



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DE CUATRO NIVELES DE PORQUINAZA, APLICADOS  
MEDIANTE DOS SISTEMAS DE RIEGO EN EL CULTIVO DE  
LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) var. Crisphead., EN LA PARROQUIA SAN  
FRANCISCO CANTÓN IBARRA**

Tesis presentada previa a la obtención del Título de  
Ingeniero Agropecuario

**AUTORES**

Angamarca Ipiales Fredy Geronimo

Pinango Nuñez Jessica Patricia

**DIRECTOR**

Ing. Germán Terán

**Ibarra – Ecuador**

**2013**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DE CUATRO NIVELES DE PORQUINAZA, APLICADOS  
MEDIANTE DOS SISTEMAS DE RIEGO EN EL CULTIVO DE  
LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) var. Crisphead., EN LA PARROQUIA SAN  
FRANCISCO CANTÓN IBARRA**

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener el Título de:

**“INGENIERO AGROPECUARIO”**

**APROBADA:**

Ing. Germán Terán.  
Director

Ing. Carlos Cazco, M.Sc.  
Tribunal de Grado

Dra. Lucía Toromoreno  
Tribunal de Grado

Ing. Javier Colimba  
Tribunal de Grado



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO (1)</b>			
<b>Cédula de identidad:</b>	100284697-8		
<b>Apellidos y nombres:</b>	Angamarca Ipiales Fredy Geronimo		
<b>Dirección:</b>	Imbabura – Ibarra – San Francisco del Tejar		
<b>Email:</b>	<a href="mailto:Fredyaip123@hotmail.com">Fredyaip123@hotmail.com</a>		
<b>Teléfono fijo:</b>	062 650 272	<b>Teléfono móvil:</b>	0982519194

<b>DATOS DE CONTACTO (2)</b>			
<b>Cédula de identidad:</b>	172237261-0		
<b>Apellidos y nombres:</b>	Pinango Nuñez Jessica Patricia		
<b>Dirección:</b>	Imbabura – Ibarra – San Francisco del Tejar		
<b>Email:</b>	<a href="mailto:jesytauro3@hotmail.com">jesytauro3@hotmail.com</a>		
<b>Teléfono fijo:</b>	062 650-272	<b>Teléfono móvil:</b>	0985440788

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título:</b>	Evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) var. Crisphead., en la parroquia San Francisco, cantón Ibarra
<b>Autor (es):</b>	Angamarca Ipiales Fredy Geronimo, Pinango Nuñez Jessica Patricia
<b>Fecha:</b>	
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>	
<b>PROGRAMA:</b>	Pregrado
<b>Título por el que opta:</b>	Ingenieros Agropecuarios
<b>Director:</b>	Ing. Germán Terán

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotros, **ANGAMARCA IPIALES FREDY GERONIMO**, con cédula de ciudadanía Nro. **100284697-8** y **PINANGO NUÑEZ JESSICA PATRICIA**, con cédula de ciudadanía Nro. **172237261-0**, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 09 de Diciembre del 2013

### LOS AUTORES:



Angamarca IpiALES Fredy Geronimo  
100284697-8



Pinango Nuñez Jessica Patricia  
172237261-0

ACEPTACIÓN:  
  
Ing. Bethy Chávez

**JEFE DE BIBLIOTECA**



Facultado por resolución de Consejo Universitario

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Nosotros, **ANGAMARCA IPIALES FREDY GERONIMO**, con cédula de ciudadanía Nro. **100284697-8** y **PINANGO NUÑEZ JESSICA PATRICIA**, con cédula de ciudadanía Nro. **172237261-0**, manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrado en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autores de la obra o trabajo de grado denominado **“EVALUACIÓN DE CUATRO NIVELES DE PORQUINAZA, APLICADOS MEDIANTE DOS SISTEMAS DE RIEGO EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) var. Crisphead., EN LA PARROQUIA SAN FRANCISCO CANTÓN IBARRA”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Agropecuarios en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Angamarca Ipiales Fredy Geronimo

**100284697-8**

Pinango Nuñez Jessica Patricia

**172237261-0**

Ibarra, 09 de Diciembre del 2013

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha:

**ANGAMARCA IPIALES FREDY GERONIMO, PINANGO NUÑEZ JESSICA PATRICIA.** Evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) var. Crisphead., en la parroquia San Francisco, cantón Ibarra / TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra. EC. Diciembre del 2013. 123 pág. 9 anexos.

**DIRECTOR:** Ing. Germán Terán

**RESUMEN:**

El efecto de los niveles de porquinaza, aplicados mediante el sistema de riego por goteo reportaron resultados agronómicos favorables para el cultivo de lechuga.

Ibarra, 09 de Diciembre del 2013



Ing. Germán Terán  
Director de Tesis



Angamarca Fredy  
Autor



Pinango Jessica  
Autor

## **PRESENTACIÓN**

Los contenidos, gráficos, cuadros, resultados, discusiones y conclusiones son responsabilidad absoluta y propiedad exclusiva de la autoría.

**Jessica y Fredy**



## **DEDICATORIA**

*A DIOS por su infinita bondad.*

*A MIS PADRES: Manuel y Blanca que con su amor y apoyo incondicional, me enseñaron la importancia de los valores, la humildad, y sobre todo la perseverancia, pilares fundamentales para consumir los retos de la vida.*

*A SEBASTIÁN por ser la luz de mi vida, que con su inocencia entre juegos y travesuras llena de alegría mi existencia.*

*A MIS HERMANOS: Jhonatan, Mercy, Cynthia, y Manuelito por ser fuente de cariño y apoyo en todo momento.*

*A MIS AMIGAS: María José y Viviana que con su paciencia y aprecio estuvieron junto a mí compartiendo mis penas y alegrías.*

**Jessica**

A Dios, por haberme dado la vida, a mi familia que me supieron brindar el apoyo necesario para culminar mis estudios.

**Fredy**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios quien nos guió y ayudo a culminar con éxito nuestra carrera.

A nuestras familias por su apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA), por las enseñanzas impartidas en las aulas y a todos los docentes que contribuyeron de una u otra manera en nuestra formación académica y profesional.

## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 LECHUGA.....	3
2.1.1 Origen y distribución geográfica.....	3
2.1.2 Descripción de la especie.....	3
2.1.3 Taxonomía.....	3
2.1.4 Descripción botánica.....	4
2.1.4.1 Raíz:.....	4
2.1.4.2 Tallo:.....	4
2.1.4.3 Hojas:.....	4
2.1.4.4 Flores:.....	4
2.1.4.5 Inflorescencia:.....	4
2.1.4.6 Semilla:.....	5
2.1.5 Fases fenológicas.....	5
2.1.5.1 Etapa de plántula.....	5
2.1.5.2 Etapa de roseta.....	5
2.1.5.3 Formación de la cabeza o repollo.....	5
2.1.5.4 Floración:.....	6
2.1.6 Variedades de cultivares.....	6
2.1.7 Requerimientos generales de la variedad Crisphead.....	6
2.1.7.1 Suelos.....	7
2.1.7.2 pH.....	7
2.1.7.3 Temperatura.....	7
2.1.7.4 Precipitación:.....	7
2.1.7.5 Altitud:.....	7
2.1.7.6 Iluminación:.....	7
2.1.7.7 Viento:.....	7
2.1.8 Zonas de producción:.....	7
2.1.9 Labores culturales.....	8
2.1.9.1 Preparación del terreno.....	8
2.1.9.2 Siembra.....	8

2.1.9.3	Trasplante .....	8
2.1.9.4	Control de malezas y aporque .....	9
2.1.9.5	Riego .....	10
2.1.9.6	Fertilización.....	11
2.1.9.7	Cosecha .....	13
2.1.9.8	Productividad y rendimiento .....	13
2.1.9.9	Índice de calidad .....	14
2.2	ABONOS ORGÁNICOS .....	14
2.2.1.	Tipos de abonos orgánicos .....	15
2.2.1.1	Excrementos de animales:.....	15
2.2.1.2	Compost:.....	15
2.2.1.3	Humus de lombriz:.....	15
2.2.1.4	Cenizas .....	15
2.2.1.5	Resaca .....	16
2.2.1.6	Lodos de depuradora.....	16
2.2.1.7	Abono verde .....	16
2.2.1.8	Biol.....	16
2.2.2	Uso e influencia de los abonos orgánicos .....	16
2.2.3	Ventajas de los abonos orgánicos: .....	16
2.2.4	Desventajas de los abonos orgánicos: .....	17
2.2.5	Propiedades de los abonos orgánicos .....	17
2.2.5.1	Propiedades físicas .....	17
2.2.5.2	Propiedades químicas.....	17
2.2.5.3	Propiedades biológicas.....	18
2.3	PORQUINAZA.....	18
2.3.1	Características de la porquinaza.....	19
2.3.2	Bondades de la porquinaza.....	20
2.3.3	Forma de aplicación .....	21
2.3.4	Riesgos de aplicación de la porquinaza .....	22
2.4	RIEGO .....	22
2.4.1	Riego por gravedad .....	23
2.4.1.1	A manta .....	23
2.4.1.2	Por surcos .....	24
2.4.2.	Riego por goteo.....	24

2.4.2.1	Ventajas.....	25
2.4.2.2	Desventajas .....	26
2.4.2.3.	Componentes de la instalación.....	27
2.4.2.3.1	El cabezal .....	27
2.4.2.3.2	Red de distribución .....	27
2.4.2.3.3	Mecanismos emisores de agua.....	28
2.4.2.3.4	Dispositivos de control.....	28
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	31
3.2	Materiales y equipos .....	32
3.2.1	De campo .....	32
3.2.2	De oficina.....	32
3.2.3	Maquinaria y equipo de campo .....	32
3.2.4	Insumos .....	33
3.3	Metodología .....	33
3.3.1	Factores en estudio.....	33
3.3.2	Tratamientos.....	33
3.4	Diseño experimental.....	34
3.4.1	Características del experimento .....	34
3.4.2	Características de la unidad experimental.....	34
3.4.3	Análisis Estadístico .....	35
3.4.4	Análisis funcional.....	35
3.4.5	Variables a evaluar.....	35
3.4.5.1	Porcentaje de prendimiento.....	36
3.4.5.2	Altura de planta.....	36
3.4.5.3	Días a la formación del repollo .....	36
3.4.5.4	Días a la cosecha .....	36
3.4.5.5	Rendimiento .....	36
3.4.5.6	Análisis económico .....	36
3.5	Manejo específico del experimento .....	37
3.5.1	Análisis de suelo .....	37
3.5.2	Preparación del terreno .....	37
3.5.3	Delimitación del área del experimento .....	37
3.5.4	Surcado.....	37

3.5.5	Trasplante.....	38
3.5.6	Deshierbas y aporques.....	38
3.5.8	Aplicación de la porquinaza.....	38
3.5.9	Cosecha.....	39
	CAPÍTULO IV.....	40
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1.	Porcentaje de sobrevivencia.....	41
4.2	Altura de planta.....	43
4.2.1	Altura de planta a los 15 días.....	43
4.2.2	Altura de planta a los 30 días.....	44
4.2.3	Altura de planta a los 45 días.....	46
4.3	Días a la formación de repollo.....	49
4.4	Días a la cosecha.....	53
4.5	Rendimiento.....	57
4.6	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	61
	CONCLUSIONES.....	65
	RECOMENDACIONES.....	66
	RESUMEN.....	69
	SUMMARY.....	71
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
	ANEXOS.....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización de variedades.....	6
Tabla 2. Zonas de producción en el Ecuador. ....	8
Tabla 3. Características de la porquinaza.....	20
Tabla 4. Tratamientos.....	34
Tabla 5. Esquema del análisis de varianza.....	35
Tabla 6. Análisis de varianza para la variable porcentaje de prendimiento.....	41
Tabla 7. Prueba Duncan al 5 % para los sistemas de riegos (factor A) .....	41
Tabla 8. Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 15 días después del trasplante.....	43
Tabla 9. Prueba DMS al 5 % para los niveles de porquinaza (factor B).....	43
Tabla 10. Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 30 días después del trasplante.....	44
Tabla 11. Prueba Duncan al 5 % para los sistemas de riego (factor A).....	44
Tabla 12. Prueba DMS al 5 % para los niveles de porquinaza (factor B). ....	45
Tabla 13. Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 45 días después del trasplante.....	46
Tabla 14. Prueba DMS al 5 % para los niveles de porquinaza (factor B). ....	47
Tabla 15. Análisis de varianza para la variable días a la formación de repollo..	49
Tabla 16. Prueba de Duncan al 5 % para los Sistemas de riego (factor A) .....	49
Tabla 17. Prueba DMS al 5 % para los niveles de porquinaza (factor B).....	50
Tabla 18. Análisis de varianza para la variable días a la cosecha.....	54
Tabla 19. Prueba de Duncan al 5 % para los Sistemas de riego (factor A) .....	54
Tabla 20. Prueba de DMS al 5 % para los niveles de porquinaza (factor B).....	55
Tabla 21. Análisis de varianza para la variable rendimiento TM/ha. ....	58
Tabla 22. Prueba de Duncan al 5 % para los sistemas de riego (factor A).....	58
Tabla 23. Prueba de DMS al 5 % para los niveles de porquinaza (factor B).....	59
Tabla 24. Análisis de dominancia. Presupuesto parcial de la “Evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga en la parroquia San Francisco, Ibarra” 2012 (CIMMYT 1988). ....	62
Tabla 25. Análisis de dominancia. Presupuesto parcial de la “Evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga en la parroquia San Francisco, Ibarra” 2012 (CIMMYT 1988) .....	63
Tabla 26. Análisis marginal. Presupuesto parcial de la “Evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga en la parroquia San Francisco, Ibarra” 2012 (CIMMYT 1988).....	63

Tabla 27. Matriz de identificación de impactos .....	87
Tabla 28. Matriz de evaluación de impactos.....	88
Tabla 29. Porcentaje de sobrevivencia.....	97
Tabla 30. Altura de planta a los 15 días .....	98
Tabla 31. Altura de planta a los 30 días .....	98
Tabla 32. Altura de planta a los 45 días .....	98
Tabla 33. Días a la formación del repollo .....	99
Tabla 34. Días a la cosecha .....	99
Tabla 35. Rendimiento .....	99



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Valores promedios de porcentaje de prendimiento para sistemas de riego.....	42
Gráfico 2. Valores promedios de altura de planta para sistemas riego. ....	45
Gráfico 3. Análisis de correlación para Nitrógeno con altura de planta a los días.....	47
Gráfico 4. Análisis de correlación para Fósforo con altura de planta a los días.....	48
Gráfico 5. Análisis de correlación para Potasio con altura de planta a los días.....	48
Gráfico 6. Valores promedios de días a la formación del repollo para sistemas de riego.....	50
Gráfico 7. Valores promedios de días a la formación del repollo para sistemas de riego.....	51
Gráfico 8. Análisis de correlación para Nitrógeno con días a la formación del repollo. ....	51
Gráfico 9. Análisis de correlación para Fósforo con días a la formación del repollo.	52
Gráfico 10. Análisis de correlación para Potasio con días a la formación del repollo.	52
Gráfico 11. Valores promedios de días a la cosecha para sistemas de riego. ....	55
Gráfico 12. Análisis de correlación para Nitrógeno con días a la cosecha. ....	55
Gráfico 13. Análisis de correlación para Fósforo con días a la cosecha.....	56
Gráfico 14. Análisis de correlación para Potasio con días a la cosecha. ....	56
Gráfico 15. Valores promedios de días a la formación del repollo para sistemas de riego. ....	59
Gráfico 16. Análisis de correlación para nitrógeno con rendimiento. ....	59
Gráfico 17. Análisis de correlación para nitrógeno con rendimiento. ....	60
Gráfico 18. Análisis de correlación para Potasio con días a la cosecha. ....	60
Gráfico 19. Curva de beneficios netos para de la“Evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga en la parroquia San Francisco, Ibarra” 2012 (CIMMYT 1988) .....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estudio de impacto ambiental .....	79
Anexo 2. Distribución del ensayo en el campo.....	90
Anexo 3. Mapas de ubicación del área de estudio .....	92
Anexo 4. Análisis de suelo.....	94
Anexo 5. Análisis microbilógico del agua de riego, porquinaza y lechuga.....	95
Anexo 6. Análisis de porquinaza .....	96
Anexo 7. Elementos aplicados en kg/ha de acuerdo a los niveles de porquinaza.	97
Anexo 8. Libro de campo.....	97
Anexo 9. Fotografías .....	100

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Preparación del terreno .....	100
Fotografía 2. Delimitación de parcelas .....	100
Fotografía 3. Trasplante .....	100
Fotografía 4. Supervivencia .....	101
Fotografía 5. Altura de planta .....	101
Fotografía 6. Riego por goteo .....	101
Fotografía 7. Riego por gravedad.....	102
Fotografía 8. Porquinaza .....	102
Fotografía 9. Aplicación de porquinaza .....	102
Fotografía 10. Deshierba y aporque .....	103
Fotografía 11 .Inicio de la formación del repollo .....	103
Fotografía 12. Cultivo a los 48 días después del trasplante .....	103
Fotografía 13 .Días a la cosecha .....	104
Fotografía 14. Revisión del Director de tesis.....	104
Fotografía 15 .Repollos cosechados.....	104



## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

La producción de lechuga en el Ecuador se proyecta con gran éxito, lo cual motiva cada vez a más agricultores que incursionen en su producción de la misma. Sin embargo dicha producción depende casi en su totalidad del uso de agroquímicos, lo cual está causando serios problemas en los suelos en donde se realiza este cultivo. Adicional a esto se necesitan grandes volúmenes de agua para satisfacer sus requerimientos hídricos, la mayoría de los productores utilizan un sistema de riego por gravedad, mismo que por su baja eficiencia genera grandes desperdicios del líquido vital.

En la actualidad ha habido un crecimiento notable de microempresas porcícolas, lo cual por una parte es positivo pues genera muchas fuentes de empleo; pese a esto, esta actividad ha venido tornándose como una amenaza para el ambiente debido a que genera grandes cantidades de desechos, los mismos que son vertidos directamente a los cuerpos de agua existentes en la zona.

Tanto el uso excesivo de productos químicos como el manejo irracional del recurso agua en el cultivo de lechuga; el mal manejo de desechos de las porcícolas se consideran problemas originados por un escaso conocimiento por los agricultores y porcicultores respectivamente, en técnicas de producción limpia y manejo racional de desechos.

El empleo de abonos orgánicos como la porquinaza, y sistemas de riego localizados son una gran alternativa para la producción sustentable de lechuga, ya que permiten aprovechar la gran cantidad de desechos producidos por las porcícolas, y reducir las pérdidas de agua ocasionadas por su mala utilización.

El objetivo general que persiguió la presente investigación fue “Evaluar cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa l.*) var. Crisphead., en la parroquia San Francisco cantón Ibarra”.

Los objetivos específicos fueron:

- Determinar el porcentaje de prendimiento de las plantas de lechuga.
- Identificar el efecto de los factores sobre el incremento de altura de planta y la formación del repollo.
- Medir la incidencia de los niveles de porquinaza y los dos sistemas de riego en los días a la cosecha.
- Cuantificar el rendimiento producido por la interacción de cada uno de los factores en estudio.
- Realizar análisis económico de los tratamientos, con el fin de determinar cuál de estos es el más rentable.

Para fines de la investigación se planteó las siguientes hipótesis:

Ho: Los sistemas de riego y los niveles de porquinaza no presentan respuesta en el comportamiento agronómico y productivo de la lechuga.

Ha: Los sistemas de riego y los niveles de porquinaza presentan diferente respuesta en el comportamiento agronómico y productivo de la lechuga.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 LECHUGA

##### 2.1.1 Origen y distribución geográfica

El Manual Agropecuario (2002), citado por Guamán (2010), menciona que diversos estudios agronómicos realizados, concluyen que la lechuga se originó en la cuenca del Mediterráneo en la costa meridional, hay quienes afirman que es originaria de la India o del Asia Central.

La lechuga aparece en las tumbas egipcias a manera de pinturas por el año de 4500 a.c., fue introducida a China en los años 600 a 900 a.c.; posiblemente al nuevo mundo fue llevado por los mineros exploradores y cultivada en el Caribe. Las lechugas conocidas actualmente se derivaron de *Lactuca Serriola*, ocurriendo hibridaciones entre distintas especies. (Suquilanda, 2003)

##### 2.1.2 Descripción de la especie

La lechuga (*Lactuca sativa l.*) var. Crisphead, es una planta herbácea cuyo ciclo vegetativo es de 3 a 4 meses en general alcanzando una altura de entre los 10 y 20 centímetros, el rendimiento óptimo de lechuga de cabeza es de 24 500 kg/ha (Vilmorin, 2008) citado por (Guamán, 2010).

##### 2.1.3 Taxonomía

Suquilanda, (2003) expone la siguiente clasificación agronómica:

**Reino:** Plantae  
**División:** Magnoliophyta

<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Asterales
<b>Familia:</b>	Asteraceae
<b>Genero.</b>	<i>Lactuca</i>
<b>Especie:</b>	<i>sativa L</i>
<b>Nombre Científico:</b>	<i>Lactuca sativa L</i>
<b>Nombre vulgar:</b>	Lechuga.

#### 2.1.4 Descripción botánica

**2.1.4.1 Raíz:** Es pivotante, llegando a medir hasta 30cm, de la que parte la cabellera de raíces secundarias. (Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería, 2000).

**2.1.4.2 Tallo:** Es muy corto, cuando la lechuga florece este puede llegar hasta 1m (Terán, 2011).

**2.1.4.3 Hojas:** Son grandes y alargadas que se van apretando hasta formar un repollo o cabeza, son de color verde, los bordes no muy ondulados, los nervios algo marcados, las cabezas de gran tamaño y no resistente al frío (Suquilanda, 2003).

**2.1.4.4 Flores:** Son amarillas y liguladas (Terán, 2011).

**2.1.4.5 Inflorescencia:** Son de color amarillo en panícula carimbosa, la ramificaciones florales son gruesas, blancas, unidas forman una masa que es la cabeza o repollo en la que los rudimentos de las flores están representados por pequeñas asperezas en la parte superior y los granos son alargados con una fisura longitudinal blanca, negra o rojiza el tallo floral termina en numerosos capítulos con cinco a siete (Infoagro, 2009).



**2.1.4.6 Semilla:** Son largas (4 a 5 mm) de color crema y castañas se estima que en un gramo de lechuga existen de 1 00 a 1 200 semillas (Infoagro, 2009).

### **2.1.5 Fases fenológicas**

Galván, *et al*, (2008) propone las siguientes fases fenológicas:

**2.1.5.1 Etapa de plántula:** Es la aparición de la radícula, emergencia de los cotiledones y su crecimiento radicular va en profundidad, presentando de 3 a 4 hojas verdaderas.

**2.1.5.2 Etapa de roseta:** Aparición de nuevas hojas, disminuye relación largo ancho de los folíolos presentando acortamiento de los peciolo, con una formación de roseta con 12 a 14 hojas esta etapa tiene de 3 a 4 semanas de duración.

**2.1.5.3 Formación de la cabeza o repollo:** Las hojas son más anchas que largas y curvadas por el eje de la nervadura central en posición erecta como consecuencia las nuevas hojas quedan envueltas por las hojas formadas anteriormente este proceso dura de 2 a 3 semanas.

El acogollado es un carácter genético de algunas variedades de lechuga, que tienen hojas con elevado índice foliar (anchura/longitud). Se inicia entre 35 y 55 días después del trasplante según el ciclo de cultivo, cuando la planta tiene un número de hojas de 20 aproximadamente (Miguel, 1987), citado por (Rincón, 2002).

La lechuga es una planta que posee una baja eficiencia en la utilización del Nitrógeno, por lo que para producir cogollos de calidad y de gran tamaño es necesario asegurar un buen suministro nitrogenado (García, 2010).

Guamán, (2004), citado por Cali, (2011) menciona que el cultivo de lechuga fertilizado con porquinaza repolló a los 35 y 39 días.

**2.1.5.4 Floración:** La cabeza pierde calidad adaptando la forma alargada, elongación del tallo y emisión de las inflorescencias en capítulos de 15 a 25 flores cada uno, altura de 1 a 1,5 m.

## 2.1.6 Variedades de cultivares

**Tabla 1.** Caracterización de variedades.

<b>CULTIVARES</b>		
<b>REPOLLO</b>	Repollada Mantecosa (butterhead)	Cabezas medianas de (300-600g), poco resistente al transporte hojas suculentas y mantecosas, nervaduras poco prominentes.
	Repollada cresa (crisphead)	Cabezas grandes y pesadas (1kg), resistente al transporte
<b>HOJA</b>	Romana	Cabeza poco compacta, hojas alargadas con nervaduras prominentes.
	Cresa	Sus hojas son sueltas, lisas y no forman cabeza

Fuente: Galván, *et al*, (2008).

## 2.1.7 Requerimientos generales de la variedad Crisphead.

Torres, *et al*, (2002), citado por Lumbi (2011), indica que los cambios de temperatura, humedad y composición del aire tienen influencia directa sobre los seres vivos, y, los cambios en estas condiciones tienen un efecto determinante en la materia viva, las plantas logran un crecimiento adecuado a una temperatura óptima y desarrollan todo su potencial.

De acuerdo a Suquilanda (2003), las condiciones edafo-climáticas para el cultivo de lechuga son:

**2.1.7.1 Suelos:** La lechuga necesita suelos franco arenoso, franco arcilloso limoso, con una profundidad de suelo de 1m, con alto contenido de materia orgánica y nitrógeno además de un buen drenaje y una pendiente inferior a 10 %.

**2.1.7.2 pH:** 5,2 - 5,8.

**2.1.7.3 Temperatura:** Rango óptimo de 15 - 18 °C, mínima 13 °C y máxima 27 °C.

**2.1.7.4 Precipitación:** 1 200 a 1 500 mm.

**2.1.7.5 Altitud:** La lechuga prospera bien en zonas cuya altitud se encuentre entre los 1 800 a 2 800 m.

**2.1.7.6 Iluminación:** 12 horas sol por día.

**2.1.7.7 Viento:** La lechuga debe evitarse sembrar en sectores muy expuestos a la acción del viento, pues nubes de polvo se puede levantar en determinadas épocas del año y van a introducirse en las hojas averiando la calidad de las lechugas, por este motivo se debe escoger valles donde no haya fuertes corrientes del aire o en su defecto la protección de barreras vegetales o artificiales, (Rivera, 1987).

**2.1.8 Zonas de producción:** Las principales zonas de producción de lechuga en el Ecuador se resume en el siguiente cuadro.

**Tabla 2.** Zonas de producción en el Ecuador.

<b>Zonas</b>	<b>Producción/TM</b>	<b>ha/cosechadas</b>
<b>Carchi</b>	42	318
<b>Imbabura</b>	22	148
<b>Pichincha</b>	70	577
<b>Cotopaxi</b>	4	29
<b>Tungurahua</b>	518	3632
<b>Chimborazo</b>	315	2125
<b>Cañar</b>	23	99
<b>Azuay</b>	60	402
<b>Loja</b>	53	202

Fuente: Suquilanda, (2003).

### **2.1.9 Labores culturales.**

**2.1.9.1 Preparación del terreno:** Es necesario una pasada de arado y dos de rastra para luego surcarlo (Suquilanda, 2003).

**2.1.9.2 Siembra:** Se procede a la siembra en semillero en donde permanecerá por tres a cuatro semanas, hasta que las plántulas obtengan cuatro hojas verdaderas, de ahí se trasplanta al sitio definitivo (Manual Agropecuario, 2002).

**2.1.9.3 Trasplante y prendimiento:** Para el trasplante se utiliza plantas que tengan de 3 a 5 hojas, un color verde intenso y no presenten problemas fitosanitarios. En cuanto a las distancias de siembra recomienda sembrar a 0,4 m entre plantas y 0,4 m entre hilera (Guamán, 2004).

Suquilanda,(2003) señala que, entre las precauciones que debe tenerse en consideración al momento del trasplante son: Escoger plantas fuertes con 4 a 6 hojas, no podar raíces ni hojas, escoger el mejor momento para el trasplante y no enterrar demasiado las plantas de tal manera que el cuello quede sobre suelo y mojar la tierra antes de la siembra.

Una vez transcurrido los 30 a 40 días después de la siembra se procede al trasplante al sitio definitivo reportando un porcentaje de sobrevivencia de 80 a 95 % a los 8 días del trasplante, con condiciones óptimas de humedad y a los 10 días en el sitio definitivo la lechuga presento 9,0 cm desde la base del tallo hasta las puntas de las hojas (García, 2010).

Cevallos, *et al*, (1989) exponen que, las plántulas de lechuga cultivadas con el sistema de riego por goteo presentaron 94,3 % de prendimiento.

Guamán (2004) y Camas (2007), señalan que el porcentaje de prendimiento en el cultivo de lechuga bajo condiciones de riego por goteo a los 7 días después del trasplante fue de 95,3 %, cuyo valor es bastante similar al obtenido en la presente investigación.

Cali, (2011) expone una media de 85 % de plantas prendidas a los 15 días después del trasplante, en un cultivar de lechuga con riego por goteo.

Los resultados obtenidos superan a lo manifestado por la investigadora Cali (2011), quien expone que un cultivar de lechugas regadas con el sistema de goteo presento una media de 85 % de plantas prendidas a los 15 días después del trasplante.

En investigaciones realizadas por Prosolátri (2002), citado por Cali (2011), se aprecia que el mayor porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante en el cantón Chambo con un manejo orgánico fue de 98,21 % en variedades de repollo.

**2.1.9.4 Control de malezas y aporque:** Se realiza superficialmente con la finalidad de evitar roturas de las raíces, en cultivares precoces es suficiente una desyerba y esto acompañado de un aporque; lo contrario en los cultivares tardíos en la cual se practican de dos a tres desyerbas manuales, a los 15 y 30 días después

del trasplante, además que ayudan en la formación de raíces nuevas y en la aireación del suelo, (Sánchez, 1991).

**2.1.9.5 Riego:** Es necesario mantener la tierra con un buen nivel de humedad, mientras que, en el ambiente no conviene tener una humedad exagerada, lo que la hace candidata ideal para el riego por goteo. El riego tipo lluvia, (manguera, o aspersores), es el menos indicado, debe aplicarse fuera de las horas de sol para que las hojas no se quemen con los rayos de sol, solo es recomendable este tipo de riego en los primeros días post-trasplante, para conseguir que las plantas agarren bien. (En pequeñas superficies se puede dar con una regadera).

En caso de riego por inundación, convendrá cultivarlas sobre surcos o caballones, de modo que el agua inunde las raíces mientras se mantiene la planta en seco.

Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello, los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres del cuello y de la vegetación que toma contacto con el suelo (Maocho, 2009).

La lechuga es una gran consumidora de agua. Un déficit hídrico puede ocasionar la formación prematura de un acogollado defectuoso y de quemaduras marginales. Por otra parte, el exceso de humedad atmosférica favorece la aparición de botrytis. El riego es el factor que más influye en el cultivo de la lechuga, de tal modo que si se riega eficientemente, podemos considerar resueltas más del 70 % de las circunstancias de las que depende una buena cosecha de lechuga. Por otro lado, determinar la cantidad de agua, el momento de efectuar el riego y la instalación adecuada para distribuir el agua, son escollos importantes para la mayoría de los horticultores (García, 2010).

El sistema de riego más adecuado para el cultivo de la lechuga es el riego por goteo. Existen otras maneras de regar la lechuga como el riego por gravedad, pero cada vez está más en recesión, aunque el riego por surcos permite incrementar el nitrógeno en un 20 %, los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres del cuello y de la vegetación que toma contacto con el suelo. (Infoagro, 2009).

Rincón (2002), reporta que el riego por goteo supero al riego por gravedad empleados en el cultivo de lechuga con una producción de 25 TM/ha.

#### **2.1.9.6 Fertilización.**

Rincón (2002), menciona la importancia y función de los macro y microelementos en el cultivo de la lechuga.

Nitrógeno: es utilizado por la planta para sintetizar aminoácidos y proteínas; es también requerido por las plantas para otros componentes vitales como clorofila, ácidos nucleicos y enzimas.

Fósforo: es utilizado para la formación de paredes celulares, para la formación de ácidos nucleicos (DNA y RNA) y otros componentes vitales. Estimula la germinación de las semillas y la formación de raíces.

Potasio: es esencial para la traslocación de azúcares y formación de almidón, incrementa la concentración salina en los jugos celulares dando mayor resistencia al frío. Promueve el desarrollo radicular e incrementa la resistencia a enfermedades, siendo determinante en el tamaño y calidad de los cogollos.

Calcio: actúa como elemento estructural en la formación de nuevas células en el funcionamiento de las membranas celulares, interviniendo como catalizador en la

síntesis de enzimas. Neutraliza la acidez en los jugos celulares y activa la eliminación de agua al aumentar la transpiración.

Magnesio: es un elemento muy móvil en la planta, así como en el interior de las células, es indispensable para la formación de pigmentos (carotenos y xantofilas) y constituyente de la fórmula de la clorofila en donde se acumula el 15-20 % del Mg total de la planta. Interviene como activador de enzimas, almacenándose en órganos de reserva. Emigra fácilmente de órganos viejos a órganos jóvenes en crecimiento.

Azufre: es un constituyente de los aminoácidos cistina, cisteína y metionina, que son componentes esenciales de las proteínas. El azufre es un constituyente de la clorofila siendo utilizado en su síntesis.

Microelementos:

Boro (B): relacionado con el crecimiento meristemático, influyendo directamente en diferenciación celular, maduración, división y elongación. Interviene en síntesis de aminoácidos, proteínas y regulación del metabolismo de carbohidratos.

Hierro (Fe): interviene en los procesos respiratorios de la planta y en la síntesis de la clorofila como catalizador, en la fotosíntesis y en la reducción de nitratos.

Manganeso (Mn): interviene en la segunda fase de la fotosíntesis a nivel de escisión de la molécula de agua, en la reducción de nitratos y en el crecimiento del tubo polínico y germinación del polen.

Zinc (Zn): interviene en la síntesis de ácidos nucleicos y de proteínas siendo constituyente de enzimas.

Cobre (Cu): interviene en reacciones de óxido reducción al cambio de  $\text{Cu}^+$  a  $\text{Cu}^{2+}$ , formando parte de numerosos enzimas.



**2.1.9.7 Cosecha:** Son seleccionadas por tamaño y grado de compactación de la cabeza, mismas que maduras tienen al menos 15 cm o 6 pulgadas de diámetro, partes florales protuberantes o sueltas que crean una apariencia granulosa, son señal de sobre madurez (López, 1988).

Guamán (2004) y Camas (2007), señalan que, en las ciudades de Riobamba y Pujilí la cosecha de lechuga se realiza a partir de los 99 y 102 días.

El ciclo de crecimiento oscila entre 80 a 100 días según el ambiente climático y la precocidad del cultivar (García, 2010).

**2.1.9.8 Productividad y rendimiento:** El rendimiento de las variedades productivas pueden llegar a 30 TM/ha, el peso promedio es de 0,5 a 1 kg/repollo en muchas de las veces superan estos valores, mientras que las variedades con menor producción solo alcanzan rendimientos de 15 a 20 TM/ha, con pesos individuales que van de 0,1 a 0,5 kg. Las lechugas de cabeza son seleccionadas por su tamaño y por el grado de compactación de las hojas (Macas, 1993), citado por (Cabezas, 2010).

La producción depende del tamaño de las plantas en el momento de la recolección y del número de plantas por m<sup>2</sup>. Se considera un buen rendimiento cuando se recogen entre 3 y 4 kg por m<sup>2</sup> (García, 2010).

En cambio Villacis (2004) citado por Cali (2011), dice que el rendimiento por parcela con un manejo orgánico fue de 2.4 kg/parcela neta es decir 2400 Kg/ha (2.4 TM/ha), al fraccionamiento del volumen de aplicación ya que la lechuga absorbe la mayor cantidad de nutrientes en el último mes antes de la cosecha contenidos en la porquinaza, el mismo que no se lixivía, ni percola y aumenta notablemente el porte de las plantas en comparación con otros ejemplares de la misma edad, mejorando de esta manera el rendimiento.

Según el MAGAP, citado por Solagro (2006), señala que en Ecuador hay 1 145 ha de lechuga con un rendimiento promedio de 7 928 kg por ha.

**2.1.9.9 Índice de calidad:** Infoagro (2009), menciona las características que determinan la calidad de los repollos en donde la cabeza es firme y compacta de color verde intenso rodeada por una corona de hojas verdes turgentes y bien cortadas, el tamaño, la ausencia de amarillamiento debido a la exposición al sol, la ausencia de defectos debido al manejo y pudriciones.

## **2.2 ABONOS ORGÁNICOS**

Son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas. (Vivas, 2009).

Sánchez (1991), nos indica que los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra sino que mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es

prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico.

Los abonos orgánicos calientan el suelo y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas; en las tierras en donde no existen su presencia, el suelo se vuelve frío y de pésimas características para el crecimiento. Su uso es recomendable para toda clase de suelos, especialmente, para aquellos de bajo contenido en materias orgánicas, desgastados por efectos de la erosión y su utilización contribuye a regenerar suelos aptos para la agricultura.

Vivas, (2009) indica que el estiércol fresco contiene un alto porcentaje de nitrógeno, lo cual promueve la actividad fisiológica de las plantas, estimulando un mayor crecimiento y desarrollo.

### **2.2.1. Tipos de abonos orgánicos**

Mosquera (2010), define que hay diversidad de abonos orgánicos, algunos apropiados incluso para hidroponía. También de efecto lento (como el estiércol) o rápido (como la orina o las cenizas) o combinar los dos efectos:

**2.2.1.1 Excrementos de animales:** Palomina, gallinaza, porquinaza, bovinaza, chivaza.

**2.2.1.2 Compost:** De la descomposición de materia vegetal o basura orgánica.

**2.2.1.3 Humus de lombriz:** Materia orgánica descompuesta por lombrices.

**2.2.1.4 Cenizas:** Si proceden de madera, huesos de frutas u otro origen completamente orgánico, contienen mucho potasio y carecen de metales pesados y

otros contaminantes. Sin embargo, tienen un pH muy alto y es mejor aplicarlos en pequeñas dosis o tratarlos previamente.

**2.2.1.5 Resaca:** El sedimento de ríos. Sólo se puede usar si el río no está contaminado.

**2.2.1.6 Lodos de depuradora:** Muy ricos en materia orgánica, pero es difícil controlar si contienen alguna sustancia perjudicial, como los metales pesados y en algunos sitios está prohibido usarlos para alimentos humanos. Se pueden usar en bosques.

**2.2.1.7 Abono verde:** Cultivo vegetal, generalmente de leguminosas que se cortan y dejan descomponer en el propio campo a fertilizar.

**2.2.1.8 Biol:** Líquido resultante de la producción de biogás.

## **2.2.2 Uso e influencia de los abonos orgánicos**

El uso de abonos orgánicos, en cualquier tipo de cultivo, es cada vez más frecuente en nuestro medio por dos razones: el abono que se produce es de mayor calidad y menos costoso, con relación a los fertilizantes químicos que se consiguen en el mercado Mosquera (2010), quien muestra las siguientes ventajas y desventajas de los abonos orgánicos:

### **2.2.3 Ventajas de los abonos orgánicos:**

- Permiten aprovechar residuos orgánicos.
- Recuperan la materia orgánica del suelo y permiten la fijación de carbono en el suelo, así como la mejoran la capacidad de absorber agua.
- Suelen necesitar menos energía para su elaboración.

#### **2.2.4 Desventajas de los abonos orgánicos:**

- Pueden ser fuentes de patógenos si no están adecuadamente tratados.

#### **2.2.5 Propiedades de los abonos orgánicos**

De acuerdo a Mosquera (2010), el contenido de nutrientes en los abonos orgánicos está en función de las concentraciones de éstos en los residuos utilizados. Estos productos básicamente actúan en el suelo sobre tres propiedades: físicas, químicas y biológicas.

##### **2.2.5.1 Propiedades físicas**

- El abono orgánico por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- También mejora la estructura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los suelos arenosos.
- Además, permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste.
- Aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve y contribuye a mejorar el uso de agua para riego por la mayor absorción del terreno; además, disminuye la erosión ya sea por efectos del agua o del viento (Mosquera, 2010).

##### **2.2.5.2 Propiedades químicas**

Los abonos orgánicos aportan nutrientes al suelo, reducen las oscilaciones de pH, mejoran la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad (Mosquera, 2010).

### **2.2.5.3 Propiedades biológicas**

- También producen sustancias inhibitoras y activadoras de
- crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de micro y macro organismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo (Mosquera, 2010).

## **2.3 PORQUINAZA**

El estiércol de cerdo ha sido un elemento fundamental en el desarrollo de la economía por su valor fertilizante. Muchos siglos hace que el proceso se da y, por lo tanto, puede considerarse como algo íntimamente vinculado al desarrollo natural de los suelos agrícolas. (Estrada, 2007).

Como cualquier otra materia orgánica, aporta elementos como nitrógeno (básico en la producción agrícola), fósforo, potasio y otros elementos menores; igualmente, su pH es casi neutro, ideal para mejorar la calidad de los suelos ácidos. (León, 1995).

El mismo autor considera, que la práctica de utilización de la porquinaza para el abonamiento de potreros se ha difundido en forma acelerada gracias a los múltiples efectos benéficos: aporte de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, B y Cu, principalmente), rápida biodegradabilidad, mejoramiento de las condiciones físicas que permiten una mayor conservación de humedad, e incremento de la población microbiana del suelo. Estas bondades permiten una alta producción de pastos con mínimo costo de fertilización.

Muñoz (1983), citado por Estrada (2007) dice: “muchos son los efectos benéficos producidos por porquinaza en el desarrollo de las plantas; los cuales se pueden atribuir, entre otros, a que son materiales de rápida degradabilidad y portadores de nutrientes como N, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Mn, Zn, y Cu; a la presencia de microorganismos que enriquecen y activan la población del suelo y al contenido de sustancias reguladoras del crecimiento; hay efectos benéficos sobre la estructura del suelo y la retención de humedad”.

### **2.3.1 Características de la porquinaza.**

Rica en nutrientes, la porquinaza está formada por las heces fecales y la orina de los cerdos, a la que se adiciona el material utilizado como cama en el alojamiento de los cerdos, el agua proveniente del lavado de las instalaciones y la que se pierde de los bebederos, su aplicación puede hacerse en fresco, es decir, tan pronto se recoge, enviarla a un tanque estercolero y de allí al sistema de riego por aspersión; como único inconveniente, esta práctica puede ocasionar malos olores que incomodan a los vecinos (Ninabanda, 2012).

La toxicidad del estiércol de cerdo es tres veces menor que el estiércol de aves. Las bacterias como riesgo bacterial en el estiércol de cerdo: *Salmonella*, *Mycobacterium*, *Brucella*, *Escherichia coli*, *Leptospira*, *Yersiniay Campilobacter*. Estas bacterias no siempre están presentes en el estiércol de cerdos, siendo más prevalentes en los cerdos infectados. En estudios realizados bajo condiciones in vitro se ha demostrado que los ácidos grasos afectan el crecimiento de la *salmonella*, estos resultados cobran importancia porque se considera que la salmonelosis es el principal problema de la industria alimentaria (Estrada, 2007).

Ninabanda (2012), manifiesta que las excretas de cerdo contienen de 10 a 100 veces más materia orgánica que los drenajes municipales; además, pueden sufrir una rápida y muy completa descomposición, principalmente anaerobia, siendo así muy ricas en nutrimentos que pueden ser aportados al suelo en forma de abono.

Además de materia orgánica, las deyecciones poseen N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn, B, Cu, Co, Mo, muchos de los cuales no están presentes en los abonos comerciales.

**Tabla 3.** Características de la porquinaza.

<b>CARACTERÍSTICAS DE LA EXCRETA PORCINA</b>	
<b>Orina aprox.</b>	45 %
<b>Heces aprox.</b>	55 %
<b>Humedad excreta aprox.</b>	88 %
<b>Materia seca aprox.</b>	12 %
<b>Sólidos originados de heces</b>	90 %
<b>Sólidos originado de orina</b>	10 %
<b>pH</b>	6-8

Fuente: Trujillo, 2005.

### **2.3.2 Bondades de la porquinaza**

Trujillo (2005), menciona las siguientes bondades:

- Ahorra costos en fertilizantes de síntesis química
- Puede aumentar la profundidad del suelo
- Puede aumentar su contenido de materia orgánica
- Contribuye a reducir la erosión
- Mejora condiciones físicas-estructurales del suelo
- Mejora la retención de agua
- Mejora la aireación
- Mejora la composición química (N, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Mn y Zn)
- Mayor disponibilidad de Nitrógeno que es liberado gradualmente
- Hace más asimilables algunos minerales
- Mejora la C.I.C
- Estimula la flora del suelo

Como fertilizante, la porquinaza tiene las mismas consecuencias benéficas de una fertilización química, es decir, incrementar la producción agrícola. (Estrada, 2007). La aplicación de la porquinaza al suelo desencadena una gran cantidad de actividad



microbial y química que dependerá de algunas características del suelo, humedad y temperatura. Los residuos orgánicos son reducidos a compuestos inorgánicos y luego convertidos a compuestos orgánicos más estables. Este proceso de liberación de compuestos inorgánicos, nitrógeno, fósforo, potasio elementos trazas y metales pesados es llamado mineralización, y es el mecanismo por el cual los nutrientes de la excreta llegan ser disponibles para la planta (Rankin, 1992), citado por Ninabanda, (2012).

Con el aporte de la porquinaza fresca se desarrolla un gran incremento de productos microbiales que forman agregados, que al combinar las partículas minerales del suelo aumenta la actividad microbiana y con ello una estructura del suelo favorable para el movimiento del aire, y del agua teniendo como respuesta final una buena actividad radicular, mejorar el aprovechamiento de nutrientes disponibles y por ende rendimientos óptimos. (Estrada, 2007).

### **2.3.3 Forma de aplicación**

Trujillo (2005), explica que la aplicación puede hacerse en fresco, es decir, tan pronto se recoge, enviarla a un tanque estercolero y de allí al sistema de riego por aspersión; como único inconveniente, esta práctica puede ocasionar malos olores que incomodan a los vecinos.

De otra parte, cuando las porcícolas no tienen cómo comercializarlo, pueden beneficiarse de este subproducto construyendo biodigestores; allí se guardan las heces donde, mediante un proceso de descomposición anaeróbico (sin aire), se matan todos los organismos que causan enfermedades (patógenos) y como beneficio adicional puede obtenerse biogás (combustible).

Así, el material líquido que queda en el biodigestor (efluente) es la misma excreta, que puede ser usada como abono, pues los nutrientes básicos, como el nitrógeno y el fósforo, no se afectan en su composición y calidad.

Como paso previo al inicio de cualquier programa de fertilización con esta materia orgánica, es necesario tener en cuenta:

- Análisis de suelos, cuyos resultados determinan la calidad de las tierras y las deficiencias de nutrientes; dicho resultado debe compararse con las necesidades nutricionales de los cultivos.
- Conocer el contenido de nutrientes de la porquinaza que vaya a utilizar.
- Llevar registro de los lotes estercolados (fertilizados) con las cantidades aplicadas.
- Aplicar las dosis necesarias, de acuerdo con las demandas de nutrientes del cultivo, pues cualquier cantidad adicional de nitrógeno no será asimilada por las plantas y se convertirá en contaminante de las aguas subterráneas.

#### **2.3.4 Riesgos de aplicación de la porquinaza**

Según Trujillo, (2005) el uso indiscriminado de cualquier fertilizante supone riesgo de contaminación, un exceso de nutrientes en el suelo puede:

- Intoxicar las plantas
- Intoxicar los animales que consumen las plantas
- Pasar al subsuelo y contaminar aguas subterráneas
- Pasar por escorrentía a las aguas superficiales.

#### **2.4 RIEGO**

Aspercol (2009), define al riego como la aplicación artificial de agua al suelo con el fin de suministrar a las especies vegetales la humedad necesaria para su

desarrollo, diversificando y aumentando la productividad en términos de calidad y cantidad.

### **2.4.1 Riego por gravedad**

Es el más antiguo y el más extensivo a nivel mundial de los métodos de riego, en donde el agua fluye por su propio peso y se distribuye en la superficie cultivada. Al distribuirse el agua en el suelo agrícola, vemos la necesidad de que este se encuentre bien preparado y nivelado, para que el movimiento del agua no tenga obstáculos y pueda ser regular. (Aspercol, 2009).

Según Aspercol (2009), todo riego por gravedad cumple con los siguientes enunciados:

- El agua debe ingresar por el punto más alto, con el fin de regar la mayor superficie
- Del caudal que ingresa al suelo, una parte se infiltra y el resto fluye en dirección de la pendiente dominante
- El caudal que fluye disminuye constantemente
- La disminución del caudal depende de la velocidad de infiltración

Existen dos tipos de riego por gravedad:

#### **2.4.1.1 A manta**

Aspercol (2009), lo denomina así, porque da la impresión de que el terreno es cobijado por el agua (el agua moja toda la superficie del suelo); en él se admiten dos modalidades:

- a) **Riego por escurrimiento o por tablares:** En donde las unidades de riego llamadas canteros, tablares melgas o fajas tienen una ligera pendiente longitudinal que facilita el avance del agua y la parte inferior de los canteros

puede estar abierta o cerrada mediante un caballón, al estar abierta el agua sobrante va a un desagüe o puede ser almacenada para volver a utilizarse.

**b) Riego por inundación, compartimentos o estanques:** Donde los compartimentos, generalmente de forma rectangular o cuadrada, están bordeados de un dique o caballón que impide la salida del agua. La nivelación se hace con pendiente cero; un caso especial de este riego es el riego del arroz, en donde los caballones siguen las curvas de nivel y el agua se mantiene sobre la superficie durante buen tiempo del ciclo vegetativo.

#### **2.4.1.2 Por surcos**

Según Aspercol (2009), este sistema es considerado como fajas de mínima anchura, en este caso también es necesario determinar el método más conveniente de riego en base a las ventajas y limitaciones que tiene cada uno de ellos, las mismas que están en función del análisis que se haga de los siguientes factores:

- Pendiente
- Tipo de cultivo
- Disponibilidad de agua
- Nivel de tecnología
- Experiencia en el riego
- Mano de obra

#### **2.4.2. Riego por goteo**

Cadena (2012), señala que, el agua es un recurso cada vez más escaso y es por eso que en todas partes del mundo se hacen grandes esfuerzos para perfeccionar las técnicas del riego que permitan economizar al máximo este recurso. Con este

antecedente nace el riego por goteo y puede afirmarse que comenzó en Inglaterra después de la segunda guerra mundial (1939 a 1945) en invernaderos, semilleros y jardinería.

Con este sistema se pueden desarrollar dos labores al tiempo: Aplicar el agua necesaria a la planta y al mismo tiempo, los nutrientes y fertilizantes que se requieren en cada etapa del cultivo, con la ventaja que al ser aplicada directamente al área radicular se obtienen importantes ahorros en el fertilizante. Este sistema requiere de buenos sistemas de filtrado. (Aspercol, 2009).

El mismo autor menciona, que con el sistema de goteo los resultados demuestran claramente que:

- 1.- Se justifica económicamente por el aumento de rendimiento por hectárea a tal punto que compensa las altas inversiones.
- 2.- Programación de riegos, usando el goteo como sistema diurno y la aspersión como sistema nocturno
- 3.- Recuperación de suelos, al obtener rendimientos económicos en suelos marginales.

#### **2.4.2.1 Ventajas**

Cadena (2012), expone las ventajas del riego por goteo:

- Existe ahorro del agua de riego, porque aplica únicamente en la parte del suelo que se encuentra ocupada por las raíces de los cultivos, su evaporación es menor. La distribución del agua es exacta.
- Se consigue un aumento en el rendimiento del cultivo.
- Disponibilidad de agua, al regar con intervalos cortos, la planta puede absorber el agua en forma fácil y rápida.
- Aplicado correctamente, tiene una elevada eficiencia de aplicación
- No importa las condiciones de viento.

- La cantidad de goteros empleados, nos garantizan una distribución uniforme
- Dificulta la aparición de malas hierbas.
- Las labores agrícolas no se ven interrumpidas.
- Al ser un sistema fijo, se garantiza el cumplimiento de la programación del riego y se ahorra mano de obra.
- Se puede regar en suelos marginales.
- Funcionan con bajas presiones en las líneas laterales.
- Permite la utilización de aguas de mala calidad (salinas y recicladas).
- La nutrición de la planta se hace en el riego.
- Al no mojarse la parte aérea de la planta, los riesgos de contaminación son menores.
- Al no causar escurrimiento, facilita el mantenimiento de los caminos.
- Es la solución para suelos de baja infiltración, ondulados o salinos.
- Es apropiado para cultivos protegidos bajo túneles de plástico o en invernadero.

#### **2.4.2.2 Desventajas**

Cadena (2012), expone las desventajas del riego por goteo:

- Requiere de una elevada inversión inicial.
- No les protege a los cultivos sensibles a las heladas.
- Necesita un continuo control y mantenimiento del cabezal, de la red y de los emisores con el fin de prevenir las obstrucciones.
- Puede existir problemas logísticos en la adquisición y número de accesorios a ser utilizados.
- Pueden presentarse problemas de daños causados por animales.
- No se tiene control visual.
- Se necesita un personal con buen conocimiento del sistema.
- Cuando se maneja mal el riego existe riesgo de salinización del bulbo húmedo
- En cultivos leñosos se puede ocasionar problemas de enraizamiento si no se maneja correctamente el bulbo húmedo

- La protección contra la erosión eólica en suelos arenosos es casi nula
- Se pueden presentar problemas de anclaje en plantas altas, con fruto.

### **2.4.2.3. Componentes de la instalación**

Cadena (2012), menciona que los componentes fundamentales de una instalación de riego por goteo son:

- Cabezal de riego
- Red de distribución
- Mecanismos emisores de agua
- Dispositivos de control

#### **2.4.2.3.1 El cabezal**

Es un conjunto de accesorios que permiten suministrar agua al sistema con un nivel adecuado de limpieza, caudal y presión, además de que permite incorporar fertilizantes.

Está compuesto por:

- Equipo de bombeo.
- Sistema de filtración.
- Tanque o equipo de inyección de fertilizantes.
- Regulador de presión.
- Válvulas de distribución y de corte.
- Opcional: dispositivos de regulación, programación y automatización.

#### **2.4.2.3.2 Red de distribución**

Son las tuberías encargadas de conducir el agua desde el cabezal hasta las plantas. Del cabezal parte una red de tuberías que se les conocen como principal,

secundarias, etc. según su orden y están instaladas en forma perpendicular a las hileras de los cultivos, suministrando agua a los laterales o tubería final de conducción.

#### **2.4.2.3.3 Mecanismos emisores de agua**

Cadena (2012), manifiesta que los goteros junto a los filtros son las partes más importantes de todo este sistema de riego. Su adecuada selección garantiza el buen funcionamiento del método, para lo cual se debe considerar:

- Que el gotero seleccionado aporte pequeños caudales, pero uniformes y constantes.
- Que las inevitables variaciones de presión les afecte lo menos posible,
- Que su costo sea permisible y su fabricación garantizada.
- Que tenga el diámetro adecuado, capaz que se pueda evitar al máximo las obturaciones.
- Que sean poco sensibles a los cambios de temperatura.

Los emisores pueden ser goteros o cintas:

- **El gotero.-** es un aparato fijo en la lateral de riego, cuya misión es dejar salir el agua de una manera controlada, gota a gota o mediante un pequeño chorro.
- **Las cintas de goteo.-** son las más difundidas en la producción de hortalizas y flores en el país; son fabricadas de polietileno y su durabilidad está en relación directa con el grosor del material empleado (que fluctúa entre 0.1 mm y 0.6 mm) con las prácticas de mantenimiento que se tenga y con la calidad de agua que se emplee (Cadena, 2012).

#### **2.4.2.3.4 Dispositivos de control**



Se refiere a los accesorios que permiten el control de la correcta administración del sistema de riego, son aparatos que crean una pérdida de carga adicional al absorber el exceso de energía de la red, para entregar un valor constante de presión o de caudal, según su función, (Cadena, 2012).



## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en:

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	San Francisco
Sector:	San Francisco del Tejar
Altitud:	2 404 m.s.n.m.
Latitud:	03° 47' 92" N
Longitud:	82° 18' 52" O
Temperatura máxima:	26,2 C*
Temperatura mínima:	17,7° C*
Precipitación anual media:	628,5 mm*
Humedad relativa:	72 %

---

\* Datos obtenidos de Boletines del INAMHI, (2013).

##### 3.1.1 Características edáficas

El suelo del sector en donde se realizó la investigación presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Orden:	MOLLISOL
Sub orden:	USTOLL
Gran grupo:	HAPLUSTOL

Los molisoles son suelos de color oscuro que se han desarrollado a partir de sedimentos minerales en climas templado húmedo a semiárido, tienen una

estructura granular que facilita el movimiento del agua y el aire. En estos suelos se obtienen rendimientos muy altos sin utilizar gran cantidad de fertilizantes.

Su textura es franca con una profundidad mayor a 100 cm, con un porcentaje de pedregosidad menor al 10%, teniendo un buen drenaje, su nivel freático es profundo mayor a 100 cm, sin toxicidad, sin ningún grado de erosión y su nivel de fertilidad es alto (Sigagro, 2008 citado por Colimba y Morales, 2011).

La fase de campo se realizó desde marzo del 2012 a agosto del 2012, en el sector de San Francisco de Ibarra (Anexo 2).

## **3.2 Materiales y equipos**

### **3.2.1 De campo**

- Rótulos de identificación
- Flexómetro
- Azadón
- Pala recta
- Rastrillo
- Carretilla
- Tanque de 200 litros

### **3.2.2 De oficina**

- Computadora
- Impresora
- Cámara fotográfica digital

### **3.2.3 Maquinaria y equipo de campo**

- Tractor
- Bomba

- Balanza común

### **3.2.4 Insumos**

- Plántulas de lechuga variedad Crisphead
- Porquinaza

## **3.3 Metodología**

### **3.3.1 Factores en estudio**

#### **Factor A: Riegos (R)**

R1 = Riego por goteo

R2 = Riego por gravedad (surcos)

#### **Factor B: niveles de porquinaza (N)**

N 1 = 0 kg/m<sup>2</sup>

N 2 = 1 kg/m<sup>2</sup>

N 3 = 2 kg/m<sup>2</sup>

N 4 = 3 kg/m<sup>2</sup>

### **3.3.2 Tratamientos**

De la interacción de los dos factores se originaron los siguientes tratamientos.

**Tabla 4.** Tratamientos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Código</b>	<b>Niveles de porquinaza</b>	<b>Riegos</b>
T1	R1N1	N 1 = 0 kg/m <sup>2</sup>	Riego por goteo (R1)
T2	R1N2	N 2 = 1 kg/m <sup>2</sup>	
T3	R1N3	N 3 = 2 kg/m <sup>2</sup>	
T4	R1N4	N 4 = 3 kg/m <sup>2</sup>	
T5	R2N1	N 1 = 0 kg/m <sup>2</sup>	Riego por gravedad (R2)
T6	R2N2	N 2 = 1 kg/m <sup>2</sup>	
T7	R2N3	N 3 = 2 kg/m <sup>2</sup>	
T8	R2N4	N 4 = 3 kg/m <sup>2</sup>	

Fuente: Los autores.

### 3.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de parcelas divididas, bajo una distribución de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Donde, la parcela grande estuvo constituida por los sistemas de riego, y la sub parcela por los niveles de porquinaza.

#### 3.4.1 Características del experimento

Área total:	561m <sup>2</sup>
Número de unidades experimentales:	24
Repeticiones:	3
Tratamientos:	8

#### 3.4.2 Características de la unidad experimental

Largo:	4 m
Ancho (largo de surco):	3 m
Superficie:	12 m <sup>2</sup>
Número de surcos:	5
Distancia entre surcos	0,60 m

### 3.4.3 Análisis Estadístico

El Análisis estadístico que se utilizó fue el siguiente:

**Tabla 5.** Esquema del análisis de varianza.

<b>FV</b>	<b>GL</b>
<b>Bloques</b>	2
<b>Sistemas de riego</b>	1
<b>Error A</b>	2
<b>Niveles de porquinaza</b>	3
<b>Interacción (R x N)</b>	3
<b>Error B</b>	12
<b>Total</b>	<b>23</b>
<b>CV ( A ) %</b>	
<b>CV ( B ) %</b>	
$\bar{X}$	

Fuente: Barragán, 2011.

### 3.4.4 Análisis funcional

En los casos que existieron diferencias significativas, se utilizaron las pruebas de, Duncan al 5 % para sistemas de riego (Factor A), y de DMS al 5 % para niveles de porquinaza (Factor B).

### 3.4.5 Variables a evaluar

#### **3.4.5.1 Porcentaje de prendimiento**

Se registró el número de plantas vivas a los 8 días después del trasplante (domingo 10 de junio del 2012), con el fin de determinar el porcentaje de prendimiento de cada tratamiento.

#### **3.4.5.2 Altura de planta**

Con la ayuda de un regla se midieron y se registraron las alturas en cm., de diez plantas al azar a los 15 días (domingo 17 de junio del 2012), 30 días (lunes 02 de julio del 2012) y a los 45 días (lunes 16 de julio del 2012) después del transplante.

#### **3.4.5.3 Días a la formación del repollo**

Se contabilizaron los días desde el trasplante hasta cuando el 50% de las plantas presentaron el inicio de la formación del repollo.

#### **3.4.5.4 Días a la cosecha**

Los días a la cosecha fueron registrados, tomando en cuenta el tiempo transcurrido desde el trasplante hasta su madurez comercial.

#### **3.4.5.5 Rendimiento**

Una vez cosechadas las lechugas, se registró el peso en kilogramos, de 10 lechugas de cada unidad experimental (seleccionadas al azar), con el fin de, determinar en primera instancia, el rendimiento en kg/parcela, para luego transformar a TM/ha.

#### **3.4.5.6 Análisis económico**

Se utilizó la metodología del análisis de presupuesto parcial del



CIMMYT. Donde se considera los costos totales que varían y el beneficio neto, de cada tratamiento.

### **3.5 Manejo específico del experimento**

#### **3.5.1 Análisis de suelo**

Antes de realizar la instalación del ensayo, se recogió 10 sub muestras del suelo utilizando el método en zig-zag, se mezclaron con el fin de obtener una muestra homogénea y representativa de 1 kg, para luego ser enviada al laboratorio de suelos de la Estación Experimental Santa Catalina, INIAP (Quito-Ecuador), para que se le realizaran los análisis, físicos y químicos, correspondientes.

#### **3.5.2 Preparación del terreno**

Esta actividad se realizó el sábado 10 de marzo del 2012, con la ayuda de maquinaria agrícola (tractor), con el fin de obtener un suelo mullido se efectuaron dos aradas y cuatro rastradas.

#### **3.5.3 Delimitación del área del experimento**

La distribución de las repeticiones (bloques) y los tratamientos se realizaron, el día domingo 27 de mayo del 2012, según el croquis aprobado, el total de unidades experimentales fueron 24, y en cada repetición se delimitaron las 8 sub parcelas correspondientes a los tratamientos.

#### **3.5.4 Surcado**

El día martes 29 de mayo del 2012, con la ayuda de una yunta, se procedió al surcado a una distancia de 0,60 m de separación de surco a surco, para cada unidad experimental.

### **3.5.5 Trasplante**

Previo un riego inicial, el día sábado 02 de junio del 2012, se hizo el trasplante, a una distancia de 0,30 m. entre plantas.

### **3.5.6 Deshierbas y aporques**

Se practicaron tres deshierbas cada 20 días aproximadamente, la primera se la realizó el día sábado 23 de junio, la segunda deshierba y el primer aporque el día sábado 14 de julio, finalizando con la tercera deshierba y segundo aporque el día sábado 4 de agosto. El aporque se lo hizo con el fin de evitar que las hojas bajas estén en contacto con la materia orgánica y evitar posibles quemazones.

### **3.5.7 Riegos**

En el transcurso del ensayo se realizaron 7 riegos cada 15 días aproximadamente iniciando el viernes 01 de junio y finalizando con el del día viernes 09 de agosto del 2012.

### **3.5.8 Aplicación de la porquinaza.**

Se realizaron cuatro aplicaciones, a los 10 días (miércoles 12 de junio del 2012), 30 días (martes 02 de julio del 2012), 45 días (martes 16 de julio del 2012) y a los 60 días (miércoles 31 de julio del 2012), la porquinaza empleada en este estudio fue adquirida de un plantel porcícola del sector el cual cumple con un protocolo de manejo adecuado de los animales así como de los desechos orgánicos generados.

La porquinaza fresca recolectada en forma sólida, fue pesada de acuerdo a los valores establecidos 1, 2, y 3 kg/ m<sup>2</sup>, una vez precisado el peso se disolvió en 10 l de agua, fue tamizada y aforada a 50 l lista para aplicar a los tratamientos con el sistema de riego correspondiente.

### **3.5.9 Cosecha**

Se realizó a partir del 11 de agosto del 2012, cuando los repollos presentaron madurez comercial, parámetro constatado mediante la palpación considerando un repollo de contextura sólida.

## **CAPÍTULO IV**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la investigación, se presenta a continuación:

### 4.1. Porcentaje de sobrevivencia

**Tabla 6.** Análisis de varianza para la variable, porcentaje de prendimiento.

F.V	SC	GL	CM	F. cal
<b>Bloque</b>	19,14	2	9,57	0,46 <sup>ns</sup>
<b>Sistemas de riego</b>	403,93	1	403,93	19,38 <sup>*</sup>
<b>Error(a)</b>	41,67	2	20,84	
<b>Niveles de porquinaza</b>	35,15	3	11,72	0,48 <sup>ns</sup>
<b>I.RN</b>	60,77	3	20,26	0,82 <sup>ns</sup>
<b>Error(b)</b>	295,84	12	24,65	
<b>Total</b>	856,5	23		

n.s. = no significativo

\* = significativo al 5 %

CV (a)= 5,17 %

CV (b)=5,62 %

$\bar{X}$  = 88,33 %

El análisis de varianza (Tabla 6), mostró que no existen diferencias significativas para bloques, niveles de porquinaza, e interacción R x N, mientras que, para los sistemas de riego presenta diferencia significativa al 5%.

El coeficiente de variación para el factor A fue de 5,17 % y para el factor B 5,62 %, con una media de 88,33 % de prendimiento.

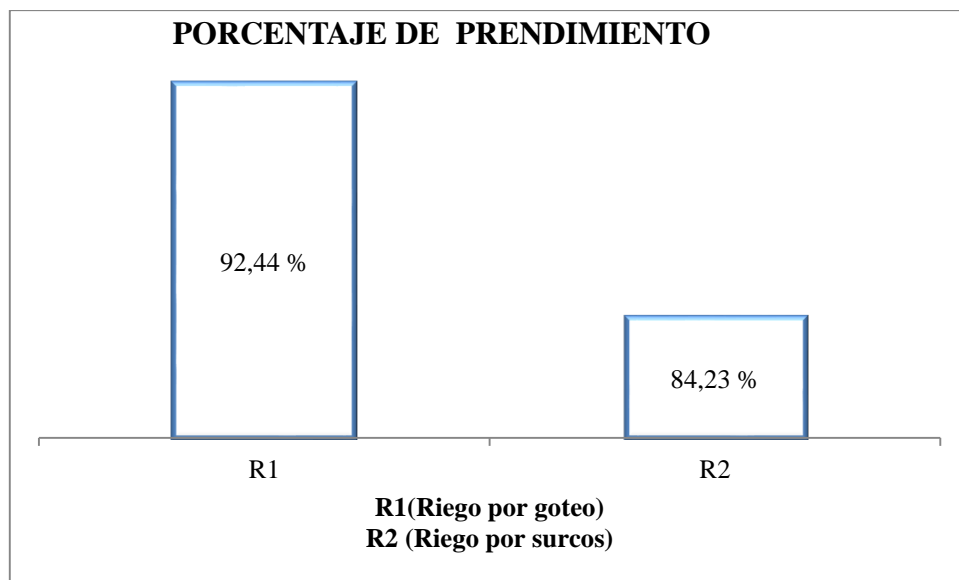
**Tabla 7.** Prueba Duncan al 5 % para los sistemas de riegos (factor A)

Riego	Medias	Duncan
<b>R1</b>	92,44	A
<b>R2</b>	84,23	B

La prueba Duncan al 5 % (Tabla 7), detecta la presencia de dos rangos, siendo el R1 (riego por goteo) el que ocupa el primer lugar con un 92,44% de prendimiento, demostrando ser el mejor, por presentar mayor porcentaje de sobrevivencia a los 8 días después del trasplante.

Estos resultados se acercan a los obtenidos por: Cevallos, *et al*, (1989), y, Guamán (2004) y Camas (2007), quienes obtuvieron prendimientos de 94,35 y 95,3%, respectivamente, bajo condiciones de riego por goteo.

**Gráfico 1.** Valores promedios de porcentaje de prendimiento para sistemas riego.



Fuente: Los autores.

En el gráfico 1, se observa que el riego por goteo presentó un mayor porcentaje de prendimiento en relación al riego por surcos.

## 4.2 Altura de planta

### 4.2.1 Altura de planta a los 15 días

**Tabla 8.** Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 15 días después del trasplante.

F.V	SC	GL	CM	F. cal
<b>Bloque</b>	0,03	2	0,02	1 <sup>ns</sup>
<b>Sistemas de riego</b>	0,06	1	0,06	3 <sup>ns</sup>
<b>Error(a)</b>	0,03	2	0,02	
<b>Niveles de porquinaza</b>	0,75	3	0,25	25 <sup>**</sup>
<b>I.RN</b>	0,07	3	0,02	2 <sup>ns</sup>
<b>Error(b)</b>	0,12	12	0,01	
<b>Total</b>	1,06	23		

ns: no significativo.

\*\* : Significativo al 1 %.

CV (a): 1,49 %

CV (b): 1,06 %

$\bar{X}$  : 9,46 cm.

El análisis de varianza (Tabla 8), detecta una diferencia significativa al 1 % para niveles de porquinaza; en cambio no detecta diferencias significativas para los demás componentes.

Los coeficientes de variación fueron de 1,49 y 1,06 % para sistemas de riego, niveles de porquinaza respectivamente, con una media de 9,46 cm de altura a los 15 días.

**Tabla 9.** Prueba DMS al 5 % para los niveles de porquinaza (factor B).

Niveles	Medias (cm)	DMS
<b>N4</b>	9,63	A
<b>N3</b>	9,59	A
<b>N2</b>	9,44	B
<b>N1</b>	9,18	C

La prueba DMS al 5 % para niveles de porquinaza (Tabla 9), detectó la presencia de tres rangos, siendo los niveles N4 y N3 los mejores, al presentar las mayores alturas.

#### 4.2.2 Altura de planta a los 30 días.

**Tabla 10.** Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 30 días después del trasplante.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F. cal</b>
<b>Bloque</b>	0,24	2	0,12	2,4 <sup>ns</sup>
<b>Sistemas de riego</b>	0,96	1	0,96	19,2 <sup>*</sup>
<b>Error(a)</b>	0,09	2	0,05	
<b>Niveles de porquinaza</b>	10,69	3	3,56	44,5 <sup>**</sup>
<b>I.RN</b>	0,54	3	0,18	2,25 <sup>ns</sup>
<b>Error(b)</b>	0,99	12	0,08	
<b>Total</b>	13,51	23		

ns = No significativo

\*: Significativo al 5 %.

\*\*: Significativo al 1 %.

CV (a): 1,87 %

CV (b): 2,37 %

$\bar{X}$  : 11,95 cm.

Al realizar el análisis de varianza (Tabla 10), se detectó que no existen diferencias significativas para bloques, e interacciones, en cuanto los sistemas de riego y niveles de porquinaza, son significativos al 5 y 1 %, respectivamente.

Los coeficientes de variación fueron 1,87 % para sistemas de riego y 2,37 % para niveles de porquinaza, con una media de 11,95 cm de altura de planta a los 30 días.

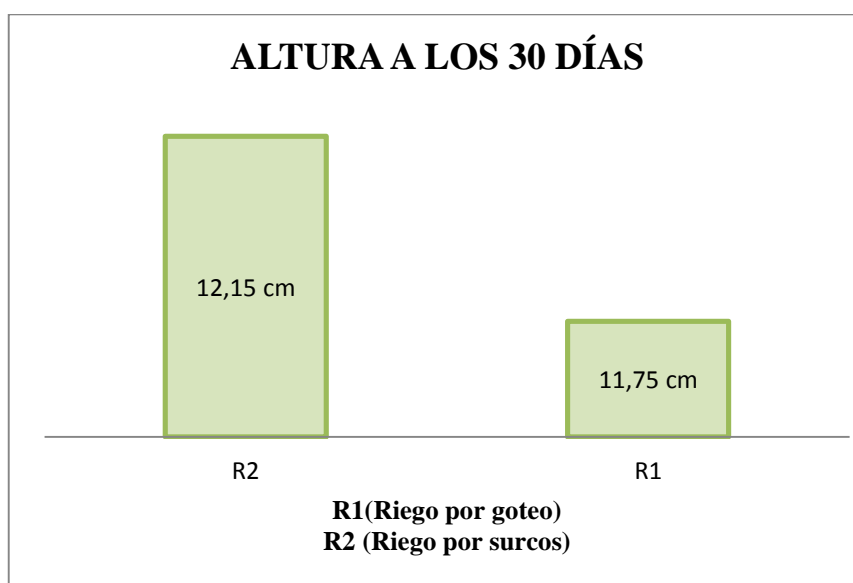
**Tabla 11.** Prueba Duncan al 5 % para los sistemas de riego (factor A).



Riego	Medias (cm)	Duncan
R2	12,15	A
R1	11,75	B

La prueba Duncan al 5 % (Tabla 11), identificó dos rangos, en donde el R2 (Riego por gravedad), es el mejor, con una media de 12,15cm.

**Gráfico 2.** Valores promedios de altura de planta para sistemas riego.



Fuente: Los autores.

El riego por surcos fue superior al riego por goteo, con una media de 12,15 cm. Esto se debe a que este sistema de riego, permite incrementar el nitrógeno en un 20% (Infoagro, 2009) citado por (García, 2010).

**Tabla 12.** Prueba DMS al 5 % para los niveles de porquinaza (factor B).

Niveles	Medias (cm)	DMS
N4	12,62	A
N3	12,48	A
N2	11,75	B
N1	10,95	C

La prueba Duncan al 5 % (Tabla 12), detectó tres rangos, siendo los niveles de porquinaza (3 y 2 kg/m<sup>2</sup>) los mejores con respecto a la variable altura de planta a los 30 días.

#### 4.2.3 Altura de planta a los 45 días

**Tabla 13.** Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 45 días después del trasplante

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F. cal</b>
<b>Bloque</b>	0,68	2	0,34	0,89 <sup>ns</sup>
<b>Sistemas de riego</b>	1,56	1	1,56	4,11 <sup>ns</sup>
<b>Error(a)</b>	0,76	2	0,38	
<b>Niveles de porquinaza</b>	10,5	3	3,5	31,82 <sup>**</sup>
<b>LRN</b>	0,88	3	0,29	2,64 <sup>ns</sup>
<b>Error(b)</b>	1,34	12	0,11	
<b>Total</b>	15,72	23		

ns: no significativo.

\*\* : Significativo al 1 %.

CV (a): 3,34 %

CV (b): 1,80 %

$\bar{X}$  : 18,45 cm.

El análisis de varianza (Tabla 13), no reporta diferencias significativas para bloques y sistemas de riego, en cuanto a niveles de porquinaza hay diferencias significativas al 1 %.

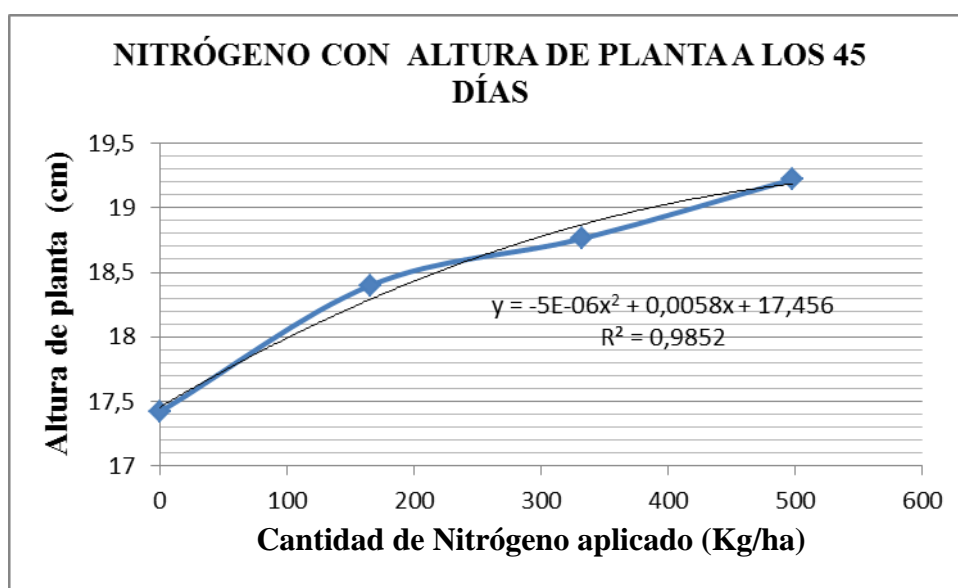
Con coeficientes de variación de 3,4 y 1,80 % para sistemas de riego y niveles de porquinaza respectivamente, con una media de 18,45 cm de altura de planta a los 45 días.

**Tabla 14.** Prueba DMS al 5 % para los niveles de porquinaza (factor B).

Niveles	Medias (cm)	DMS
N4	19,22	A
N3	18,76	B
N2	18,4	B
N1	17,42	C

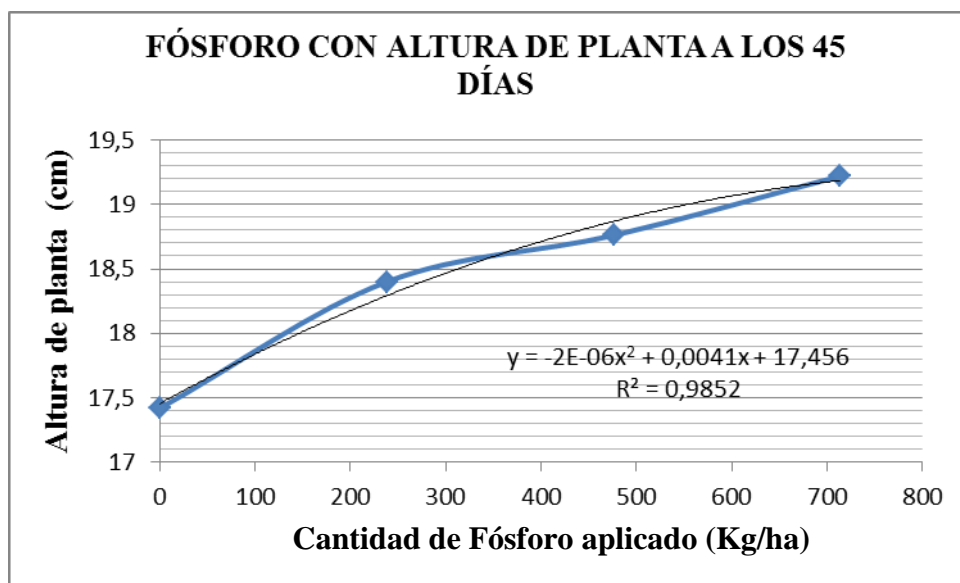
Efectuada la prueba de DMS al 5 % (Tabla 14), se observó la presencia de tres rangos, siendo el N4 (3 kg/m<sup>2</sup>) el mejor por presentar mayor altura de planta.

**Gráfico 3.** Análisis de correlación para Nitrógeno con altura de planta a los 45 días.



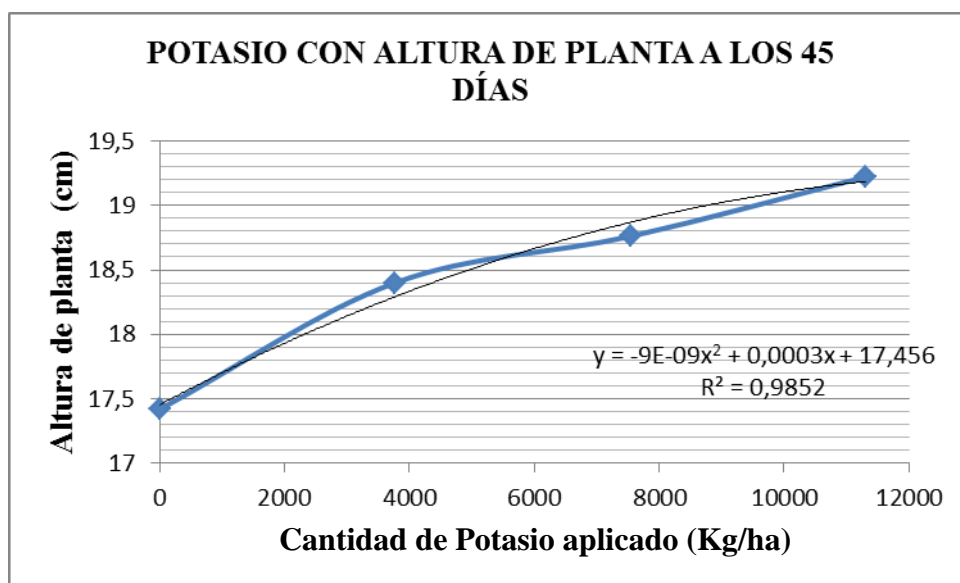
Fuente: Los autores.

**Gráfico 4.** Análisis de correlación para Fósforo con altura de planta a los 45 días.



Fuente: Los autores.

**Gráfico 5.** Análisis de correlación para Potasio con altura de planta a los 45 días.



Fuente: Los autores.

En los gráficos anteriores, la tendencia es la misma para los tres elementos, pues la cantidad de estos es directamente proporcional a los niveles utilizados; es decir a mayor cantidad de porquinaza mayor es la concentración de nutrientes. En los tres casos se puede ver que la correlación se ajusta más al modelo cuadrático, por

lo que, se puede decir que sobre el nivel cuatro la altura de las plantas puede verse afectado negativamente ya que un exceso de nutrientes puede causar toxicidad en la misma.

### 4.3 Días a la formación de repollo

**Tabla 15.** Análisis de varianza para la variable días a la formación de repollo

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F. cal</b>
<b>Bloque</b>	14	2	7	2 ns
<b>Sistemas de riego</b>	260	1	260	87 *
<b>Error(a)</b>	6	2	3	
<b>Niveles de porquinaza</b>	502	3	167	42 **
<b>I.RN</b>	42	3	14	4 *
<b>Error(b)</b>	53	12	4	
<b>Total</b>	877	23		

ns = No significativo

\*: Significativo al 5 %.

\*\*: Significativo al 1 %.

CV (a): 4 %

CV (b): 4 %

$\bar{X}$  : 49 días.

El análisis de varianza (Tabla 15), detecta diferencias significativas para niveles de porquinaza y la interacción, diferencias altamente significativas para niveles de porquinaza.

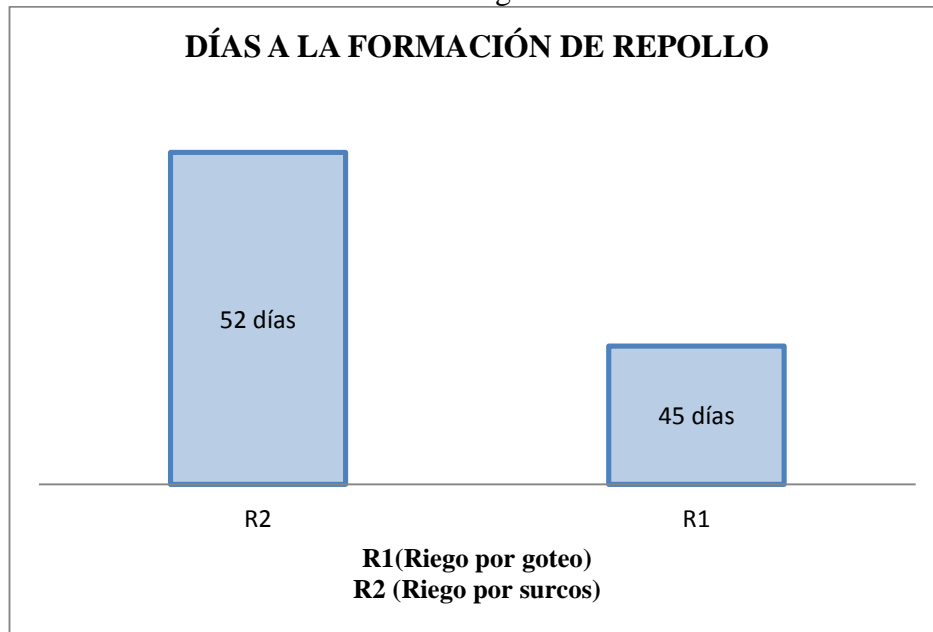
Se obtuvo un coeficiente de variación del 4% para los dos factores (A y B). La media fue de 49 días.

**Tabla 16.** Prueba de Duncan al 5 % para los Sistemas de riego (factor A)

<b>Riegos</b>	<b>Medias (días)</b>	<b>Duncan</b>
<b>R2</b>	52	A
<b>R1</b>	45	B

En el Tabla 16, la prueba de Duncan al 5 %, evidenció dos rangos, siendo el mejor el R1 (riego por goteo) por presentar menor número de días a la formación de repollo.

**Gráfico 6.** Valores promedios de días a la formación del repollo para sistemas de riego.



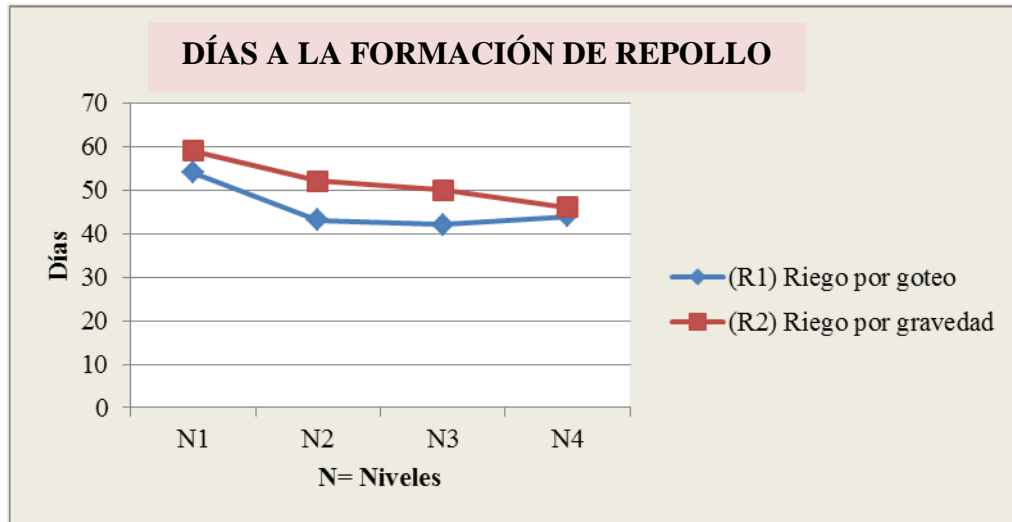
Fuente: Los autores.

**Tabla 17.** Prueba DMS al 5 % para los niveles de porquinaza (factor B)

Niveles	Medias (días)	DMS
N1	57	A
N2	47	B
N3	46	B
N4	45	B

La prueba de DMS al 5 % (Tabla 17), detalla la presencia de dos rangos, siendo los niveles (N4, N3 y N2) los mejores caracterizándose por presentar menor número de días a la formación de repollo.

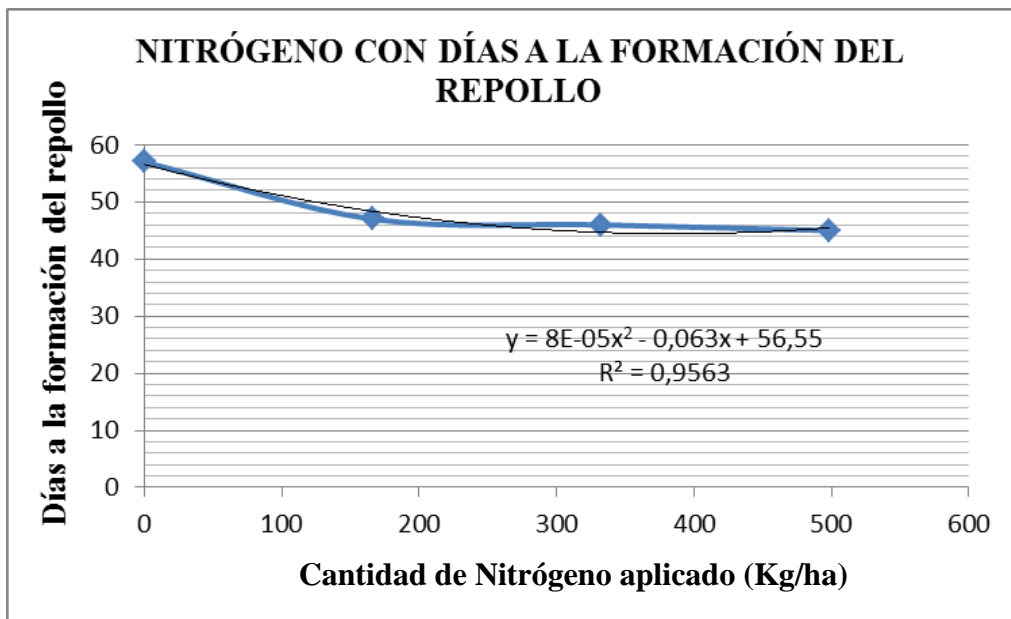
**Gráfico 7.** Valores promedios de días a la formación del repollo para sistemas de riego.



Fuente: Los autores.

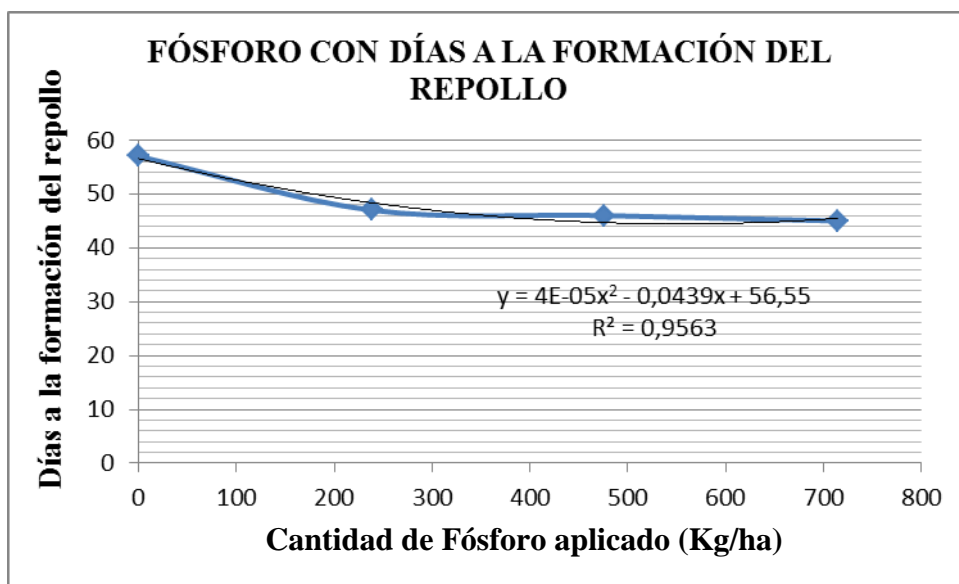
En el Gráfico 7, se observa que, hasta el N3, mientras sube el suministro de nutrientes en los dos sistemas de riego, los días a la formación del repollo disminuyen, en tanto que, para el N4, en el caso de riego por surcos (gravedad), los días siguen disminuyendo; en el riego por goteo los días empiezan a aumentar. Esto es lógico ya que según García (2010) la lechuga es una planta que posee una baja eficiencia en la utilización del Nitrógeno, por lo que para producir repollos de calidad y gran tamaño es necesario asegurar un buen suministro de este elemento. En el riego por surcos las pérdidas de nitrógeno son mayores, es por eso que, en el nivel 4 los días siguen disminuyendo siendo esto hasta cierto punto beneficioso, mientras que en el riego por goteo, al tener menores pérdidas de este nutriente al aplicar  $3\text{kg/m}^2$ , los niveles pueden empezar a haber efectos negativos por toxicidad.

**Gráfico 8.** Análisis de correlación para Nitrógeno con días a la formación del repollo.



Fuente: Los autores.

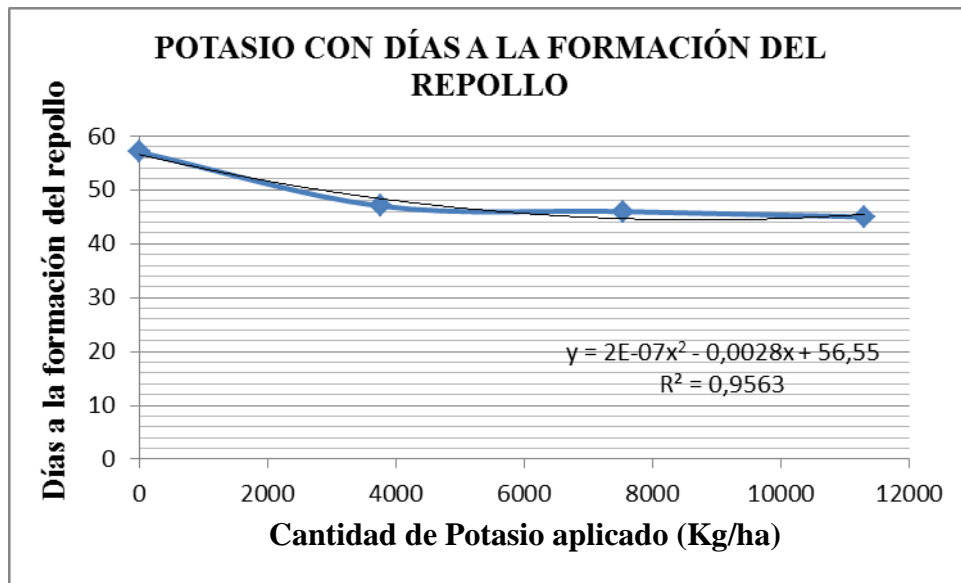
**Gráfico 9.** Análisis de correlación para Fósforo con días a la formación del repollo.



Fuente: Los autores.

**Gráfico 10.** Análisis de correlación para Potasio con días a la formación del repollo.





Fuente: Los autores.

Al observar los gráficos 8, 9 y 10, la tendencia para los tres elementos es similar, de modo que la correlación se ajusta al modelo cuadrático, indicando así, que si existe mayor disponibilidad de nutrientes, los días a la formación del repollo serán menores, pero si empieza a haber un exceso, la fisiología de la planta puede verse afectada y el tiempo puede empezar a alargarse.

#### 4.4 Días a la cosecha

**Tabla 18.** Análisis de varianza para la variable días a la cosecha

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F. cal</b>
<b>Bloque</b>	58	2	29	1 <sup>ns</sup>
<b>Sistemas de riego</b>	1204	1	1204	24 <sup>*</sup>
<b>Error(a)</b>	99	2	50	
<b>Niveles de porquinaza</b>	1564	3	521	31 <sup>**</sup>
<b>I.RN</b>	55	3	18	1 <sup>ns</sup>
<b>Error(b)</b>	206	12	17	
<b>Total</b>	3186	23		

ns = No significativo

\*: Significativo al 5 %.

\*\*: Significativo al 1 %.

CV (a): 8 %

CV (b): 5 %

$\bar{X}$  : 89 días.

Observando el análisis de varianza (Tabla 18), se ve, que no existen diferencias significativas para bloques e interacción, mientras que para sistemas de riego y niveles de porquinaza hay diferencias significativas al 5 y 1 % respectivamente.

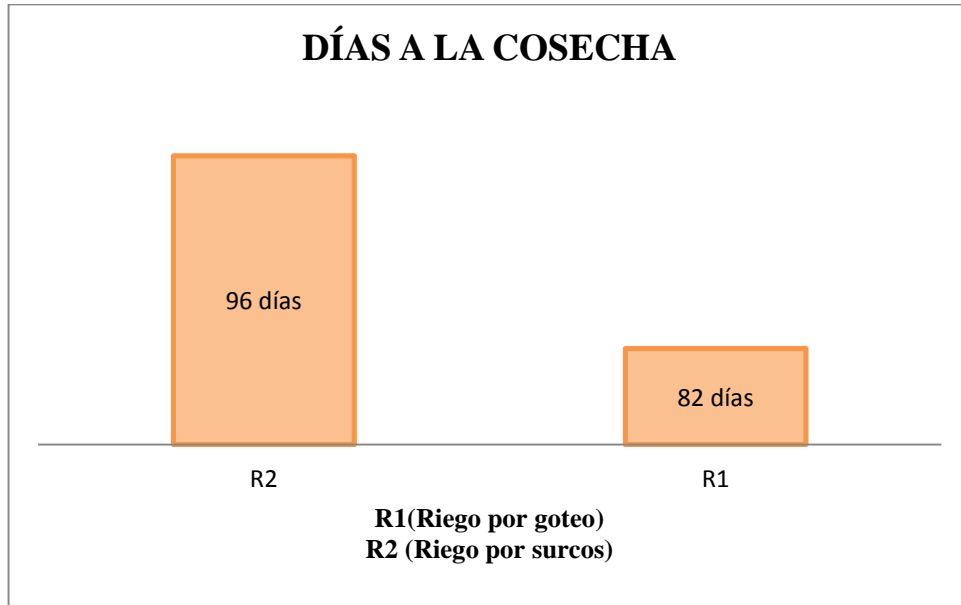
Los coeficientes de variación obtenidos fueron 8 y 5 % para Sistemas de riego y Niveles de porquinaza, en su orden, con una media de 89 días.

**Tabla 19.** Prueba de Duncan al 5 % para los Sistemas de riego (factor A)

<b>Riego</b>	<b>Medias (días)</b>	<b>Duncan</b>
<b>R2</b>	96	A
<b>R1</b>	82	B

La Tabla 19, (prueba de Duncan al 5 %), mostró que existen dos rangos, en donde el riego R1 (riego por goteo) es el mejor debido a que, los días a la cosecha fueron menos.

**Gráfico 11.** Valores promedios de días a la cosecha para sistemas de riego.



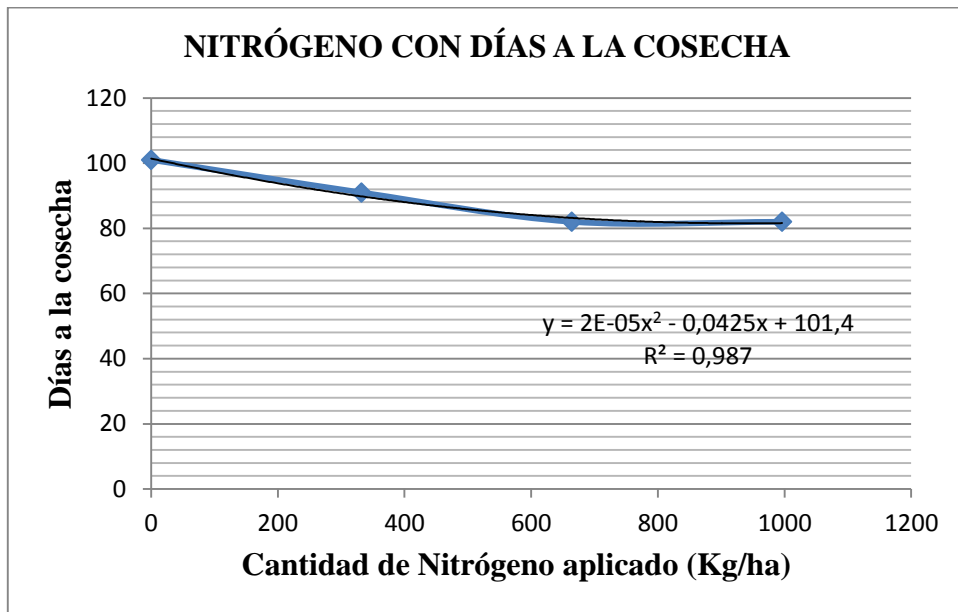
Fuente: Los autores.

**Tabla 20.** Prueba de DMS al 5 % para los niveles de porquinaza (factor B)

Niveles	Medias (días)	DMS
N1	101	A
N2	91	B
N3	82	C
N4	82	C

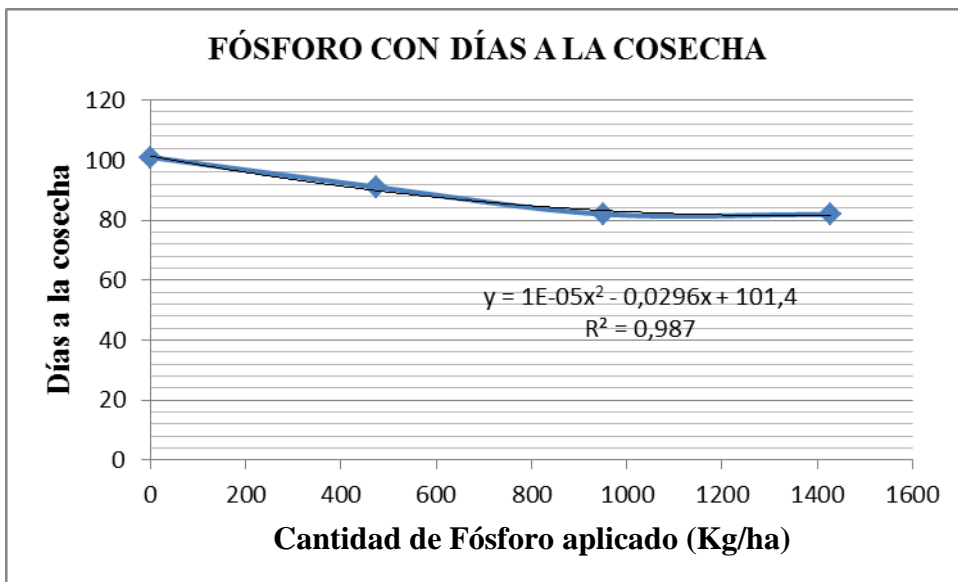
La prueba de DMS al 5 % (Tabla 20), detecta la presencia de tres rangos, siendo los niveles 3 y 2 kg/m<sup>2</sup> los mejores por presentar menor número de días a la cosecha.

**Gráfico 12.** Análisis de correlación para Nitrógeno con días a la cosecha.



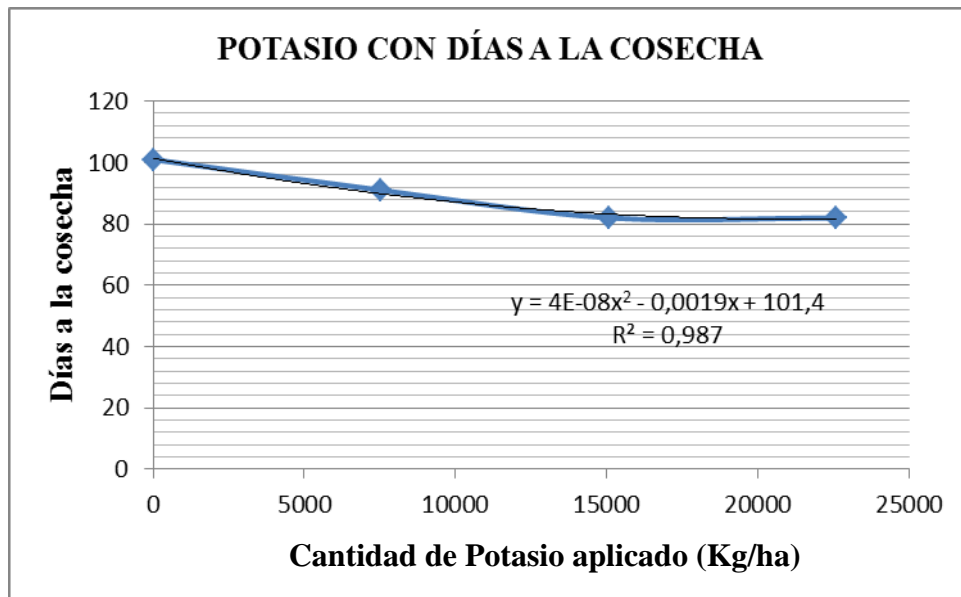
Fuente: Los autores.

**Gráfico 13.** Análisis de correlación para Fósforo con días a la cosecha.



Fuente: Los autores.

**Gráfico 14.** Análisis de correlación para Potasio con días a la cosecha.



Fuente: Los autores.

Observando la correlación de los tres elementos con los días a la cosecha (Gráficos 12, 13 y 14), se puede ver que, conforme suben los niveles de porquinaza, el tiempo a la cosecha disminuye, pero solo hasta el nivel 3 (debido a una mayor cantidad de nutrientes), mientras que, con el nivel cuatro los días empiezan a aumentar, pudiendo deberse esto a que por un exceso de nutrientes el metabolismo de la planta se altere y el ciclo vegetativo empiece a alargarse.

#### 4.5 Rendimiento

**Tabla 21.** Análisis de varianza para la variable rendimiento TM/ha.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F. cal</b>
<b>Bloque</b>	24,51	2	12,26	2,9 <sup>ns</sup>
<b>Sistemas de riego</b>	2646,21	1	2646,21	625,58 **
<b>Error(a)</b>	8,46	2	4,23	
<b>Niveles de porquinaza</b>	4258,18	3	1419,39	18,96 **
<b>I.RN</b>	555,89	3	185,3	2,48 <sup>ns</sup>
<b>Error(b)</b>	898,17	12	74,85	
<b>Total</b>	8391,42	23		

ns = No significativo

\*\* : Significativo al 1 %.

CV (a): 3,17 %

CV (b): 13,35 %

$\bar{X}$  : 64,82 TM/ha.

La Tabla 21 (análisis de varianza para rendimiento), muestra que existen diferencias significativas al 1 % para sistemas de riegos y niveles de porquinaza, no hay diferencias significativas para los demás componentes.

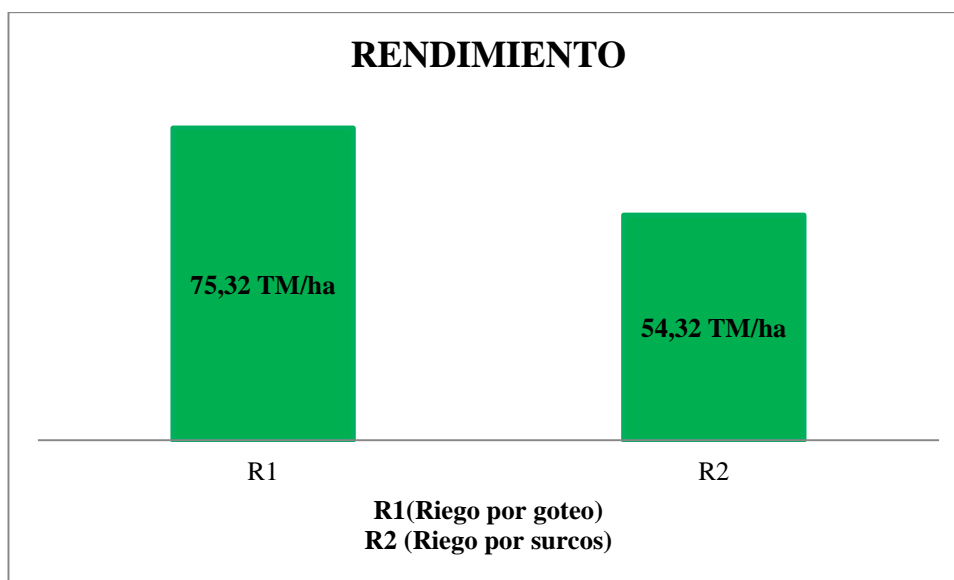
Los coeficientes de variación para riegos y niveles fueron de 3,17 y 13,35 % respectivamente, con una media de 64,82 TM/ha.

**Tabla 22.** Prueba de Duncan al 5 % para los sistemas de riego (factor A)

<b>Riego</b>	<b>Medias (TM/ha)</b>	<b>Duncan</b>
<b>R1</b>	75,32	A
<b>R2</b>	54,32	B

La prueba Duncan al 5 % para sistemas de riego (Tabla 22), detectó la presencia de dos rangos, ubicándose en el primer rango el riego R1 (riego por goteo) con un promedio de 75,32 TM/ha, superando con 21 toneladas, a los rendimientos obtenidos con el riego por surcos

**Gráfico 15.** Valores promedios de días a la formación del repollo para sistemas de riego.



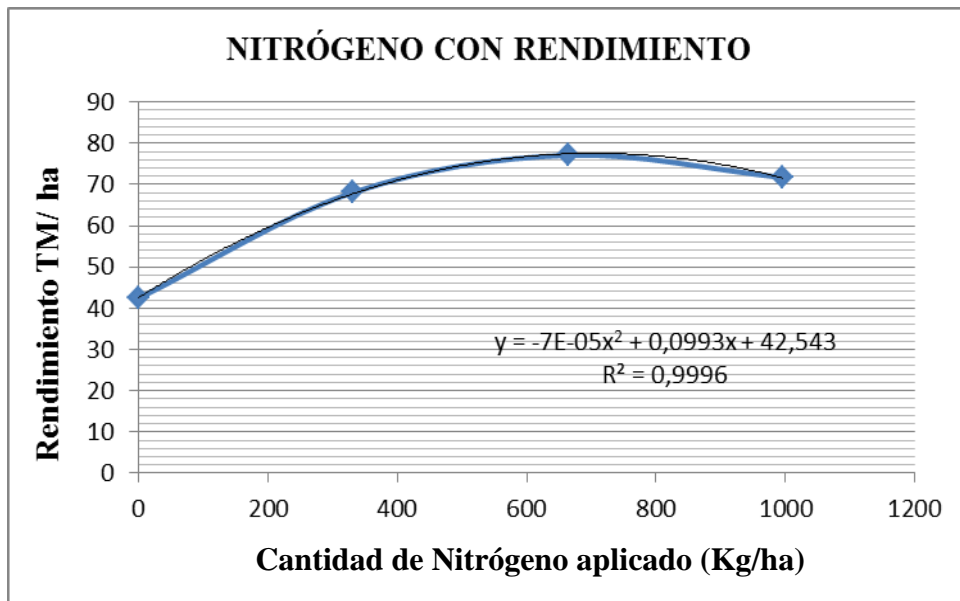
Fuente: Los autores.

**Tabla 23.** Prueba de DMS al 5 % para los niveles de porquinaza (factor B)

Niveles	Medias (TM/ha)	DMS
N3	77,09	A
N4	71,69	A
N2	68,09	A
N1	42,43	B

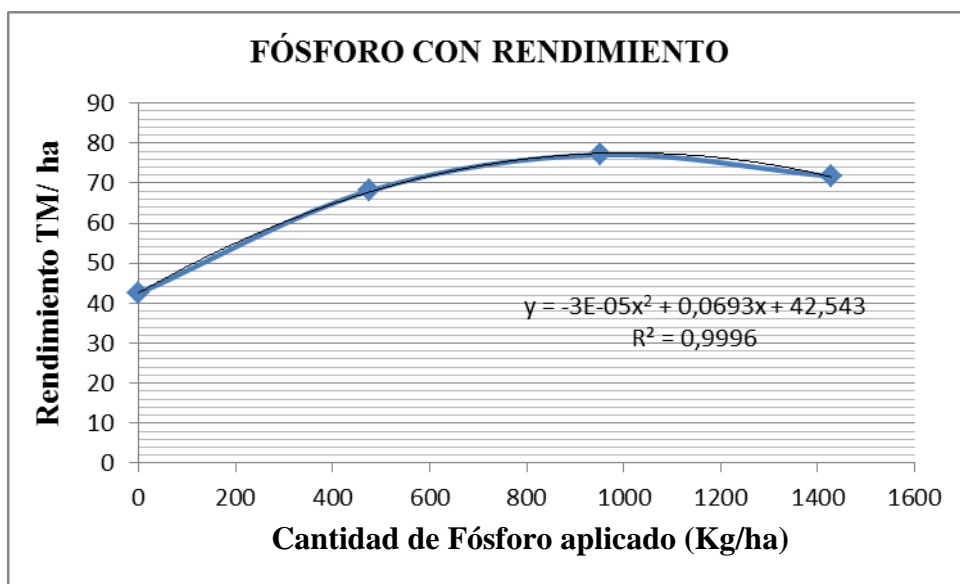
La prueba de DMS al 5 % (Tabla 23), indica la presencia de dos rangos siendo los niveles (N3, N4 y N2), los mejores ya que ocupan el primer rango con rendimientos de 77,09 – 71,69 y 68,09 TM/ha, respectivamente.

**Gráfico 16.** Análisis de correlación para nitrógeno con rendimiento.



Fuente: Los autores.

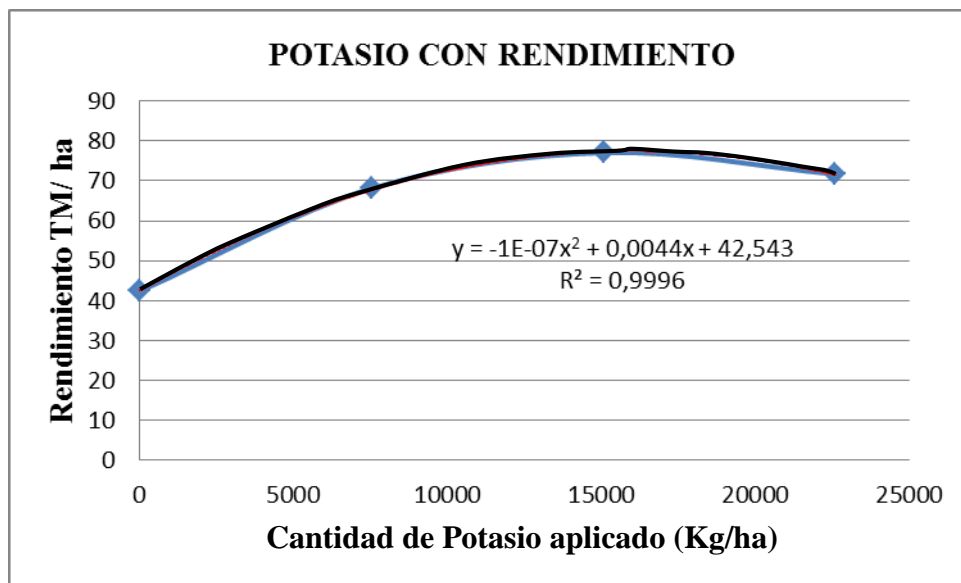
**Gráfico 17.** Análisis de correlación para nitrógeno con rendimiento.



Fuente: Los autores.

**Gráfico 18.** Análisis de correlación para Potasio con días a la cosecha.





Fuente: Los autores.

Con respecto al rendimiento se puede ver que para los tres elementos, hay una tendencia cuadrática, notándose claramente que un aumento adecuado de nutrientes incrementa la producción, pero, excesivas cantidades, pueden producir desequilibrios nutricionales y por ende bajas en la misma.

#### 4.6 ANALISIS ECONÓMICO

Se utilizó el método de “Presupuesto parcial” del CYMMYT (1988), el que utiliza los costos totales que varían por efecto de los tratamientos; en los que se consideran: costos de porquinaza, riego y mano de obra para la aplicación y los beneficios netos; con los que se calcula la Tasa de Retorno Marginal (TRM).

**Tabla 24.** Análisis de dominancia. Presupuesto parcial de la “Evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga en la parroquia San Francisco, Ibarra” 2012.

Tratamiento	Rendimiento medio t/ha	Rendimiento ajustado t/ha (-5%)	Beneficio Bruto de campo (USD/ha)	Costo de porquinaza (USD/ha)	Costo de riego (USD/ha)	Costo de mano de obra para la aplicación	Total de costos que varían	Beneficio neto
<b>T1</b>	49,56	47,08	7061,67	0,0	511,58	0	511,58	6550,09
<b>T2</b>	86,41	82,09	12313,30	250,0	511,58	288	1049,58	11263,72
<b>T3</b>	87,62	83,24	12485,66	500,0	511,58	288	1299,58	11186,08
<b>T4</b>	77,71	73,82	11073,26	750,0	511,58	288	1549,58	9523,68
<b>T5</b>	35,30	33,54	5030,32	0,0	432,0	0	432,0	4598,32
<b>T6</b>	49,77	47,28	7091,53	250,0	432,0	384,0	1066,0	6025,53
<b>T7</b>	66,55	63,23	9483,81	500,0	432,0	384,0	1316,0	8167,81
<b>T8</b>	65,69	62,41	9361,10	750,0	432,0	384,0	1566,0	7795,10

**Tabla 25.** Análisis de dominancia. Presupuesto parcial de la “Evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga en la parroquia San Francisco, Ibarra” 2012.

Tratamiento	Código	Total de costos que varían (USD /ha)	Beneficio neto (USD /ha)	
<b>T5</b>	R2N1	432,00	4598,32	
<b>T1</b>	R2N2	511,58	6550,09	
<b>T2</b>	R2N3	1049,58	11263,72	
<b>T6</b>	R2N4	1066,00	6025,53	D
<b>T3</b>	R1N1	1299,58	11186,08	D
<b>T7</b>	R1N2	1316,00	8167,81	D
<b>T4</b>	R1N3	1549,58	9523,68	D
<b>T8</b>	R1N4	1566,00	7795,10	D

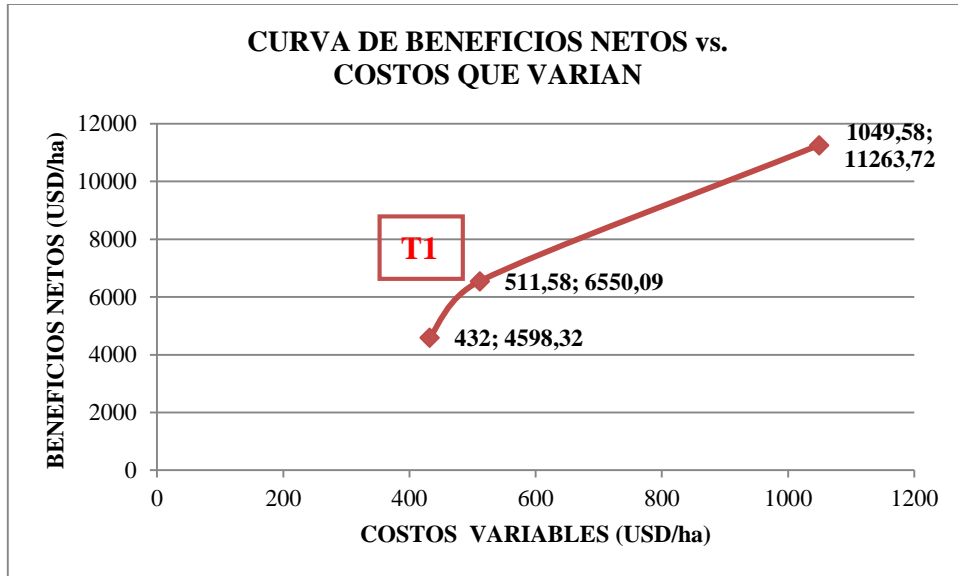
D = Dominado

En la Tabla 25, muestra que los tratamientos no dominados son T5, T1 y T2 por lo tanto pasan al análisis marginal.

**Tabla 26.** Análisis marginal. Presupuesto parcial de la “Evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga en la parroquia San Francisco, Ibarra” 2012.

Tratamientos	Total de costos que varían \$/ha	Costo marginal	Beneficio neto \$/ha	Beneficio Marginal	Tasa de retorno marginal
T5	432,00		4598,32		
T1	511,58	79	6550,09	1951,77	2470,59
T2	1049,58	538	11263,72	4713,63	876,14

**Gráfico 19.** Curva de beneficios netos para de la “Evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga en la parroquia San Francisco, Ibarra” 2012.



Fuente: Los autores.

El gráfico 19, indica el retorno marginal de los tratamientos que no tuvieron dominancia, en el que, el tratamiento T1 tiene una tasa de retorno marginal alta por lo tanto se considera que es el mejor, con un valor de 2470,59 % de retorno marginal para el agricultor, lo que quiere decir que invertiría 1 USD y recuperaría su dólar invertido más 24,7 USD adicionales.

## CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos se concluye:

1. A los ocho días después del trasplante el sistema de riego por goteo presentó un 92,44 % de plantas prendidas.
2. Analizando la variable altura de planta a los 15, 30 y 45 días los niveles de porquinaza que presentaron mayores valores de altura fueron 3 y 2 kg/m<sup>2</sup>, mientras que el riego por gravedad mostro diferencia significativa solo a los 30 días, con un promedio de 12,15 cm.
3. En días a la formación de repollo, para el sistema riego por goteo transcurrieron 45 días, en cambio para el riego por gravedad fueron 52 días; con respecto a los niveles de porquinaza los que menos días presentaron fueron 3, 2 y 1 kg/m<sup>2</sup>, con valores de 45, 46 y 47 en su orden.
4. En lo que respecta a días a la cosecha el que presento menor número de días fue el riego por goteo (82 días). Los niveles que redujeron los días a la cosecha fueron 2 y 3 kg/m<sup>2</sup>, con 82 días.
5. El riego por goteo, fue el mejor en cuanto a rendimiento, con una media de 75,32 TM/ha, superando en 21 TM/ha, al riego por gravedad. En cuanto a los niveles de porquinaza los de mayor rendimiento fueron 2, 3 y 1 kg/m<sup>2</sup> con valores de 77,09; 71,69 y 68,09 TM/ha respectivamente.
6. De acuerdo al análisis económico el mejor tratamiento fue el T1 (R1N1), con una tasa de retorno marginal del 2470 %.
7. En el análisis de laboratorio (Anexo 5), los resultados de la porquinaza (S2) indican que no existe presencia de microorganismos que afecten a la salud humana, en cambio en los resultados del análisis de agua de riego (A.R.), muestran elevada incidencia de mesófilos, coliformes y *E. Coli*, superando los rangos de aceptación que según las normas GAPs Buenas prácticas agrícolas (-por sus siglas en inglés-) son menor o igual a 235 UFC /100ml para coliformes y *E. coli*, para las verduras frescas; razón por la cual se concluye que la lechuga fue contaminada por la presencia de estos microorganismos en el agua de riego.

8. Basándose en las conclusiones mencionadas anteriormente se puede decir que los dos sistemas de riego y los cuatro niveles de porquinaza estudiados influyeron positivamente en el comportamiento agronómico y productivo del cultivo de lechuga; por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

## **RECOMENDACIONES**

- Implementar el sistema de riego por goteo en el cultivo de lechuga con el propósito de optimizar el agua y mejorar los rendimientos compensando así la inversión del mismo.
- Utilizar la porquinaza en dosis de 1 y 2 kg/m<sup>2</sup> ya que fueron los que presentaron mejores resultados en cuanto al rendimiento.
- Realizar investigaciones con menores dosis de porquinaza pues como se puede ver en el cuadro anexo 6, las cantidades de elementos aplicados en los niveles evaluados, fueron muy altas.
- En futuras investigaciones de este tipo se sugiere hacer un diseño agronómico del sistema de riego a fin de poder cuantificar exactamente las cantidades de agua aplicadas al cultivo.
- Se propone realizar tratamientos del agua de riego con el fin de evitar contaminaciones de patógeno que afecten a la salud del consumidor.





## RESUMEN

### EVALUACIÓN DE CUATRO NIVELES DE PORQUINAZA, APLICADOS MEDIANTE DOS SISTEMAS DE RIEGO EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) var. Crisphead., EN LA PARROQUIA SAN FRANCISCO CANTÓN IBARRA

El ensayo se realizó en la parroquia San Francisco, cantón Ibarra- Imbabura. Los objetivos fueron: determinar el porcentaje de prendimiento de las plantas de lechuga, identificar el efecto de los factores sobre el incremento de altura de planta y la formación del repollo, medir la incidencia de los niveles de porquinaza en los dos sistemas de riego, con respecto a los días a la cosecha, cuantificar el rendimiento producido por la interacción de cada uno de los factores en estudio, realizar análisis económico de los tratamientos, con el fin de determinar cuál de estos es el más rentable. El estudio fue realizado bajo un diseño de parcelas divididas, con una distribución de bloques completos al azar, con tres repeticiones considerando el estudio de dos factores A (Sistema de riego) y B (Niveles de porquinaza). Se efectuó el análisis de varianza; la prueba Duncan al 5 % para riegos, la prueba DMS al 5 % para niveles de porquinaza. Las variables consideradas fueron: porcentaje de sobrevivencia, altura de plantas a los 15, 30 y 45 días, días a la formación de repollo, días a la cosecha, rendimiento y análisis económico. Los resultados en el porcentaje de prendimiento el sistema por goteo presentó el 92,44 %; la altura de planta a los 15, 30 y 45 días los niveles de porquinaza que presentaron mayores valores de altura fueron 3 y 2 kg/m<sup>2</sup>, mientras que el riego por gravedad mostro diferencia significativa solo a los 30 días, con un promedio de 12,15 cm; en días a la formación de repollo el sistema riego por goteo presentó solo 45 días; con respecto a los niveles de porquinaza los que presentaron menor número de días fueron 3, 2 y 1 kg/m<sup>2</sup> con valores de 45, 46 y 47 en su orden; en los días a la cosecha se encontró diferencia significativa, con una media de 82 días; tanto en riego por goteo y los niveles de porquinaza 3 y 2 kg/m<sup>2</sup>; el riego por goteo fue el mejor en cuanto a rendimiento, con una media de 75,32 TM/ha. y para los niveles de porquinaza los de mayor rendimiento fueron 2, 3 y 1 kg/m<sup>2</sup> con valores de 77,09; 71,69 y 68,09 TM/ha respectivamente; de acuerdo al análisis económico el mejor tratamiento fue el T1 (R1N1), con una tasa de retorno marginal del 2407 %; en el análisis de laboratorio, los resultados de la porquinaza indican que no existe presencia de microorganismos que afecten a la salud humana, en cambio en los resultados del análisis de agua de riego, muestran elevada incidencia de mesófilos, coliformes y E. Coli; por lo cual se concluye que la lechuga fue contaminada por la presencia de estos microorganismos en el agua de riego. Se recomienda implementar el sistema de riego por goteo en el cultivo de lechuga con el propósito de optimizar el agua y mejorar los rendimientos compensando así la inversión del mismo y utilizar la porquinaza en dosis de 2 kg/m<sup>2</sup>.



## SUMMARY

### EVALUATION OF FOUR LEVELS PORQUINAZA, APPLIED THROUGH TWO CROP IRRIGATION LETTUCE ( *Lactuca sativa L.* ) var. Crisphead., IN THE PARISH CANTON SAN FRANCISCO IBARRA

The trial was conducted in the parish of San Francisco, Canton Ibarra Imbabura. The objectives were to determine the percentage of surviving lettuce plants, to identify the effect of the factors on the increase in plant height and the formation of cabbage, measure the incidence of porquinaza levels in both irrigation systems, with against days to harvest, quantify the performance produced by the interaction of each of the factors studied, perform economic analysis of treatments in order to determine which of these is the most profitable. The study was conducted under a split plot design, with a distribution of randomized complete block with three replications considering studying two factors A (irrigation system) and B (porquinaza levels). It made the analysis of variance, Duncan test at 5 % for irrigation, the DMS test at 5 % for porquinaza levels. The variables considered were: survival rate, plant height at 15, 30 and 45 days, training days cabbage, days to harvest, performance and economic analysis. The results in the percentage of surviving drip system presented 92,44 % plant height at 15, 30 and 45 days porquinaza levels that showed greater height values were 3 and 2 kg/m<sup>2</sup>, while gravity irrigation showed significant difference only at 30 days, with an average of 12,15 cm, in days to training cabbage drip irrigation system presented just 45 days, with respect to the levels of those who had lower porquinaza number of days was 3, 2 and 1 kg/m<sup>2</sup> values of 45, 46 and 47 in that order, in the days to harvest significant difference, with a mean of 82 days, both in drip and levels of porquinaza 3 and 2 kg/m<sup>2</sup> drip irrigation was the best in performance, with an average of 75,32 MT/ha. and porquinaza levels were the highest performing 2, 3 and 1 kg/m<sup>2</sup> values of 77,09; 71,69 and 68,09 MT/ha respectively according to economic analysis the best treatment was T1 ( R1N1 ), with a marginal rate of return of 2407 % in the laboratory analysis results indicate that there porquinaza microorganisms that affect human health, in contrast to the results of the analysis of irrigation water, show high incidence of mesophilic, coliform and E. Coli thus concluded that the lettuce was contaminated by the presence of these microorganisms in the irrigation water. We recommend implementing drip irrigation system in the lettuce crop in order to optimize water and improve yields offsetting investment and use there of porquinaza in doses of 2 kg/m<sup>2</sup>.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aspercol, (2009). Sistemas de Riego. (en línea), consultado el 14 de septiembre del 2011 Disponible en: [http://www.aspercol.com/riego\\_goteo.html](http://www.aspercol.com/riego_goteo.html)
2. Barragán, R., (2011). Métodos Estadísticos aplicados al Diseño de Experimentos. Ibarra.
3. Cabezas, O., (2010). Aclimatación de 15 cultivares de lechuga (*Lactuca sativa*) en el cantón Riobamba; provincia de Chimborazo Tesis de grado Ing. Agronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador (en línea), consultado 14 de diciembre del 2012 a las 20:00. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/671/1/13T0694%20CA BEZAS%20OMAR.pdf>
4. Cadena, H., (2012). Hablemos de Riego. Riego Localizado., Escuela de Ingeniería Agropecuaria UTN. Pág. 227-251.
5. Cali, C. (2011). Tesis titulada “efecto del estiércol de lombriz (*eisenia foetida* l.) en la producción de cuatro cultivares de lechuga” Consultado el 30 de junio del 2013 a las 14:00 pm. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/974/1/13T0719%20CAL I%20VER%20C3%93NICA.pdf>
6. Camas, B., (2007). Tesis “Evaluación de Abonos orgánicos en la producción de Lechuga *Lactuca sativa* L en el cantón del Cañar.”
7. Castro, C. (2009). Diseño de sistemas de riego; Fundamentos. Consultado el 14 de junio del 2012 a las 14:00 pm. Disponible en: <http://elknol.wordpress.com/article/disenio-de-sistemas-de-riego-fundamentos-1i29ptfum49sf-5/>
8. Cevallos, S.; Ortega, M. (1989). Tesis “Estudio del consumo de agua, en riego por goteo, para cuatro hortalizas en la Argelia”. Consultado el 28 de junio del 2012 a las 14:00 pm. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=TESIST.xis&method=p ost&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=001690>

9. CIMMYT, (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F. México: CIMMYT. Pág. 1-78.
10. Colimba, J. & Morales, A., (2011), “Efecto de la aplicación de silicio en el segundo año de producción en el cultivo de tomate de árbol”. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Tesis de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, Ecuador, Universidad Técnica del Norte.
11. ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y GANADERIA. 2000. Océano Grupo. Editorial S.A. Barcelona-España. Pág. 595-600.
12. Estrada, J., (2007). Porquinaza. Consultado el 01 de julio del 2013 15:00 pm Disponible en: <http://books.google.com.ec/>
13. Fajardo, M., (1986). Manual de autoinstrucción para el riego agrícola. FAO 1986. Consultado el 18 de noviembre del 2012. Disponible en: [http://issuu.com/miguemeneses/docs/el\\_riego.\\_generalidades\\_2011](http://issuu.com/miguemeneses/docs/el_riego._generalidades_2011)
14. Galván, G., García, M., Rodríguez, J., (2008). Cultivo de lechuga. (en línea) consultado el 25 de Abril del 2013 a las 15:10 pm Disponible en: [http://www.fagro.edu.uy/~horticultura/CURSO%20HORTICULTURA/CULTIVOS\\_HOJA/Lechuga%201%20Guillermo.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~horticultura/CURSO%20HORTICULTURA/CULTIVOS_HOJA/Lechuga%201%20Guillermo.pdf)
15. García, M. (2010). Cultivo de lechuga. Consultado 01 de julio del 2013 a las 16:15. Disponible en: [https://www5.uva.es/guia\\_docente/uploads/2012/446/42109/1/Documento\\_2.pdf](https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/446/42109/1/Documento_2.pdf)
16. Guamán, M., (2004). “Evaluación Bioagronómica de cinco cultivares de Lechuga y cuatro densidades de siembra”. Tesis de Ingeniería Agropecuaria.
17. Guamán, R., (2010). Estudio bioagronómico de 10 cultivares de lechuga de cabeza (*Lactuca sativa*), utilizando dos tipos de fertilizantes orgánicos, en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Tesis de grado Ing. Agronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

- Riobamba – Ecuador (en línea). Consultado 20 de diciembre del 2012 a las 20:15. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/313/1/TESIS.pdf>
18. GUÍA TÉCNICA DE CULTIVOS, (2008). “INIAP” Quito. Ecuador.
19. Infoagro, (2009). “Hortalizas-Cultivo de Lechuga”. Consultado el 01 junio del 2011 a las 14:45 pm. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/lactucasativa.htm>
20. INIAP CURSO ECO-SUELOS, (2002). “Los secretos de la vida del suelo y su manejo para una agricultura más sostenible”. INIAP/Estación Experimental Santa Catalina. Consultado el 11 de noviembre del 2010. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/resources/pdf\\_documents/eco\\_suelos.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/resources/pdf_documents/eco_suelos.pdf)
21. León, (1995). Sistema cerdos-pastos-leche: un modelo de análisis económico y ambiental. Consultado 15 abr. 2011. Disponible en: <file:///C:/Users/HP1611a/Desktop/TESIS%20LECHUGA/colombia5.html>
22. López, F., (1988). Tesis titulada “Combate Biológico de *Sclerotinia sp.* Agente causal de la pudrición del Cuello de la Lechuga *Lactuca sativa L* con *Trichoderma sp* en condiciones de laboratorio e invernadero”.
23. Lumbi, C., (2011). Tesis titulada “Evaluación de la aclimatación y productividad de 17 cultivares de lechuga tipo Iceberg (*Lactuca sativa L.* var. capitata) a campo abierto, en Macají, cantón Riobamba”. Consultado 28 jun. 2011. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/793/1/13T0715%20LUMBI%20CARLOS.pdf>
24. Mafla, E., Cabezas, D., Carrasco, F., (2002). El riego, la producción y el mercado. Programa de capacitación a promotoras y promotores campesinos Quito – Ecuador. Consultado el 13 de julio del 2012 a las 15:00. Disponible en: [http://www.aguaycambioclimatico.info/biblioteca/ECAM\\_Riego\\_Produccion\\_1.pdf](http://www.aguaycambioclimatico.info/biblioteca/ECAM_Riego_Produccion_1.pdf)
25. Maocho, F., (2009). “Huerto familiar- cultivo de lechuga”. Consultado el 01 de junio del 2011. Disponible en:

file:///C:/Users/HP1611a/Desktop/Huertofamiliar/lechuga/FelixMaocho.htm

26. Mosquera, B. (2010). Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para la elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Localidad: Reserva Ecológica los Ilinizas. Editado por: Nancy Puente Figueroa (FONAG) Septiembre 2010.
27. Ninabanda, J., (2012). Tesis titulada “Alternativas de manejo de las excretas porcinas”, Riobamba – Ecuador Consultado 30 jun. 2011. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2109/1/17T1107.pdf>
28. Normas GAPs, (2012). Lineamientos Específicos de Inocuidad Alimentaria para la Producción y Cosecha de Lechuga y Verduras de Hojas Verdes. Consultado 01 julio 2013. Disponible en: <http://www.lgma.ca.gov/sites/default/files/10.08.12%20CALGMA%20GAPS%20spanish.pdf>
29. Peñaranda, Y., Salcedo, N., Meza, M., (2012). Análisi proximal de la cerdaza. Consultado 08 de julio 2013 10:40 am. Disponible en: <http://cerdazayacaciadecurrens.blogspot.com/2012/08/cerdaza-oporquinaza-la-porquinaza-esta.html>
30. Rincón, L., (2002). Fertirrigación de la lechuga. Consultado 29 jun. 2011. Disponible en: <http://www.precirieg.net/documentacion/lechugaIceberg.pdf>
31. Rivera, H., (1987). Producción de Hortalizas en Relación a la Fertilidad del Suelo en el Área de Chambo. Tesis Ing. Agr. Riobamba. ESPOCH. FIA. P. 13.
32. Rubio, F., (1986). El Riego. Generalidades. Consultado 02 jun. 2011. Disponible en: <file:///C:/Users/HP1611a/Desktop/TESIS%20LECHUGA/el-riego-generalidades.htm>
33. Sánchez, N., (1991). Tesis titulada “Determinación de la Lámina de Riego e intervalo de Riego Optimo en el cultivo de Lechuga *Lactuca sativa L.*”
34. Solagro, (2006). Lechuga .Consultado el 28 de junio a las 18:53 disponible en: <http://www.solagro.com.ec/cultdet.php?vcultivo=LECHUGA>



35. Suquilanda, M., (1995). "Hortalizas. Manual para la producción orgánica". Ediciones UPS FUDAGRO. Quito-Ecuador.
36. Suquilanda, M., (2003). Producción Orgánica de Cinco Hortalizas en la Sierra Centro Norte del Ecuador. Editorial Universidad Central Quito-Ecuador. Pág. 147-164.
37. Terán, G., (2011). Manual de Horticultura, "Aprender haciendo y produciendo". Editorial Creadores Gráficos Ibarra- Ecuador. Pág. 114-116.
38. Trujillo, A., (2005). Riego con Porquinaza. Consultado el 25 mayo del 2011. Disponible en:  
<http://agronica.udea.edu.co/talleres/Produccion%20porcina/Seminario%20Externo/Porquinaza/Riego%20con%20Porquinaza%20%28Alejandro%20Trujillo%29.pdf>
39. Vivas, Y., (2009). Abonos orgánicos. (en línea), consultado 10 de febrero del 2011 a las 20:50 pm Disponible en <http://abonosorganicosyuli.blogspot.com/>



## **ANEXOS**

### **ANEXO 1. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### **Introducción**

Toda actividad productiva o de desarrollo genera impactos positivos y negativos, que en menor o mayor magnitud generan cambios en el medio ambiente. Debido a que en el presente estudio los factores biótico, abiótico y socioeconómico, se verán afectados por las labores culturales y preparación del suelo que son actividades importantes en el cultivo de lechuga

#### **Objetivos**

##### **General:**

Determinar los efectos positivos y negativos que provoca la investigación “Evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)”

##### **Específicos:**

- Identificar las áreas de influencia directa e indirecta afectadas a consecuencia de la implementación de la investigación.
- Establecer medidas de mitigación que permitan atenuar los impactos ambientales negativos.

## **Caracterización ambiental**

### **Ubicación.**

El ensayo se lo realizó en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia San Francisco, ubicado geográficamente en las coordenadas  $3^{\circ}47'92''$  de latitud Norte y  $82^{\circ}18'52''$  de longitud Oeste; con una altitud de 2404 msnm, (Mapa de ubicación)

### **Componente abiótico.**

#### **Clima**

En la zona la temperatura promedio es de  $19^{\circ}\text{C}$ , con una precipitación de 600-800 milímetros anuales y una humedad relativa de 87 %.

#### **Agua**

El agua de riego que llega al sector de San Francisco bajo proviene de la vertiente Cariacu, su trayectoria consiste en pasar por sectores como la Rinconada, Magdalena, la Esperanza, Yaguachi, Cadena, San Juan, y Santa Rosa, por lo cual la calidad de este recurso no es la más recomendada para regadío.

#### **Aire**

El aire no presenta alteraciones excepto cuando los agricultores realizan la práctica de abonado del suelo con pluma de pollo y estiércoles como gallinaza, porquinaza, bovinaza.

#### **Suelo**

Taxonómicamente pertenece al orden molisol y posee las siguientes características: son suelos de color oscuro que se han desarrollado a partir de sedimentos minerales en climas templado húmedo a semiárido, aunque también se presentan en regímenes fríos y cálidos con una cobertura vegetal integrada fundamentalmente por gramíneas, textura franca con una profundidad mayor a 100 cm, porcentaje de pedregosidad menor al 10%, buen drenaje, nivel freático mayor a 100 cm, pH ligeramente ácido (6,3), sin toxicidad sin grado de erosión y nivel de fertilidad alto (Sigagro, 2008 citado por Colimba y Morales, 2011).

### **Componente biótico.**

#### **Flora**

En el sector existen poblaciones moderadas de las siguientes especies: Arbóreas (eucalipto, ciprés); Frutales (guaba, limón, aguacate, babaco); Arbustivas (chilca, uña de gato), Cultivos de ciclo corto (maíz, fréjol, papa) y Forrajeras ( Kikuyo, raygras, tréboles, lengua de vaca)

#### **Fauna.**

Animales domésticos: vacas, cerdos, pollos, cuyes, patos, perros; mientras que en los silvestres podemos identificar: aves (pájaros, picaflores tórtolas, gallinazos); mamíferos (ratones, raposas, chucuri); reptiles (lagartijas); anfibios (ranas, sapos) y una gran variedad de insectos (orden coleóptera y lepidóptera).

### **Descripción del proyecto**

Las actividades desarrolladas en el trabajo de investigación se detallan en el capítulo III, en el literal **3.5** Manejo específico del experimento, por esta razón solo serán enumerados:

1. Preparación del terreno
2. Surcado
3. Transplante
4. Riegos
5. Aplicación de porquinaza
6. Deshierbas y aporques
7. Cosecha

#### **Área de influencia.**

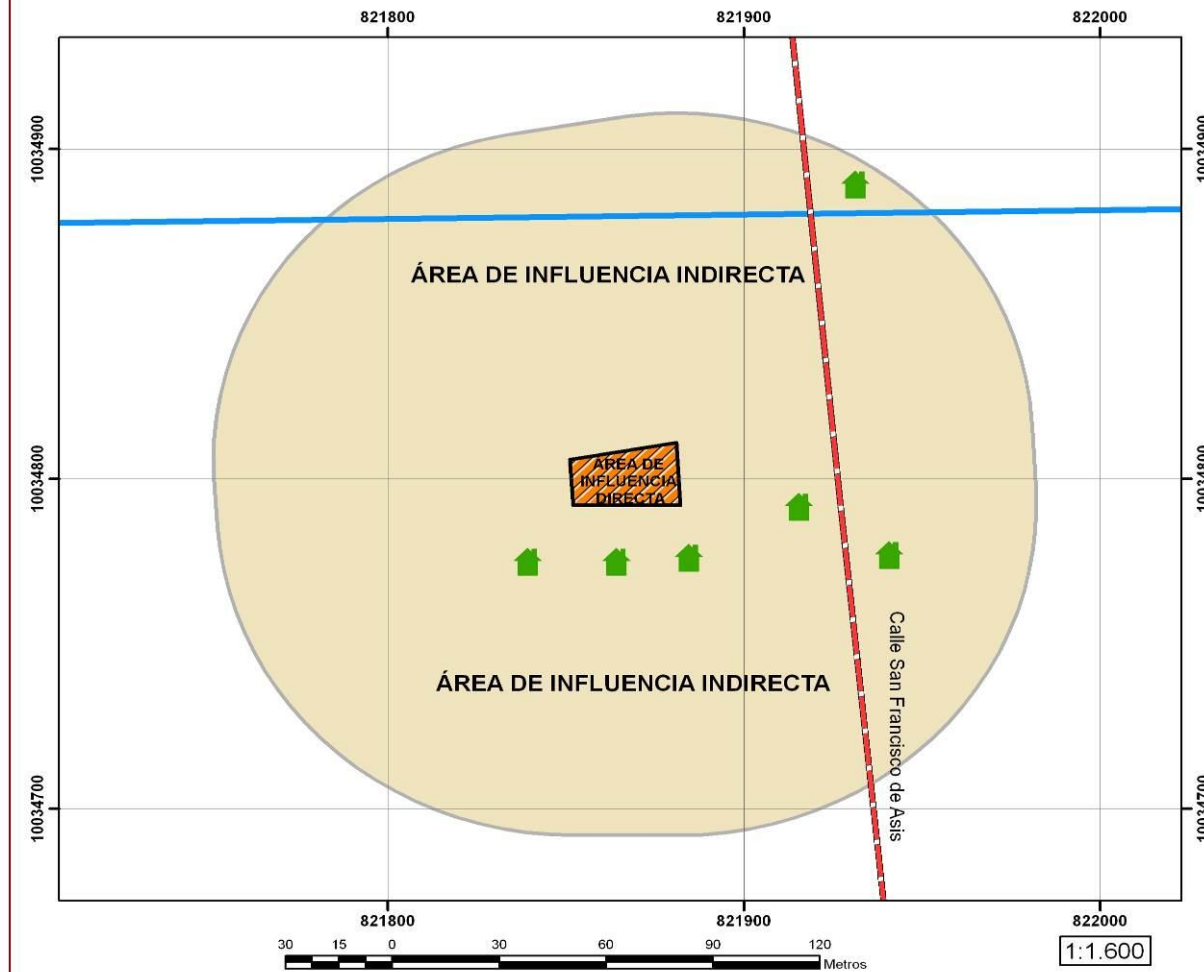
##### **Área de influencia directa.**

Se define como área de influencia directa, al espacio que comprende el ensayo investigativo  $561 \text{ m}^2$ , ya que las actividades realizadas afectan de manera directa en dicho espacio.

##### **Área de influencia indirecta.**

El área de influencia indirecta es la superficie que cubre 100 metros a la redonda, tomando como centro el área de influencia directa. Tiene una superficie de  $31\,416 \text{ m}^2$ , aproximadamente, dentro de dicho espacio se localizan cinco viviendas.

# MAPA DE UBICACIÓN PUNTUAL DEL ÁREA DE ENSAYO



MAPA DE ÁREAS DE INFLUENCIA  
05 - IX - 2013



### SIMBOLOGÍA

- ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA
- ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA
- VIVIENDAS
- ACEQUIA

### VÍAS

**Descripción**

- RUTA PRIMARIA
- RUTA SECUNDARIA
- RUTA LOCAL

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO: Evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego, al cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.), var. Crisphead, en la parroquia San Francisco, cantón Ibarra.

ESCALA: LA INDICADA	FUENTES: Sistema Nacional de Información, 2013. TRABAJO DE CAMPO 2013.
ARCHIVO DE UBICACION: CDS O PRACTICAS MAPA DE ÁREAS DE INFLUENCIA	ZONA DE ESTUDIO: PARROQUIA SAN FRANCISCO CANTÓN IBARRA, PROVINCIA DE IMBABURA
DATOS CARTOGRAFICOS: PROYECCIÓN UTM DATUM WGS 84 ZONA 17 S	AUTORES: JESSICA PINNICO FREDY ANAGARICA

**MAPA 3**

## **Marco legal.**

### **Constitución Política del Ecuador.**

En el artículo 66 de la Constitución Política de la República del Ecuador, en su numeral 27 menciona que todos los ecuatorianos tenemos derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Además que se asegure una vida decente y saludable para las futuras generaciones.

En el artículo 83 se refiere a la responsabilidad que tenemos los ecuatorianos y ecuatorianas a defender, conservar y preservar el ambiente, respetando sus derechos y haciendo uso de sus bondades de una manera racional, sostenible y sustentable.

### **Ley de Gestión Ambiental**

Los artículos 6, 19, 20, 21, 23, 24, 39 contenidos en el capítulo II relativo a evaluación de impacto ambiental y al control ambiental, indica que:

La explotación racional de recursos naturales en ecosistemas frágiles o en áreas protegidas, se realizará por excepción y siempre que se cuente, con la antelación debida, del respectivo Estudio de Impacto Ambiental.

Todo tipo de obra, proyecto o actividad de carácter público o privado que pueda causar impacto al ambiente, debe ser calificado previo a su ejecución de acuerdo al Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA).

Para obtener la licencia ambiental y para cumplir con las normas, leyes y reglamentos vigentes en el Ecuador, los sistemas de manejo ambiental deben contener lo siguiente: estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono.

Son motivo de evaluación de impacto, todos los efectos que se ocasionen a los componentes abióticos, bióticos y antrópicos del ambiente.

La evaluación de impacto ambiental debe comprender la estimación de los probables efectos sobre la población y el medio ambiente, la identificación de



posibles alteraciones en las condiciones de tranquilidad pública, y la detección de las incidencias que la actividad o proyecto puede acarrear sobre los elementos del patrimonio cultural, histórico o escénico.

En obras públicas o privadas, las obligaciones que se desprenden del sistema de manejo ambiental pasan a formar parte de los correspondientes contratos.

Las instituciones encargadas de administrar recursos naturales, controlar la contaminación y proteger el medio ambiente, deben establecer programas de monitoreo sobre el estado ambiental en las áreas de su competencia, que permitan informar sobre las probables novedades a la autoridad ambiental nacional o a las entidades del régimen seccional autónomo.

## **TULSMA**

En el libro VI de la Calidad Ambiental se dan las directrices nacionales sobre el proceso de evaluación de impacto ambiental a través del sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA), que establece todas las condiciones y pasos a cumplirse para obtener la licencia ambiental. Además en este libro existen contenidos que hablan de la prevención y control de la contaminación y que se apoyan en parámetros técnicos permisibles, estipulados en los siguientes anexos:

**Anexo 1.** Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, que tiene como objetivo principal proteger la calidad del recurso agua para preservar la integridad de las personas, el ambiente y sus interrelaciones.

**Anexo 4.** Norma de calidad del aire ambiente, que busca preservar la salud de las personas y el bienestar del ambiente, para ello esta norma establece límites máximos permisibles de contaminantes del aire del suelo y del aire ambiente.

**Anexo 6.** Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, que tiene como objetivo la prevención y control de la contaminación ambiental por efecto de este tipo de residuos, en lo referente a los recursos aire, agua y suelo.

**Anexo 7.** Listados nacional de productos químicos prohibidos, peligrosos y de uso severamente restringido que se utilicen en el Ecuador.

#### **Declaratoria de efectos.**

##### **Paisaje.**

El paisaje se verá afectado por la presencia de elementos ajenos a su naturaleza como la delimitación e identificación de las parcelas con estacas y rótulos respectivamente.

##### **Aire.**

Habrà contaminación del aire por la aplicación de porquinaza.

##### **Suelo.**

Mejorará sus características físicas y químicas por ende aumenta su fertilidad y productividad.

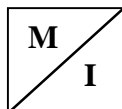
#### **Evaluación de impactos.**

##### **Metodología.**

Los impactos producidos por la investigación se evaluaron por el método de la Matriz de Leopold, que es una tabla de doble entrada donde se relacionan las actividades realizadas ubicadas en las filas, con los componentes ambientales ubicados en las columnas, produciéndose así una interacción que se la calificará aplicando los parámetros de Magnitud e Importancia con la siguiente escala:

**Magnitud (M).**- del 1 al 10 para los impactos positivos y del -1 al -10 para los impactos negativos, se ubica en la parte superior de la casilla.

**Importancia (I).**- del 1 al 10, se ubica en la parte inferior de la casilla.



**Evaluación.**

Los impactos producidos se evaluaron en las siguientes matrices:

**Tabla 27.** Matriz de identificación de impactos

FACTORES AMBIENTALES / ACCIONES DEL PROYECTO			1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES										
			Arado	Rastrado	Delimitación del área	Surcado	Siembra	Riegos		Aplicación de Porquinaza	Deshierbas	Aporques	Cosecha
CAT	COMPONENTES	ELEMENTOS											
ABIÓTICOS	SUELO	ESTRUCTURA	X	X		X		X		X	X	X	
		EROSIÓN	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	AGUA	CAUDAL						X	X				
		CALIDAD						X	X				
AIRE	CALIDAD	X	X						X				
BIÓTICOS	FLORA	MICRO Y MACRO FLORA	X	X		X					X	X	
	FAUNA	MICRO Y MACRO FAUNA	X	X		X	X				X	X	
SOCIAL ECONÓMICO Y CULTURAL	USO DEL TERRITORIO	AGRÍCOLA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	INTERÉS HUMANO	GENERACIÓN DE EMPLEO	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
		ESTILO DE VIDA DEL AGRICULTOR							X		X		X
		FORMAS DE PRODUCCIÓN						X		X		X	

Tabla 28. Matriz de evaluación de impactos

FACTORES AMBIENTALES			1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES												EVALUACIONES		
			Arado	Rastrado	Delimitación del área	Surcado	Siembra	Riegos		Aplicación de Porquinaza	Deshierbas	Aporques	Cosecha	AFECCIONES POSITIVAS	AFECCIONES NEGATIVAS	AGREGACIÓN DE IMPACTOS	
CAT	COMPONENTES	ELEMENTOS															
ABIÓTICOS	SUELO	ESTRUCTURA	-4	-4		-2		2		6	-2	-2		2	5	8	
		EROSIÓN	-3	-3		-4	-2	4	-3	5	4	-2	-2	-3	2	8	-26
	AGUA	CAUDAL						9	-5	6				1	1	42	
		CALIDAD						9	-4	5				1	1	52	
	AIRE	CALIDAD	-1	-1						-6	9			0	3	-58	
BIÓTICOS	FLORA	MICRO Y MACRO FLORA	-1	-1		-1					-1	-1		0	5	-7	
	FAUNA	MICRO Y MACRO FAUNA	-1	-1		-1	-1				-1	-1		0	6	-12	
SOCIAL ECONOMICO Y CULTURAL	USO DEL TERRITORIO	AGRICOLA	1	1	1	1	3	7	2	3	2	1	7	11	0	69	
	INTERÉS HUMANO	GENERACION DE EMPLEO	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	10	0	11	
		ESTILO DE VIDA DEL AGRICULTOR						6		6			4	3	0	40	
		FORMAS DE PRODUCCION					4	5	4	4		4	3	0	40		
EVALUACIONES		AFECCIONES POSITIVAS	2	2	1	2	2	8	2	6	2	2	4	159			
		AFECCIONES NEGATIVAS	5	5	0	4	2	0	3	1	4	4	1				
		AGREGACION DE IMPACTOS	-15	-15	1	-16	9	226	-60	38	-9	-8	8				

### **6.7.3 Interpretación de los resultados**

Al analizar la evaluación de impactos podemos apreciar que el 50% son impactos positivos, inclusive la puntuación más alta también es positiva, lo que nos indica que el trabajo investigativo es ambientalmente viable; el resto de impactos

### **6.7.4 Medidas correctivas**

El riego por gravedad es la acción negativa más alta, al igual que, el factor calidad del aire y para mitigar sus impactos se recomienda las siguientes medidas correctivas:

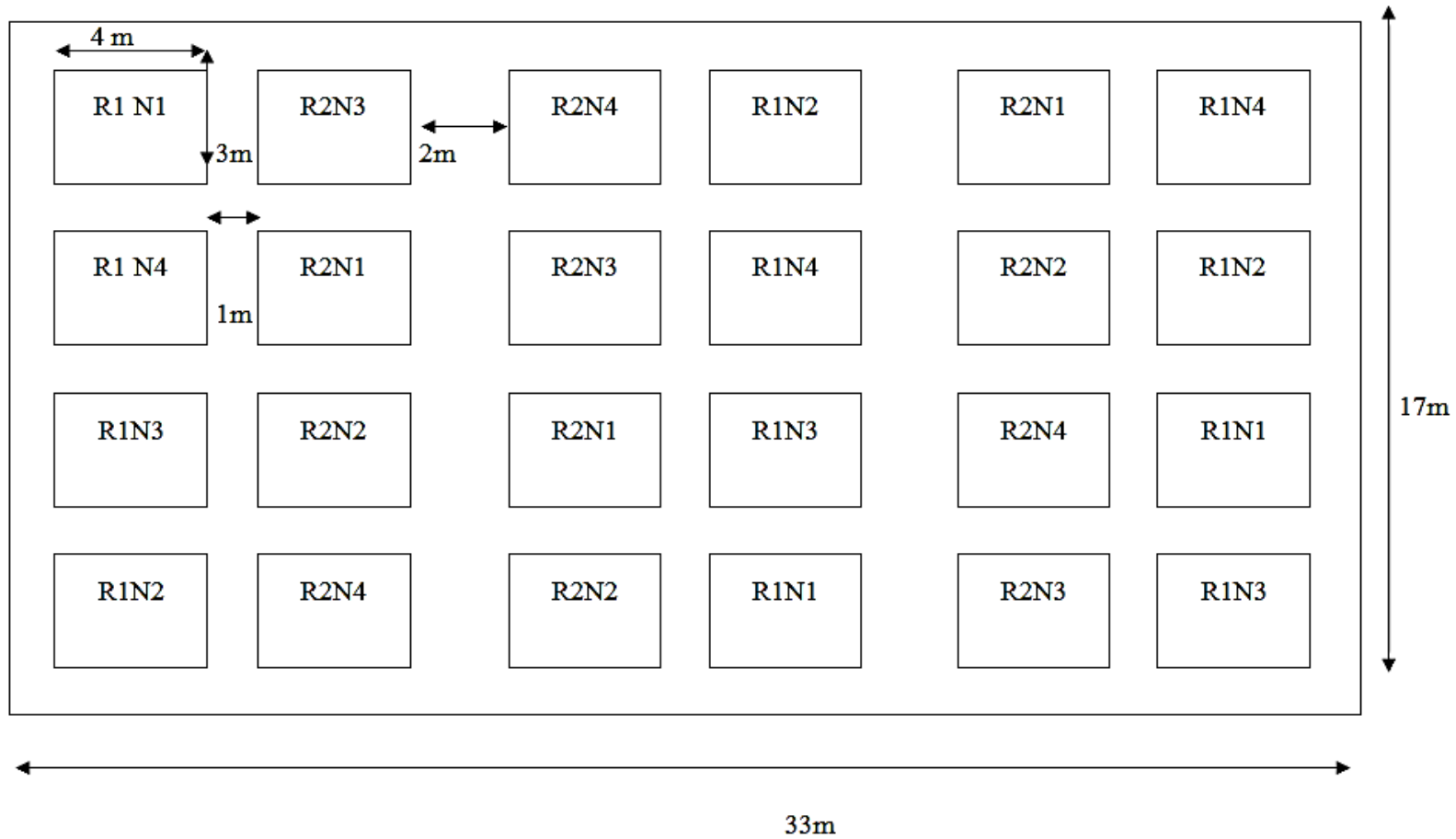
1. Implementar el riego por goteo con el fin de reducir el arrastre de nutrientes y optimizar el recurso hídrico.
2. Aplicar la porquinaza en horas menos ventosas y de menor exposición solar para evitar la dispersión de olores desagradables.

**ANEXO 2. DISTRIBUCIÓN DEL ENSAYO EN EL CAMPO.**

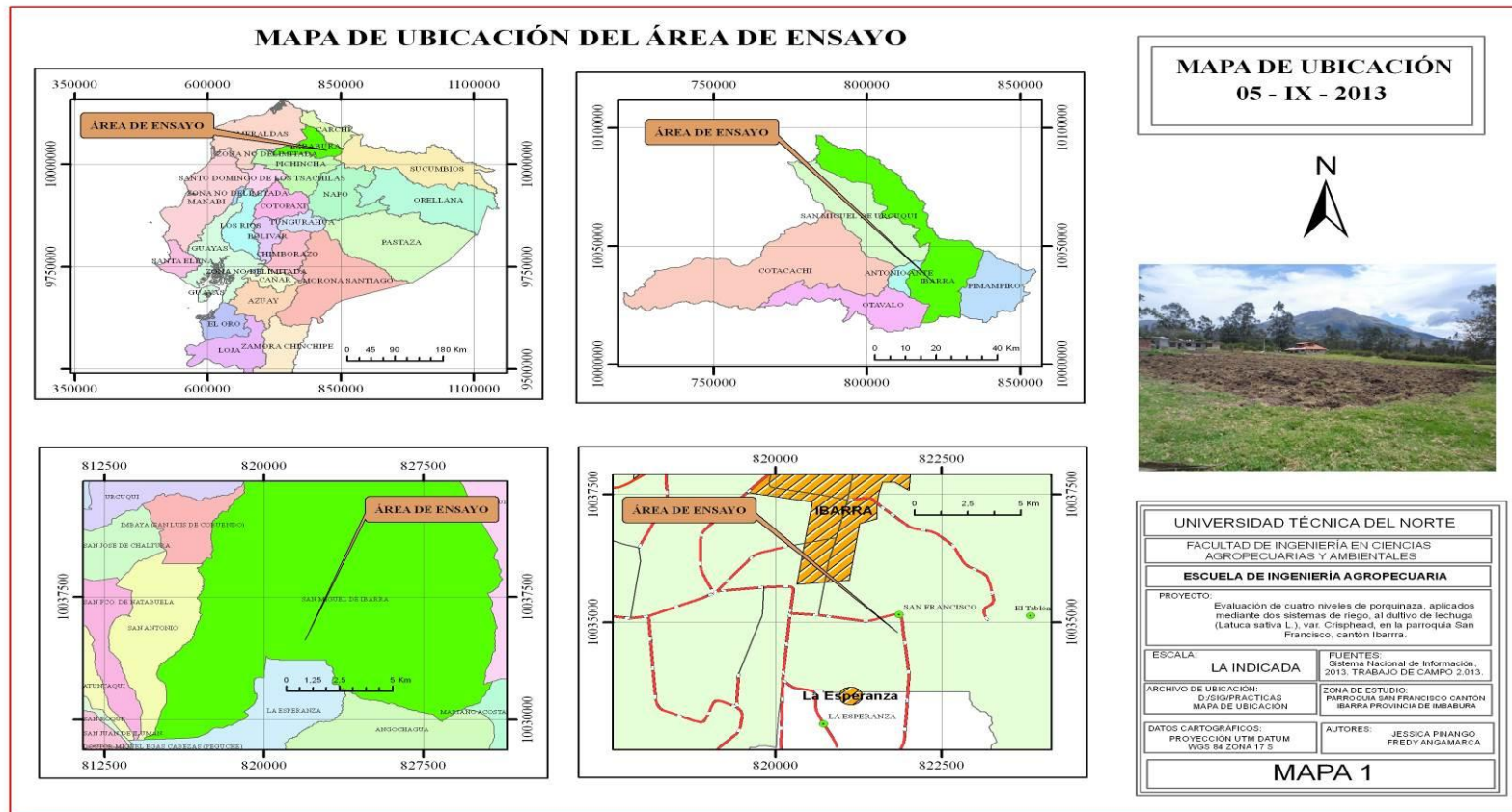
**I**

**II**

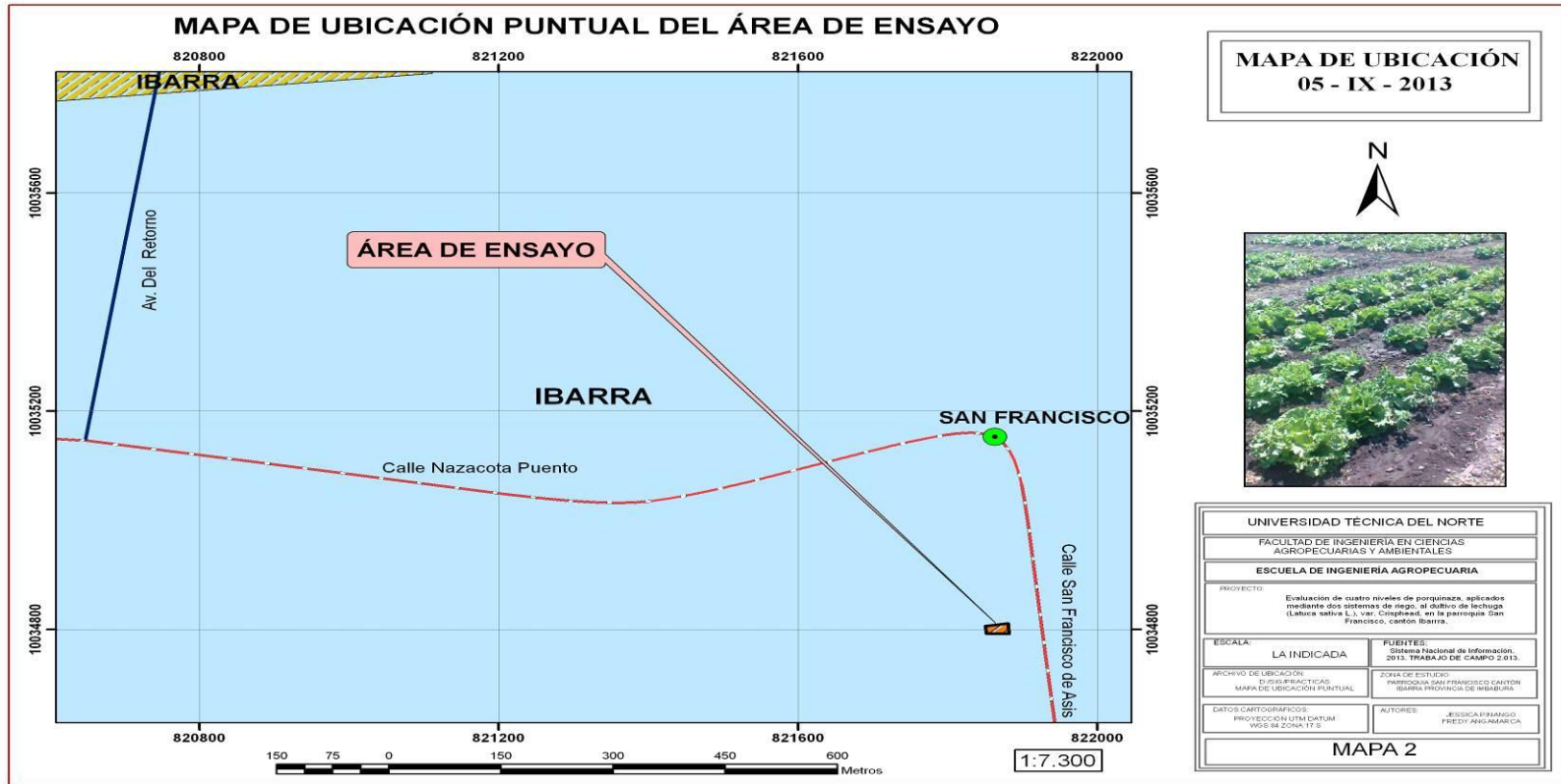
**III**





## ANEXO 3. MAPAS DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO







## ANEXO 4. ANÁLISIS DE SUELO

 <p><b>INIAP</b> INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p><b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693</p>	
<b>REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS</b>		
<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> <p>Nombre : FREDDY ANGAMARCA Dirección : IBARRA Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> <p>Nombre : SAN FRANCISCO Provincia : IMBABURA Cantón : IBARRA Parroquia : SAGRARIO Ubicación :</p>	
<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL LOTE</b></p> <p>Cultivo Actual : BABACO Cultivo Anterior : MAÍZ Fertilización Ant. : Superficie : 600m2 Identificación : MUESTRA 1</p>	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> <p>Nº Reporte : 7.489 Nº Muestra Lab. : 68899 Fecha de Muestreo : 09/06/2011 Fecha de Ingreso : 12/06/2011 Fecha de Salida : 18/06/2011</p>	


  


Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	49.00	ppm	
P	13.00	ppm	
S	5.20	ppm	
K	0.35	meq/100 ml	
Ca	9.50	meq/100 ml	
Mg	3.80	meq/100 ml	
Zn	1.40	ppm	
Cu	7.30	ppm	
Fe	113.00	ppm	
Mn	6.00	ppm	
B	0.39	ppm	
pH	6.30		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na	0.06	meq/100 ml	
CE	0.25	mmhos/cm	
MO	1.90	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2,5	10,9	38,0	13,7						

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA

**ANEXO 5. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DE RIEGO,  
PORQUINAZA Y LECHUGA.**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°: 070 - 2012

Ibarra, 18 de septiembre de 2012

Análisis solicitado por:

Srta. Jessica Pinango

Número de muestras :

Cinco: Lechugas, Porcinasa y Agua de riego

Fecha de recepción de las  
muestras:

12 de septiembre de 2012

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados					Metodo de ensayo
		L1	L2	S1	S2	A.R.	
Recuento Aerobios Mesófilos	UFC/g	1200	50	134000	0	22000	AOAC 989.10
Recuento de Coliformes	UFC/g	400	0	0	0	3000	
Recuento de <i>E. coli</i>	UFC/g	0	0	0	0	600	

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bloq. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



**Misión Institucional**

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo  
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199  
(06) 2 609-420 2 640 - 811 Fax: Ext:1011  
E-mail: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec

## ANEXO 6. ANÁLISIS DE PORQUINAZA

<b>LABONORT</b>		
LABORATORIOS NORTE		
Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roldos	Ibarra-Ecuador.	cel. 0999591050

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** JESSICA PINANGO  
**MUESTRA:** BIOL LIQUIDO PORQUINAZA  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 4962  
**FECHA:** 21/08/2013

#### RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	82,56	0,0083
FÓSFORO	118,90	0,0119
AZUFRE	1186,40	0,1186
POTASIO	1883,70	0,1884
CALCIO	746,00	0,0746
MAGNESIO	349,20	0,0349
ZINC	3,64	0,0004
COBRE	0,39	0,000039
HIERRO	143,34	0,0143
MANGANESO	0,47	0,00005
BORO	1,90	0,0002

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,57
CE**	1,239 dS/m

\*\* Conductividad eléctrica

**Dr. Quím. Edison M. Miño M.**  
**RESPONSABLE DE LABONORT**



**ANEXO 7. ELEMENTOS APLICADOS EN kg/ha DE ACUERDO A LOS NIVELES DE PORQUINAZA.**

<b>ELEMENTOS APLICADOS EN kg/ha DE ACUERDO A LOS NIVELES DE PORQUINAZA</b>				
<b>ELEMENTO</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>N4</b>
NITRÓGENO*	-	332	664	996
FÓSFORO	-	476	952	1428
AZUFRE	-	4744	9488	14232
POTASIO	-	7536	15072	22608
CALCIO	-	2984	5968	8952
MAGNESIO	-	1396	2792	4188
ZING	-	16	32	48
COBRE	-	1,56	3,12	4,68
HIERRO	-	572	1144	1716
MANGANESO	-	2	4	6
BORO	-	80	160	240

Fuente: Los autores.

**ANEXO 8. LIBRO DE CAMPO.**

**Tabla 29.** Porcentaje de sobrevivencia

<b>Trat.</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b><math>\bar{X}</math> (%)</b>
<b>T1</b>	92,31	96,92	89,23	278,46	92,82
<b>T2</b>	93,85	90,77	90,77	275,39	91,80
<b>T3</b>	90,77	89,23	95,38	275,38	91,79
<b>T4</b>	95,38	92,31	92,31	280,00	93,33
<b>T5</b>	75,38	89,23	87,69	252,30	84,10
<b>T6</b>	92,31	92,31	81,54	266,16	88,72
<b>T7</b>	80,00	84,62	83,08	247,70	82,57
<b>T8</b>	76,92	78,46	89,23	244,61	81,54

Fuente: Los autores.

**Tabla 30.** Altura de planta a los 15 días

<b>Trat.</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b><math>\bar{X}</math> (cm)</b>
<b>T1</b>	9,28	8,98	9,01	27,27	9,09
<b>T2</b>	9,35	9,37	9,24	27,96	9,32
<b>T3</b>	9,59	9,59	9,54	28,72	9,57
<b>T4</b>	9,72	9,58	9,60	28,90	9,63
<b>T5</b>	9,35	9,29	9,14	27,78	9,26
<b>T6</b>	9,59	9,43	9,63	28,65	9,55
<b>T7</b>	9,52	9,76	9,51	28,79	9,60
<b>T8</b>	9,59	9,73	9,56	28,88	9,63

Fuente: Los autores.

**Tabla 31.** Altura de planta a los 30 días

<b>Trat.</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b><math>\bar{X}</math> (cm)</b>
<b>T1</b>	10,92	10,85	10,83	32,60	10,87
<b>T2</b>	11,26	11,68	11,78	34,72	11,57
<b>T3</b>	12,52	12,27	12,38	37,17	12,39
<b>T4</b>	12,53	12,29	11,69	36,51	12,17
<b>T5</b>	11,15	10,97	10,96	33,08	11,03
<b>T6</b>	11,71	12,56	11,51	35,78	11,93
<b>T7</b>	12,56	12,58	12,59	37,73	12,58
<b>T8</b>	13,11	13,29	12,82	39,22	13,07

Fuente: Los autores.

**Tabla 32.** Altura de planta a los 45 días

<b>Trat.</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b><math>\bar{X}</math> (cm)</b>
<b>T1</b>	17,19	17,17	17,56	51,92	17,31
<b>T2</b>	17,38	18,20	18,02	53,60	17,87
<b>T3</b>	18,08	18,46	18,78	55,32	18,44
<b>T4</b>	18,25	19,42	19,83	57,50	19,17
<b>T5</b>	17,34	17,82	17,43	52,59	17,53
<b>T6</b>	19,43	18,61	18,68	56,72	18,91
<b>T7</b>	18,94	18,91	19,41	57,26	19,09
<b>T8</b>	19,16	19,45	19,18	57,79	19,26

Fuente: Los autores.

**Tabla 33.** Días a la formación del repollo

<b>Trat.</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b><math>\bar{X}</math> (días)</b>
<b>T1</b>	53	52	56	161	54
<b>T2</b>	45	43	40	128	43
<b>T3</b>	40	44	41	125	42
<b>T4</b>	43	46	42	131	44
<b>T5</b>	62	57	59	178	59
<b>T6</b>	54	52	50	156	52
<b>T7</b>	50	52	49	151	50
<b>T8</b>	47	48	44	139	46

Fuente: Los autores.

**Tabla 34.** Días a la cosecha

<b>Trat.</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b><math>\bar{X}</math> (días)</b>
<b>T1</b>	95	96	89	280	93
<b>T2</b>	80	87	91	258	86
<b>T3</b>	69	79	70	218	73
<b>T4</b>	71	78	77	226	75
<b>T5</b>	107	108	113	328	109
<b>T6</b>	98	87	102	287	96
<b>T7</b>	91	88	92	271	90
<b>T8</b>	84	91	91	266	89

Fuente: Los autores.

**Tabla 35.** Rendimiento

<b>Trat.</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b><math>\bar{X}</math> (TM)</b>
<b>T1</b>	57,73	49,64	41,30	148,67	49,56
<b>T2</b>	81,33	87,61	90,29	259,23	86,41
<b>T3</b>	81,80	85,24	95,82	262,86	87,62
<b>T4</b>	82,67	84,09	66,36	233,12	77,71
<b>T5</b>	32,67	39,98	33,25	105,90	35,30
<b>T6</b>	62,73	46,82	39,75	149,30	49,77
<b>T7</b>	64,21	69,58	65,86	199,65	66,55
<b>T8</b>	62,82	59,50	74,70	197,02	65,67

Fuente: Los autores.

## ANEXO 9. FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Preparación del terreno



Fotografía 2. Delimitación de parcelas



Fotografía 3. Trasplante





Fotografía 4. Supervivencia



Fotografía 5. Altura de planta



Fotografía 6. Riego por goteo



Fotografía 7. Riego por gravedad



Fotografía 8. Porquinaza



Fotografía 9. Aplicación de porquinaza



Fotografía 10. Deshierba y aporque



Fotografía 11 .Inicio de la formación del repollo



Fotografía 12. Cultivo a los 48 días después del transplante



Fotografía 13 .Días a la cosecha



Fotografía 14. Revisión del Director de tesis



Fotografía 15 .Repollos cosechados