significativo (\*\*) P 0.05 – 0.01 significativo (\*) P > 0.05 ns ( )

Promedio = 1345 Des. estándar = 211.13 C.V. = 0.16%

**Anexo 3. Análisis de varianza de número de panojas/m<sup>2</sup>**

Fuente		SC	GL	CM	P
Riego	Hipótesis	35,186.150	1	35,186.150	0.231
	Error	143,108.603	7	20,444.086	
Cultivar	Hipótesis	510.224	1	510.224	0.808
	Error	55,870.949	7	7,981.564	
Cultivar * Riego	Hipótesis	425.347	1	425.347	0.840
	Error	67,869.406	7	9,695.629	

P< 0.01 altamente significativo (\*\*) P 0.05 – 0.01 significativo (\*) P>0.05 ns ( )

Promedio = 588                      Des. estándar = 38.80                      C.V. = 0.07%

**Anexo 4. Análisis de varianza de longitud de panoja.**

Fuente		SC	GL	CM	P
Riego	Hipótesis	0.980	1	0.980	0.495
	Error	13.260	7	1.894	
Cultivar	Hipótesis	0.551	1	0.551	0.608
	Error	13.379	7	1.911	
Cultivar * Riego	Hipótesis	1.805	1	1.805	0.345
	Error	12.335	7	1.762	

P< 0.01 altamente significativo (\*\*) P 0.05 – 0.01 significativo (\*) P>0.05 ns ( )

Promedio = 49.57 cm                      Des. estándar = 0.37                      C.V. = 0.008%

**Anexo 5. Análisis de varianza de número de granos totales por panoja principal.**

Fuente		SC	GL	CM	P
Riego	Hipótesis	11,552.000	1	11,552.000	0.480
	Error	145,010.500	7	20,715.786	
Cultivar	Hipótesis	219,784.500	1	219,784.500	0.083
	Error	376,796.000	7	53,828.000	
Cultivar * Riego	Hipótesis	26,680.500	1	26,680.500	0.412
	Error	245,171.000	7	35,024.429	

P < 0.01 altamente significativo (\*\*) P 0.05 – 0.01 significativo (\*) P > 0.05 ns ( )

Promedio = 1610      Des. estándar = 103.69      C.V. = 0.064%

**Anexo 6. Análisis de varianza de número de granos llenos por panoja principal.**

Fuente		SC	GL	CM	P
Riego	Hipótesis	63,279.031	1	63,279.031	0.025*
	Error	54,990.719	7	7,855.817	
Cultivar	Hipótesis	311,063.281	1	311,063.281	0.003**
	Error	111,538.469	7	15,934.067	
Cultivar * Riego	Hipótesis	2,194.531	1	2,194.531	0.722
	Error	111,703.219	7	15,957.603	

P < 0.01 altamente significativo (\*\*) P 0.05 – 0.01 significativo (\*) P > 0.05 ns ( )

Promedio = 1150      Des. estándar = 125.26      C.V. = 11%



**Anexo 7. Análisis de varianza de número de granos vanos por panoja principal.**

Fuente		SC	GL	CM	P
Riego	Hipótesis	20,757.031	1	20,757.031	0.271
	Error	101,915.719	7	14,559.388	
Cultivar	Hipótesis	7,906.531	1	7,906.531	0.617
	Error	201,986.219	7	28,855.174	
Cultivar * Riego	Hipótesis	44,178.781	1	44,178.781	0.141
	Error	112,140.969	7	16,020.138	

P < 0.01 altamente significativo (\*\*) P 0.05 – 0.01 significativo (\*) P > 0.05 ns ( )

Promedio = 460                      Des. estándar = 55.09                      C.V. = 0.12%

**Anexo 8. Análisis de varianza de número de granos totales por panoja lateral.**

Fuente		SC	GL	CM	P
Riego	Hipótesis	4,826.531	1	4,826.531	0.575
	Error	97,873.219	7	13,981.888	
Cultivar	Hipótesis	181,955.281	1	181,955.281	0.004**
	Error	74,513.469	7	10,644.781	
Cultivar * Riego	Hipótesis	581,311.531	1	581,311.531	0.001**
	Error	127,830.219	7	18,261.460	

P < 0.01 altamente significativo (\*\*) P 0.05 – 0.01 significativo (\*) P > 0.05 ns ( )

Promedio = 790.20                      Des. estándar = 178.90                      C.V. = 0.23%

**Anexo 9. Análisis de varianza de número de granos llenos por panoja lateral.**

Fuente		SC	GL	CM	P
Riego	Hipótesis	12,246.125	1	12,246.125	0.320
	Error	74,806.375	7	10,686.625	
Cultivar	Hipótesis	374,978.000	1	374,978.000	0.0008**
	Error	83,959.500	7	11,994.214	
Cultivar * Riego	Hipótesis	223,780.500	1	223,780.500	0.003**
	Error	76,735.000	7	10,962.143	

P < 0.01 altamente significativo (\*\*) P 0.05 – 0.01 significativo (\*) P > 0.05 ns ( )

Promedio = 576.2                      Des. estándar = 159.56                      C.V. = 27.7%

**Anexo 10. Análisis de varianza de número de granos vanos por panoja lateral.**

Fuente		SC	GL	CM	P
Riego	Hipótesis	32,448.781	1	32,448.781	0.001**
	Error	8,290.469	7	1,184.353	
Cultivar	Hipótesis	34,518.781	1	34,518.781	0.002**
	Error	9,987.469	7	1,426.781	
Cultivar * Riego	Hipótesis	83,742.781	1	83,742.781	0.003**
	Error	29,164.469	7	4,166.353	

P < 0.01 altamente significativo (\*\*) P 0.05 – 0.01 significativo (\*) P > 0.05 ns ( )

Promedio = 214                      Des. estándar = 79.24                      C.V. = 37.0%

**Anexo 11. Análisis de varianza de rendimiento de arroz en cáscara.**

Fuente		SC	GL	CM	P
Riego	Hipótesis	3,840,606.125	1	3,840,606.125	0.061
	Error	5,393,909.875	7	770,558.554	
Cultivar	Hipótesis	370,660.500	1	370,660.500	0.335
	Error	2,419,139.500	7	345,591.357	
Cultivar * Riego	Hipótesis	4,235,505.125	1	4,235,505.125	0.003**
	Error	1,496,206.875	7	213,743.839	

P < 0.01 altamente significativo (\*\*) P 0.05 – 0.01 significativo (\*) P > 0.05 ns ( )

Promedio = 9013.3 Kilos Des. estándar = 593.25 C.V. = 6.6%

**Anexo 12. Análisis de varianza de porcentaje de arroz pilado.**

Fuente		SC	GL	CM	P
Riego	Hipótesis	8.405	1	8.405	0.0002**
	Error	1.160	7	0.166	
Cultivar	Hipótesis	46.080	1	46.080	0.0001**
	Error	4.285	7	0.612	
Cultivar * Riego	Hipótesis	0.845	1	0.845	0.294
	Error	4.600	7	0.657	

P < 0.01 altamente significativo (\*\*) P 0.05 – 0.01 significativo (\*) P > 0.05 ns ( )

Promedio = 70.96 % Des. estándar = 1.52 C.V. = 2.1%

### Anexo 13. Análisis de varianza de porcentaje de arroz entero

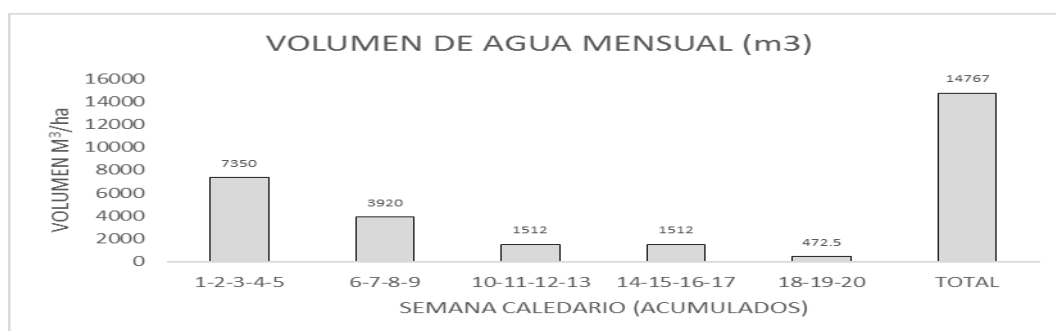
Fuente		SC	GL	CM	P
Riego	Hipótesis	27.011	1	27.011	0.001**
	Error	6.544	7	0.935	
Cultivar	Hipótesis	176.720	1	176.720	0.00001**
	Error	10.955	7	1.565	
Cultivar * Riego	Hipótesis	257.645	1	257.645	0.000002**
	Error	9.380	7	1.340	

P < 0.01 altamente significativo (\*\*) P 0.05 – 0.01 significativo (\*) P > 0.05 ns ( )

Promedio = 63.78 % Des. estándar = 4.38 C.V. = 6.9%

### Anexo 14. Consumo de agua metros cúbicos por hectárea.

SEMANA CALENDARIO	EVAPORACIÓN (m <sup>3</sup> /ha)	KC	LAMINA DE RIEGO MENSUAL (m <sup>3</sup> )	DIAS DEL MES	VOLUMEN DE AGUA MENSUAL (m <sup>3</sup> )
1-2-3-4-5	70	3.0	210	35	7350
6-7-8-9	70	2.0	140	28	3920
10-11-12-13	60	0.9	54	28	1512
14-15-16-17	60	0.9	54	28	1512
18-19-20	50	0.45	22.5	21	472.5
					14767



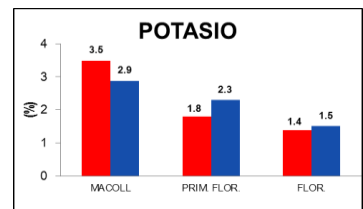
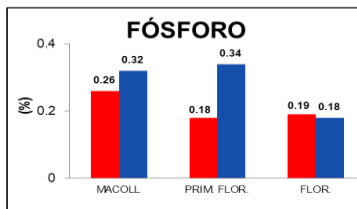
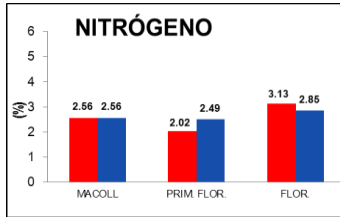


**Anexo 16. Análisis foliar.**

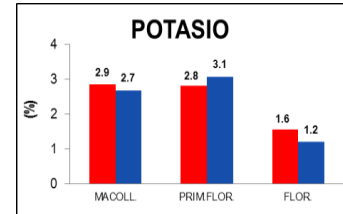
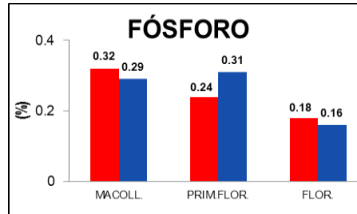
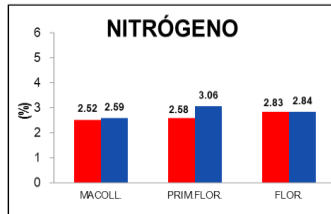
**Cultivar Tinajones**

**Goteo**

**Inundación**



**Cultivar IR 43**



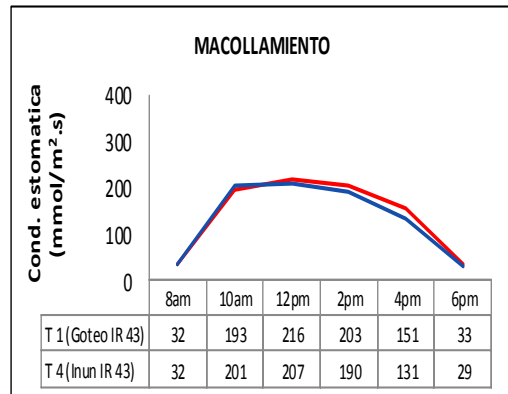
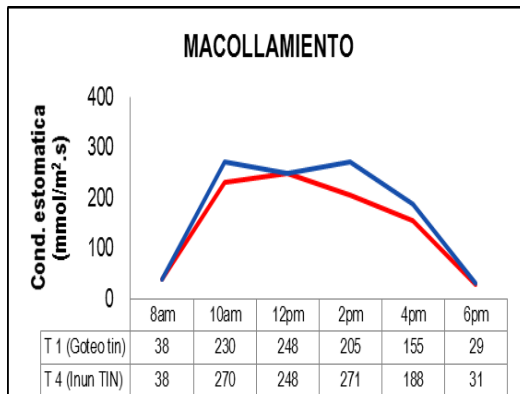
**Anexo 17. Conductancia estomática.**

**Goteo**

**Inundación**

**Cultivar Tinajones**

**Cultivar IR 43**





**Anexo 18. Instalación de bomba en sistema de riego por goteo.**

**Fuente: Original del autor.**



**Anexo 19. Instalación de la tubería principal.**

**Fuente: Original del autor**



**Anexo 20. Instalación de la válvula para el sistema de riego**  
**Fuente: Original del autor.**



**Anexo 21. Instalación de válvula.**  
**Fuente: Original del autor.**





**Anexo 22. Instalación de mangueras laterales.**

**Fuente: Original del autor.**



**Anexo 23. Primeros riegos por el sistema por goteo.**

**Fuente: Original del autor.**



**Anexo 24. Aplicaciones fitosanitarias.**

**Fuente: Original del autor.**



**Anexo 25. Diferencia de crecimiento entre cultivares.**

**Fuente: Original del autor.**



**Anexo 26. Tratamientos estudiados.**  
Fuente: Original del autor.



**Anexo 27. Macollamiento en los dos sistemas de riego.**  
Fuente: Original del autor.



**Anexo 28. Condiciones de humedad en diferentes sistemas de riego.**  
**Fuente: Original del autor.**



**Anexo 29. Población de plantas.**  
**Fuente: Original del autor.**



**Anexo 30. Altura de planta.**

**Fuente: Original del autor.**



**Anexo 31. Número de macollos por metro cuadrado.**

**Fuente: Original del autor.**



**Anexo 32. Desconexión de laterales de riego.**

**Fuente: Original del autor.**



**Anexo 33. Enrollado de los laterales de riego.**

**Fuente: Original del autor.**



**Anexo 34. Diferencias de crecimiento de los cultivares.  
Fuente: Original del autor.**