UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS

TRES FUNGICIDAS SISTÉMICOS EN EL CONTROL DE MILDIU (*Peronospora farinosa f. sp. spinacia*), MEDIANTE RIEGO POR MICROASPERSIÓN EN EL CULTIVO DE ESPINACA EN K'AYRA, SAN JERÓNIMO – CUSCO

PRESENTADO POR:

Br. FLORCITA MEJIA QQUECCAÑO

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

ASESOR:

Dr. CARLOS JESÚS BACA GARCÍA

CUSCO - PERÚ

2026

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor** ...CARLOS JESÚS BACA GARCÍA..... quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesistitulada: ...TRES FUNGICIDAS SISTÉMICOS EN EL CONTROL DE MILDIU (Peronospora farinosa f. sp. spinaciae), MEDIANTE RIEGO POR MICROASPERSIÓN EN EL CULTIVO DE ESPINACA EN K'AYRA, SAN JERÓNIMO - CUSCO.....

Presentado por: ...FLORCITA MESIA QQUECCAÑO..... DNI N° ...75063408;

presentado por: ..... DNI N°: .....

Para optar el título Profesional/Grado Académico de ...INGENIERO AGRÓNOMO.....

.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por ...01... veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del ***Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC*** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de ...5.....**%.**

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 23 de setiembre de 20.26.....

.....
Firma

Post firma...Dr. Carlos Jesús Baca García.....

Nro. de DNI...23952035.....

ORCID del Asesor...0000-0002-8284-0614.....

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** ...27259:627969932.....

FLORCITA MEJIA QQUECCAÑO

TRES FUNGICIDAS SISTÉMICOS EN EL CONTROL DE MILDIU (Peronospora farinosa f. sp. spinacia), MEDIANTE RIEGO POR ...

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::27259:627969932

Fecha de entrega
22 sep 2026, 5:06 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
22 sep 2026, 5:13 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
1 TRES FUNGICIDAS SISTÉMICOS EN EL CONTROL DE MILDIU (Peronospora farinosa f. sp. spinacia....pdf

Tamaño del archivo
11.4 MB

185 páginas

34.511 palabras

176.137 caracteres

5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 25 palabras)

Fuentes principales

5% Fuentes de Internet
0% Publicaciones
2% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios por ser mi fuente inagotable de sabiduría y fortaleza, quien con su guía constante iluminó mi camino y me sostuvo en los momentos de incertidumbre.

A mis padres y hermanos, por su apoyo y confianza, por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

A mi novio Milton, por su paciencia, su comprensión y mi hijo Izan F. por ser mi mayor motivación.

A mis familiares, quienes con sus valiosas enseñanzas forjaron mi carácter y me guiaron en el camino para convertirme en una mejor versión de mí mismo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme como profesional. A sus docentes, por sus valiosas enseñanzas, su paciencia y la sabiduría que me transmitieron a lo largo de mi formación académica

A la Facultad de Agronomía y Zootecnia y la Escuela Profesional de Agronomía, por haberme proporcionado los conocimientos y las herramientas necesarias para mi desarrollo profesional. A mis docentes de la facultad por la información de conocimientos impertidos durante mi desarrollo académico.

A mi distinguido asesor de tesis Dr. Carlos Jesús Baca García, por su invaluable guía, su dedicación y sus atinados consejos, que fueron cruciales para el desarrollo y conclusión de este trabajo de investigación.

Al Ing. Wilfredo Catalán Bazán por compartir sus experiencias en campo y laboratorio. Y al Ing. Luis Justino Lizárraga Valencia por compartir sus experiencias en laboratorio

A mis amigos y colegas de estudio, por su amistad, compañerismo y las enriquecedoras discusiones que tuvimos a lo largo de nuestra formación. y por supuesto al Grupo de Estudios de Ingeniería & Riego (GEIR).

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA……ii

AGRADECIMIENTO…… ..iii

RESUMEN……vi

INTRODUCCIÓN……vii

I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO 1

1.1. Identificación del Problema 1

1.2. Formulación de Problema 2

1.2.1. Problema General 2

1.2.2. Problemas Específicas 2

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN 3

2.1. Objetivo General 3

2.2. Objetivos Específicos 3

2.3. Justificación 3

III. HIPÓTESIS 5

3.1. Hipótesis General 5

3.2. Hipótesis Especifico 5

IV. MARCO TEÓRICO 6

4.1 Antecedentes 6

4.1.3. Local 7

4.2 Terminología de conceptos 8

4.3 Características Principales del Cultivo Espinaca 9

4.4 Quimigación en el mundo 23

4.5 Sistema de Quimigación 24

4.6 Control Químico “Fungicidas” 29

4.7 Sistema de Riego 34

4.8 Mildiu 41

4.9 Metodologías para el desarrollo de la investigación 49

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 63

5.1 Tipo de Investigación 63

5.2 Ubicación espacial de la investigación 63

5.3 Historial del Campo Experimental 65

5.4 Diseño Experimental 66

5.5 Materiales 70

5.6 Fungicidas 71

5.7 Metodologías aplicadas 72

5.8 Matriz de operacionalización de variables en estudio 89

5.9 Conducción del experimento 89

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES 101

6.1 Resultados de evaluación de Intensidad de la Enfermedad 102

6.2 Resultados para rendimiento de la planta 109

6.3 Resultados para comportamiento agronómico 111

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS 118

VIII. BIBLIOGRAFÍA 120

RESUMEN

La investigación titulada “TRES FUNGICIDAS SISTÉMICOS EN EL CONTROL DE MILDIU (*Peronospora farinosa* f. sp. *spinacia*), MEDIANTE RIEGO POR MICROASPERSIÓN EN EL CULTIVO DE ESPINACA EN K’AYRA, SAN JERÓNIMO – CUSCO” tuvo como objetivo Evaluar el efecto de tres fungicidas sistémicos sobre el control del mildiu aplicados mediante microaspersión, el rendimiento y comportamiento agronómico del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea L.)* bajo condiciones de K’ayra – Cusco. Para ello, se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones: T1: Phyton 27 (2.43 ml), T2: Traslate 80 % WP (3.64 g), T3: Treben 500 WP (1.94 g) y T4: Testigo.

Los tratamientos mostraron un efecto significativo (99 % de confianza) en la reducción de la severidad. El fungicida Traslate 80 % WP (fosetil-aluminio) fue el más eficaz, al registrar la menor tasa de severidad (31.13 %) frente a Phyton 27 (41.56 %), Treben 500 WP (42.19 %) y el testigo (58.44 %); no obstante, la incidencia generalizada alcanzó entre el 96 % y 100 %. Por otro lado, la aplicación de los fungicidas no alteró el rendimiento foliar, el cual obtuvo un promedio general homogéneo de 221.4 g por unidad experimental. Asimismo, las variables del comportamiento agronómico se mantuvieron estables en comparación con el testigo, consolidando promedios de 23.9 cm de altura, 26 hojas, 17.7 cm de longitud de limbo foliar y 10.9 cm de ancho del limbo foliar, lo que demuestra que el desarrollo morfológico estuvo regulado por factores ambientales.

Palabras clave: Hospedero, Mildiu, Fungicida, Control

INTRODUCCIÓN

La espinaca (*Spinacia oleracea* L.) se clasifica como una hortaliza herbácea de ciclo anual o bienal, con la excepción de algunas variedades perennes. Se caracteriza por ser una fuente excelente de vitamina A, vitamina C, hierro y otros minerales esenciales.

Desde el punto de vista agronómico, se trata de un cultivo de ciclo corto que permite varias cosechas durante su período vegetativo. Es una especie fácil de cultivar y que, además, presenta una demanda constante en el mercado. La selección y el mercadeo de esta hortaliza requieren una clasificación que considera diversos atributos morfológicos, incluyendo la forma de las hojas, su coloración, la longitud del peciolo, el tamaño del limbo, y un criterio significativo adicional: su precocidad.

A nivel mundial China lidera en producción de espinaca con 736,098 hectáreas con un rendimiento de 43,102.7 kg/ha, seguido por Estados Unidos con rendimiento de 14,317 kg/ha) en el año 2023 **FAO (2023).** En Perú, en el año 2022, la superficie sembrada de espinaca fue de 1430 hectáreas, manteniendo el cuarto lugar dentro de las hortalizas de hojas y tallos, antecedido por lechuga, col y apio. El rendimiento de promedio nacional en 2022 fue 20,566 kg/ha y en 2023 alcanzó a 20,103.7 kg/ha. La mayor producción de espinaca se realiza en regiones como Arequipa, Junín y La Libertad.

En la región de Cusco se obtuvieron los 1362 kg/ha de rendimiento en el año 2021 y se considera que es el primer año con alta producción de esta hortaliza, **MINAGRI (2022).** Las zonas hortícolas son las comunidades de Ccorrao, Pumamarca, Sucso, Aucaylle y Ayarmaca en el distrito de San Sebastián; Conchacalla y Usphabamba en el distrito de San Jerónimo; y Chocco en el distrito de Santiago. . Asimismo, este cultivo se está expandiendo gradualmente hacia nuevas áreas agrícolas mediante la introducción de variedades mejoradas en las provincias de Urubamba, Calca, Paruro, Anta, Canchis y Acomayo producen en escalas menores a campo Abierto y dentro del invernadero.

Estados Unidos reporta a mildiu velloso como una de las enfermedades de mayor importancia económica en espinaca, avaladas por 4 estudios desde 1994 a 2005. La principal enfermedad de la espinaca es el mildiu velloso causado por el hongo Peronospora farinosa f. sp. Spinacia, **Niño N. et al. (2009)**. En 2004 se reportaron diez razas patogénicas de este hongo en cultivos de Estados Unidos, Europa y Japón. (Feng et al. 2014) indican que se identificó raza 11, raza 12, raza 13 y 14, raza UA4711 y raza UA1312. Evaluado en 116 cultivares de espinaca, 103 líneas comerciales y 13 cultivares diferenciales. Actualmente, el Grupo de Trabajo Internacional sobre *Peronospora* en Espinaca (IWGP) reconoce oficialmente 20 razas de este patógeno, **ICF (2021).**

La producción de espinaca en Cusco, Perú, enfrenta pérdidas comerciales de hasta el 20 a 40% por el mildiu velloso, un patógeno que compromete la rentabilidad agrícola ante la baja eficiencia de los controles químicos tradicionales. Además, la zona carece de estudios previos sobre soluciones tecnológicas sostenibles para combatir esta enfermedad devastadora.

Para solucionar esta problemática, se propone implementar un sistema de riego por microaspersión que integre la aplicación de fungicidas sistémicos, optimizando recursos hídricos y reduciendo costos de producción. Esta innovación busca frenar el patógeno de manera eficiente, mejorando el rendimiento del cultivo y elevando los ingresos socioeconómicos de los productores locales.

I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Identificación del Problema

El cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.) en la región de Cusco representa un eje estratégico para la seguridad alimentaria y la economía de las familias agricultoras, concentrándose principalmente en zonas de producción hortícola tradicional. No obstante, la sostenibilidad y la rentabilidad de este sistema agrícola —tanto a campo abierto como bajo fitotoldo— se encuentran severamente amenazadas por factores fitosanitarios.

El problema central radica en la alta susceptibilidad de esta hortaliza al ataque del mildiu, una enfermedad devastadora causada por el oomiceto fitopatógeno *Peronospora farinosa f. sp. spinaciae*. De acuerdo con estimaciones técnicas, el daño directo por este patógeno en el cultivo de espinaca genera pérdidas comerciales que oscilan habitualmente entre el 20% y el 40% bajo condiciones normales; sin embargo, estas pueden dispararse hasta el 80% o 100% de pérdida total ante escenarios climáticos críticos y en ausencia de un manejo fitosanitario oportuno **INIA (2002)**.

A esta problemática se suma la baja eficiencia técnica, económica y ambiental de los métodos de control químico tradicionales empleados por los productores de la zona, quienes recurren a aplicaciones foliares convencionales de baja cobertura que no logran mitigar el avance sistémico del patógeno de manera sostenible. Ante esta situación, surge la necesidad de evaluar alternativas tecnológicas eficientes, como la quimigación mediante el sistema de riego por microaspersión, utilizando fungicidas sistémicos selectivos que optimicen la distribución del insumo, reduzcan el impacto ambiental y aseguren la viabilidad productiva del cultivo en las condiciones agroecológicas de la región.

1.2. Formulación de Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es el efecto de la aplicación de tres fungicidas sistémicos mediante el sistema de riego por microaspersión sobre el control del mildiu (*Peronospora farinosa* f. sp. *spinacia*), el rendimiento y el comportamiento agronómico del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo las condiciones de K'ayra - Cusco?

1.2.2. Problemas Específicas

- ✓ ¿Cuál de los tres fungicidas sistémicos aplicados mediante el sistema de riego por microaspersión exhibe la mayor eficacia en el control y reducción de la severidad del mildiu (*Peronospora farinosa f. sp. spinacia*) en el cultivo de espinaca?

- ✓ ¿En qué medida la aplicación de los fungicidas sistémicos a través del sistema de riego por microaspersión incrementa el rendimiento de la espinaca en comparación con un tratamiento testigo sin aplicación?

- ✓ ¿De qué manera influye la aplicación de los fungicidas sistémicos por microaspersión en las variables del comportamiento agronómico (altura de planta, número de hojas y peso fresco) de la espinaca (*Spinacia oleracea L.*) bajo las condiciones agroclimáticas de K'ayra - Cusco?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo General

- ✓ Evaluar el efecto de tres fungicidas sistémicos sobre el control del mildiu (*Peronospora farinosa f. sp. spinacia)* aplicados mediante microaspersión, el rendimiento y comportamiento agronómico del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea L.)* bajo condiciones de K'ayra – Cusco.

2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar el efecto de tres fungicidas sistémicos aplicados mediante microaspersión sobre la incidencia y severidad de mildiu (*Peronospora farinosa* f. sp. *spinacia)* en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo las condiciones agroclimáticas de K'ayra, Cusco.
- ✓ Evaluar el rendimiento (peso de hojas) del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea L*) en respuesta a la aplicación de tres fungicidas sistémicos a través del sistema de microaspersión bajo condiciones agroclimáticas de K'ayra – Cusco.
- ✓ Comparar la influencia de los tres fungicidas sistémicos aplicados mediante microaspersión sobre el comportamiento agronómico (número de hojas, altura de la planta, longitud del limbo foliar y ancho del limbo foliar) de la espinaca (*Spinacia oleracea L.*), bajo condiciones agroclimáticas de K'ayra – Cusco.

2.3. Justificación

El presente estudio evalúa el efecto de fungicidas sistémicos aplicados mediante microaspersión para el control de mildiu (*Peronospora farinosa f. sp. spinacia)* en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea L.).* Ante el creciente desafío que representa el manejo de enfermedades fitopatógenas, es necesario examinar la eficiencia de estos tratamientos para garantizar la sostenibilidad de la producción.

- ❖ **Económico:** El valor económico radica en optimizar los costos de producción y maximizar los ingresos del agricultor. Al controlar el mildiu, se evita el descarte de hojas dañadas y se mejora el desarrollo morfológico del cultivo. Asimismo, la

automatización mediante microaspersión reduce el gasto en agroquímicos y sustituye las costosas jornadas de aplicación manual. Al bajar los costos de mano de obra y lograr una mayor cantidad de cosecha vendible, el margen de ganancia en la región es mucho mayor.

- **Social:** Fortalece la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de las familias agricultoras. Un rendimiento óptimo asegura el suministro de alimentos inocuos y con menor contenido químico para los mercados locales, beneficiando la salud del consumidor. Además, la tecnificación del cultivo dignifica el trabajo rural al reducir la exposición directa de los operarios a los agroquímicos, lo que impulsa el bienestar socioeconómico de la comunidad.
- **Ambiental:** La investigación aporta bases metodológicas para reducir el impacto ambiental de la agricultura intensiva a campo abierto. En referencia al primer objetivo, la identificación del fungicida sistémico más eficaz bajo microaspersión evita la aplicación desmedida de agroquímicos, mitigando el riesgo de que el patógeno genere resistencia. Respecto al segundo y tercer objetivo, la dosificación controlada mediante el agua de riego reduce drásticamente las pérdidas por dispersión eólica y escorrentía, impidiendo la lixiviación de remanentes químicos hacia los acuíferos y ríos de Cusco. Esto protege la biodiversidad biológica del suelo, salvaguarda a los microorganismos benéficos y evita la exposición directa de insectos polinizadores, demostrando que la optimización agronómica y del rendimiento es compatible con la conservación de los agroecosistemas.
- **Tecnológico:** La investigación se justifica tecnológicamente al validar la fumigación por microaspersión como una innovación de precisión frente a los métodos de pulverización tradicionales. Con respecto al primer objetivo, el sistema permite evaluar si la distribución automatizada de tres fungicidas sistémicos logra una cobertura uniforme sobre el dosel foliar, optimizando el control de la incidencia y severidad de mildiu. En relación con el segundo y tercer objetivo, esta tecnología minimiza el estrés mecánico sobre el cultivo y garantiza una dosificación exacta del ingrediente activo.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis General

- ✓ La aplicación de tres fungicidas sistémicos mediante el sistema de microaspersión ejerce un efecto significativo en el control de mildiu (*Peronospora farinosa* f. sp. *spinacia)*, optimiza el rendimiento e influye en el comportamiento agronómico del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo las condiciones de K'ayra – Cusco.

3.2. Hipótesis Especifico

- ✓ Al menos uno de los tres fungicidas sistémicos aplicados por microaspersión reduce significativamente los porcentajes de incidencia y severidad de mildiu (*Peronospora farinosa f. sp. spinacia)* en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en comparación con el testigo.
- ✓ La eficiencia en el control del mildiu mediante microaspersión se traduce en un incremento óptimo del rendimiento de biomasa foliar por hectárea de *Spinacia oleracea* L.
- ✓ El uso de fungicidas sistémicos influye positivamente en los parámetros de calidad agronómica de la espinaca, tales como el tamaño, color y vigor de las hojas comerciales en condiciones agroclimáticas de K'ayra – Cusco?

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes

4.1.1. Internacional

En la investigación titulada ***"***Enfermedades de la espinaca (*Spinacia oleracea L*.) en Cota (Cundinamarca) y manejo de mildiu velloso ***(Peronospora farinosa)"***, se plantearon como objetivo principal identificar las enfermedades limitantes en dicho cultivo y evaluar la eficiencia de diferentes métodos de control sobre el mildiu velloso. En la fase de control químico, los autores evaluaron la eficacia biológica de fungicidas sistémicos convencionales —como metalaxil + mancozeb, fosetilo-aluminio y propamocarb— aplicados por la vía foliar. Los resultados demostraron que los tratamientos químicos inhibieron al 100 % la germinación de los esporangios de *Peronospora farinosa*, previniendo por completo la manifestación de la sintomatología inicial de la enfermedad en las plántulas. Este hallazgo constituye un referente metodológico relevante para la presente investigación al validar la alta eficacia fitosanitaria del fosetilo-aluminio en el control preventivo de este oomiceto, **Niño et al (2011).**

En la investigación titulada "Efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento de variedades de espinaca (*Spinacea oleracea L.)* bajo condiciones de ambiente protegido en el municipio de el alto", tuvo como objetivo evaluar el efecto de los fertilizantes orgánicos en el rendimiento de variedades de espinaca (Spinacea oleracea L.) en un ambiente protegido. se evaluó el rendimiento promedio en dos variedades de espinaca, Jamaica y Viroflay, al aplicar diferentes niveles de estiércol de ovino de (1.5, 3 y 6kg/m2). En ambas variedades, la dosis más alta de estiércol (6 kg/m²) optimizó el rendimiento físico de la hortaliza, siendo Jamaica la variedad más productiva en todos los niveles evaluados, **Callizaya (2007).** Esta investigación se toma como antecedente porque permiten establecer una línea de base de rendimiento optimo. Asimismo, sirve como referencia técnica para comprender el techo productivo y el vigor foliar de la espinaca.

4.1.2. Nacional

En la investigación titulada “Respuesta en Rendimiento del Cultivo de Espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a Ocho Dosis de Biol en Pumapahuasin – Callanmarca”, el objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento productivo de la variedad 'Corvair F1' ante diferentes niveles de fertilización orgánica. Los resultados demostraron que las dosis más eficientes para optimizar el rendimiento comercial correspondieron a 364.0, 227.5, 318.5, 273.0 y 182.0 L/ha, las cuales permitieron alcanzar rendimientos de 38 600, 37 400, 35 300, 33 900 y 30 500 kg/ha, respectivamente. Este antecedente permite establecer una línea base respecto al potencial de rendimiento de biomasa foliar del cultivo bajo condiciones agroecológicas andinas **Salvatierra G., (2020).**

En el estudio conocida como “efecto de guano de isla en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea l)*, var. Viroflay en invernadero del distrito de Nuñoa 2022”, el propósito del estudio fue determinar el efecto del guano sobre el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea L*). Viroflay en condiciones de invernadero en la distrito de Nuñoa. El rendimiento de las plantas de espinaca, se observó que alcanzó 3.64 kg/parcela **Yana, (2023).**

Las investigaciones anteriores se toma como antecedente porque permiten establecer una línea de base de rendimiento optimo. Asimismo, sirve como referencia técnica para comprender el techo productivo y el vigor foliar de la espinaca

4.1.3. Local

En la investigación llamado “Efecto del abonamiento y fertilización en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea L.)* Bajo condiciones de fitotoldo en K’ayra- Cusco.”, donde el objetivo del estudio fue determinar el efecto del abonamiento y la fertilización en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L) bajo las condiciones específicas de un fitotoldo en la localidad de K’ayra, Cusco. Los resultados obtenidos indicaron que se logró el mejor rendimiento en términos de peso de hojas, con un valor promedio de 146.60 gramos por cada 9.6 m2. Además, se registraron los siguientes parámetros de crecimiento óptimos: un promedio de15.78 hojas por planta, una altura de la planta 47.15 cm, una longitud de

peciolo 16.85 cm, un promedio de longitud de la lámina foliar 19.75 cm y una longitud de raíz 7.30 cm **Maqquerhua, L.M. (2019).**

El estudio de investigación titulado “efecto de tres dosis de soluciones nutritivas en la producción de dos variedades de espinaca (*Spinacia oleracea l.)* mediante el sistema hidropónico de raíz flotante en K’ayra – Cusco”, El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de diferentes dosis de soluciones nutritivas en la producción de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). La investigación se llevó a cabo utilizando un sistema de cultivo hidropónico de raíz flotante en la localidad de K’ayra, Cusco. curos resultados fueron Híbrido Dash: Se obtuvo un peso fresco de hojas de 203.00 g/planta , un promedio de 33 hojas/planta **Quipo, (2016).**

Las investigaciones anteriores se toman como antecedentes de referencia para la variable de rendimiento comercial. Aunque el objetivo principal de este trabajo es evaluar el control químico de mildiu con fungicidas, el estudio de Quipo, (2016) aporta datos técnicos esenciales sobre el comportamiento agronómico de la espinaca y que la ubicación geográfica es el mismo. Esto ayuda a diferenciar qué porcentaje de la pérdida de materia verde se debe al daño fitosanitario (mildiu) y cuánto corresponde al potencial genético normal de la planta.

4.2 Terminología de conceptos

4.2.1. Patógeno

Se define como cualquier entidad biológica u organismo invasor (como hongos, bacterias, virus, nematodos) que es capaz de producir una enfermedad en un hospedante vivo mediante la alteración o inhibición de su metabolismo celular, el consumo de sus nutrientes o el bloqueo de sus tejidos conductores, **Agrios (2005).**

4.2.2. Hongo fitopatógeno

Según **Agrios (2005),** es un microorganismo del reino *Fungi* que parasita a las plantas, utilizando diversas estrategias para alimentarse de ellas. Son la causa principal de las enfermedades vegetales, representando una amenaza devastadora para la agricultura.

4.2.3. Intensidad de la enfermedad

Según **Agrios G. (2005)**, La intensidad de la enfermedad mide la magnitud del daño causado por un fitopatógeno en un cultivo se analiza a través de la incidencia “cantidad de plantas enfermas” y la severidad “porcentaje de tejido celular dañado” .

4.2.4. Incidencia

La incidencia se define como el número de unidades de plantas enfermas respecto al número total de unidades examinadas en una población vegetal **Agrios (2005).**

4.2.5. Severidad

Se define como la cantidad, proporción o porcentaje de tejido, área, volumen u órgano de una planta que se encuentra visiblemente afectado, dañado o destruido por la actividad de un agente fitopatógeno en relación con el área total evaluada, **Agrios (2005).**

4.2.6. Quimigacion

Se define como la técnica agrícola de manejo fitosanitario que consiste en la inyección y distribución dosificada de productos agroquímicos (tales como fungicidas, insecticidas, nematicidas o herbicidas, fertilizantes) directamente a través del agua conducida por un sistema de riego presurizado**, Haman y Zazueta (2017).**

4.3 Características Principales del Cultivo Espinaca

4.3.1. Origen

De acuerdo a **Borrego M. (1995)** y **Salunkhe & Kadam (2004),** concuerdan que la espinaca es originaria de sudoeste asiático, cultivado por los árabes. Estos llevaron a España en el siglo XI y posteriormente a Europa, donde se extendió a otros lugares del mundo. Su semilla fue citada en el siglo XIII por Alberto Magno.

Según **Serrano Z. (1980),** la espinaca tiene su centro de origen en Asia Central. Su aprovechamiento en China se inició en el siglo VII, mientras que su cultivo en el continente europeo se documenta formalmente a partir del año 1351. Aunque era una planta conocida por las civilizaciones griega y romana, su producción sistemática fue desarrollada inicialmente por los árabes. Desde una perspectiva etimológica, el término "espinaca" deriva del vocablo hispanoárabe isbinakh, el cual evolucionó en el castellano antiguo como hispinacia. Finalmente, en lo que respecta a su taxonomía, pertenece a la familia Amaranthaceae

(subfamilia Chenopodioideae), clasificándose dentro del género *Spinacia* y la especie *Spinacia oleracea L.*

4.3.2. Importancia del Cultivo de Espinaca

Esta hortaliza es rica en hierro y constituye una fuente esencial de vitaminas A, B, C y D. Asimismo, aporta concentraciones significativas de minerales como calcio, fósforo, potasio, cloruro, sodio y magnesio. Posee un alto contenido de ácido oxálico (un estimulante pancreático) y ejerce un efecto depurativo en la sangre, por lo que se recomienda para pacientes con alta incidencia de arterioesclerosis y artritis. Adicionalmente, se señala su utilidad en el fortalecimiento del sistema nervioso y la función cerebral. Respecto a su uso gastronómico, se consume en ensaladas de hojas frescas, verduras precocidas, sopas y como relleno de pastas y especialidades (lasaña, raviolis o suflés). Finalmente, la espinaca es un componente indispensable en la dieta infantil debido a su influencia positiva en los procesos de crecimiento, **Unterladstatter R. (2000).**Es una buena fuente de betacaroteno, un precursor de la vitamina A, necesaria para la regeneración celular y la salud ocular **USDA (2023).**

En la región Cusco, la espinaca (*Spinacia oleracea L.*), según el reporte de **SIEA (2016)**, la superficie cosechada por productos por año desde 2012 a 2016 fue de 0.1 % dentro del área cosechada por grupo de productos. Su producción fue limitada por el desconocimiento sobre la diversidad de variedades y la accesibilidad de semillas. Actualmente se produce diferentes variedades y otras híbridos que se introdujo a esta región las cuales tienen un alto rendimiento que oscila entre 1 t/ha a 50 t/ha en condiciones y épocas adecuadas ***Mateu W. (2019).***

Figura 1

Composición nutricional de la espinaca (100 gr de producto comestible).



Fuente: USDA National Nutrient Database

4.3.3. Clasificación Taxonómica

Maqquerhua (2019) cita la clasificación taxonómica de espinaca según Cronquist Arthur.

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Caryophyllidae

Orden: Caryophyllales

Familia: Amaranthaceae

Subfamilia: Chenopodioideae

Género: Spinacia

Especie: Spinacia oleracea L.

Nombre común: Espinaca

4.3.4. Descripción botánica

Serrano, (1977) citado por **Maqquerhua (2019),** menciona que la espinaca se clasifica como una planta anual. Su aprovechamiento hortícola se concentra al inicio de su ciclo vegetativo, dado que la posterior emisión del tallo floral resulta en la pérdida de su valor comercial. El órgano de consumo de esta hortaliza lo constituyen sus hojas.

Maqquerhua (2019) cita a **Gorrina (1999)** donde se describe las principales características morfológicas del cultivo de espinaca:

Tamaño de la planta herbácea de porte mediano, con follaje abundante

a) Raíz

La espinaca posee una raíz típica pivotante, que se ramifica profundamente. Su coloración es blanca y presenta abundantes raíces secundarias.

b) Tallo

El tallo es recto y alcanza una longitud de 5 a 10 cm. En él se posicionan las flores.

c) Hoja

Las hojas se caracterizan por ser enteras, ligeramente lobuladas y por nacer del cuello de la raíz. Se observan pecíolos largos que se insertan en la base de la hoja, y la ausencia de estípulas es notable. Su coloración es de un tono verde claro

d) Flor e Inflorescencia

La planta forma un escapo floral con una producción abundante de flores, cuya longitud puede extenderse hasta los 20 o 30 cm. Las flores masculinas, de color verde, se agrupan en conjuntos de 6 a 12 y se ubican en la espiga terminal. En contraste, las flores femeninas constituyen un glomérulo axilar que contiene ovarios uniovulares y un estigma dividido en 3 a 5 segmentos

e) Fruto y Semilla

Los frutos son aquenios concrescentes, insertados en un pedúnculo floral que, al secarse, adquiere una textura dura. Las semillas son de forma lenticular y presentan un aspecto coriáceo, que puede ser liso en algunas variedades o espinoso en otras. La espinaca es una planta anual que puede ser tanto dioica como monoica.

4.3.5. Cultivo de espinaca

Callizaya (2007) cita a Borrego, (1995) donde indica que la espinaca es de:

a) Forma: Existen diversos cultivares con hábitos de crecimiento erectos, semierectos o semipostrados.

b) Tamaño y peso: El tamaño y peso de las hojas dependen significativamente de la variedad y de la disponibilidad de nutrientes; una hoja individual puede alcanzar un peso de hasta 20 g.

c) Color: La coloración de las hojas varía entre verde claro y verde oscuro, en función de la variedad específica.

d) Sabor: Similar a la mayoría de las hortalizas, su sabor se describe como muy agradable, dulce y jugoso.

4.3.6. Fenología del Espinaca

El desarrollo de las hortalizas generalmente comprende cuatro fases diferenciadas: la etapa inicial, de crecimiento vegetativo, intermedia y final del ciclo de cultivo.

Específicamente, la planta de espinaca presenta una morfología de roseta de hojas durante su fase inicial, tras lo cual procede a emitir el tallo floral. Desde una perspectiva agronómica, se evalúa la formación de la "cabeza" (más o menos compacta) y el momento de la emisión del pedúnculo floral Doorembos (1976) citado por **Maqquerhua (2019).**

Etapas de crecimiento del cultivo son:

Germinación (0 días): El proceso de desarrollo de la semilla se inicia en este punto. Se requiere humedad constante y temperaturas frescas para un establecimiento adecuado.

Formación de hojas (5 días): El brote de las primeras hojas verdaderas ocurre aproximadamente a los cinco días. Esta fase es ideal para asegurar una exposición lumínica adecuada y un riego moderado

Formación de tallos (15 días): La planta comienza a desarrollar su estructura axial alrededor de los quince días. La aplicación de nutrientes equilibrados favorece su crecimiento óptimo.

Desarrollo vegetativo (25-32 días): Se observa un crecimiento rápido de la espinaca en este período. Es crucial mantener un control efectivo de plagas y asegurar un drenaje adecuado del suelo.

Cosecha (45 días): Las hojas alcanzan la madurez para el corte a los cuarenta y cinco días, cuando presentan un tamaño grande, color verde intenso y textura tierna. Se sugiere realizar la recolección durante la mañana para preservar la frescura del producto.

4.3.7. Descripción de Variedad Hibrida de seminis SV1714VC

Es una variedad hibrida de Argentina resistente a las heladas hasta -8°C, tiene peculiares características como el color verde intenso, hoja plana, suaves, forma oval ancha, porte semi-erecto, buen espesor y excelente sabor. Producción caracterizada por un rápido crecimiento, asociado con una buena ventana de cosecha.

Esta variedad se puede producir en todas las estaciones del año, pero es más recomendables a inicio de otoño. Las hojas llegan a medir 20 cm, con un rendimiento de 25.2 t/ha **Mondino (2017).**

Este híbrido, desarrollado y producido por Seminis (la línea de hortalizas de Bayer), destaca por su óptima adaptabilidad a los climas templados y fríos de la sierra peruana. Dicha característica permite una siembra continua durante todo el año, incluso bajo condiciones de precipitaciones intensas y bajas temperaturas. Actualmente, su producción comercial se concentra en Tarma y Chupaca (región Junín), con un alto potencial de expansión agrícola hacia Cajamarca, Ayacucho, Apurímac (Abancay), Arequipa y Cusco, **Hortus (2025).** Ademas, tiene resistencia a tres razas (*1-13 y 15)* de *Peronospora fafinosa.*

4.3.8. Adaptabilidad del Cultivo

El cultivo de la espinaca es viable durante el período invernal, específicamente desde finales de mayo hasta julio. Asimismo, en las zonas de valle, esta especie puede producirse de forma continua a lo largo de todo el año, siempre que no se registren heladas de gran intensidad**, Unterladstatter R. (2000).**

4.3.9. Requerimientos Edafoclimáticos del Cultivo

a) Suelo

La espinaca es apta para diversos tipos de suelos, con preferencia en aquellos fértiles, ricos en materia orgánica y de textura franco-arenosa. Asimismo, para la producción durante el período invernal, es fundamental que los terrenos seleccionados posean un óptimo drenaje, **Chiara P.D. (2020).**

Los suelos ácidos disminuyen el porcentaje de germinación y provocan una coloración café-amarillenta en los márgenes foliares durante el desarrollo del cultivo **(Salisbury y Ross, 1994, citados en Chiara, 2020).** Por el contrario, un suelo óptimo para este cultivo se caracteriza por ser fértil, profundo, con un alto contenido de humus, consistencia media, textura arcillosa, reacción neutra y buen drenaje,

El suelo destinado al cultivo de espinacas debe poseer características óptimas desde todos los puntos de vista. Se requiere un sustrato que sea fértil, rico en humus, de consistencia media, arcilloso, profundo, de reacción neutra (pH 7), fresco y bien drenado.

b) Clima y Temperatura

En el Perú, el cultivo de espinaca requiere de un clima templado, donde las temperaturas óptimas promedio oscilan entre los 13 y 18 °C. La planta posee la capacidad de tolerar temperaturas inferiores a los 0 °C y máximas de hasta 24 °C, siempre que dicha exposición sea breve. Por el contrario, una exposición prolongada a temperaturas extremas provoca lesiones foliares, detiene el crecimiento vegetativo y reduce significativamente el rendimiento comercial. Finalmente, cabe precisar que la temperatura mínima umbral para su desarrollo es de 5 °C, por lo que su adaptabilidad a climas fríos resulta de gran relevancia práctica para abastecer la demanda del mercado durante el período de otoño-invierno señalado por InfoAgro,(2006) citado por **Salvatierra G. (2020).** El proceso de floración de la espinaca es dependiente del fotoperíodo y de la temperatura. Se requiere una exposición a días largos (más de 14 horas de luz) y temperaturas superiores a los 15 a 25ºC para inducir este proceso, esta planta es de fotoperiodo largo, comprendida entre 10 y 12 horas diurnas,

en las condiciones propicias se obtiene el máximo rendimiento de cosecha indicado por Serrano en 1980, citado por **Salvatierra G. (2020).**

Tabla 1

Condiciones climáticas óptimas y críticas de la espinaca

Fenómeno	Rango	Punto critico
Daño por congelamiento		- 5°
Detiene su desarrollo		5°
Germinación	Minina	5°
	Optima	15°C – 25°C
	Máxima	25°C – 30°C
Desarrollo vegetativo	Minina	5°C – 7°C
	Optima	15°C- 30°C
	Máxima	25°C – 30°C
Humedad relativa		60% - 70%

Fuente: Adaptado de Serrano (1985)

c) Luminosidad

Las condiciones de iluminación y temperatura influyen decisivamente en la duración del estado de "roseta". La exposición a fotoperíodos largos (superiores a 14 horas de luz diurna) y a temperaturas que exceden los 15 °C induce la transición de dicha fase hacia la emisión del tallo floral (espigado) y la floración. Por el contrario, bajo condiciones de calor excesivo y fotoperíodo prolongado, el rendimiento comercial disminuye debido a que la planta permanece poco tiempo en fase de roseta, lo que impide un adecuado crecimiento vegetativo. Asimismo, el desarrollo bajo temperaturas elevadas o estrés hídrico (ocasionado por lluvias irregulares y sequías) acelera el proceso de espigado prematuro, perjudicando la productividad del cultivo, **Salvatierra G. (2020).**

d) Humedad relativa

El déficit hídrico, especialmente bajo condiciones de fotoperíodos largos y temperaturas elevadas, induce un rápido espigado o emisión del tallo floral. Al ser una especie cuyas hojas poseen un elevado contenido de agua y un sistema radicular superficial, la

espinaca es altamente sensible a la escasez de agua. Por lo tanto, cuando se cultiva durante la época estival, es fundamental realizar un manejo estricto de la humedad del suelo mediante la implementación de riegos de corta duración y alta frecuencia **Gorini (1970)** y **Giaconi & Escaff (1998).**

e) pH

La espinaca es una hortaliza exigente en cuanto a las propiedades edáficas, manifestando una alta sensibilidad a las variaciones del pH. En suelos ácidos con un pH inferior a 6.5, el desarrollo de la planta es deficiente; por el contrario, en condiciones de ligera alcalinidad se genera un enrojecimiento del pecíolo. Asimismo, ante valores de pH muy elevados, la especie es altamente susceptible a manifestar clorosis férrica. Por tanto, el rango de pH óptimo para su crecimiento se establece en un valor neutro de 7.0, **Serrano Z. (1976)**

4.3.10. Características del Manejo Agronómico del Cultivo de la Espinaca

a) Almacigo

Para la fase de producción de plántulas, se requiere de una infraestructura adecuada que garantice las condiciones óptimas de germinación. Inicialmente, se emplea turba —sola o combinada con fibra de coco— como sustrato de propagación, la cual se distribuye en bandejas plásticas de 128 alvéolos. Posteriormente, se efectúa la siembra mediante la disposición de una a dos semillas por alvéolo. Con el fin de homogeneizar la germinación, los contenedores se cubren con plástico negro durante un período de cinco días. Transcurrido este tiempo, las bandejas se trasladan al invernadero bajo una cubierta de polisombra por cinco días adicionales; finalmente, se retira dicha protección para permitir el desarrollo vegetativo de las plántulas durante quince días previos al trasplante definitivo, **Rodriguez et al. (2010).**

b) Épocas de Siembra

Siembra de otoño y finales de invierno

Las siembras establecidas durante el otoño y a finales del invierno constituyen los períodos más favorables para el óptimo desarrollo del cultivo de espinaca. Durante estos

meses, las condiciones de temperatura y humedad ambiental resultan idóneas para promover el crecimiento foliar y maximizar el rendimiento. En consecuencia, las cosechas obtenidas en estas épocas presentan atributos de calidad comercial superiores y un mayor tamaño de hoja en comparación con aquellas establecidas durante la temporada estival**, Gorini (1970).** Al respecto **Sanchez (2004),** indica que la siembra realizada al finalizar el verano permite llevar a cabo la recolección a principios del invierno. No obstante, en localidades con un clima riguroso, la cosecha se pospone hasta la primavera. Es posible realizar una nueva siembra hacia el final del invierno. Con el objetivo de obtener una producción escalonada, se aconseja llevar a cabo siembras periódicas con una frecuencia de 20 días.

c) Labores Culturales de Espinaca

Sanchez (2004), menciona que las labores culturales son:

1) **Raleo:** Esta labor se efectúa en cultivos que presentan una alta densidad de siembra. Consiste en distanciar progresivamente las plantas para promover un crecimiento adecuado y prevenir el desarrollo de patógenos.
2) **Control de Malezas:** El manejo de las malas hierbas es fundamental, especialmente en cultivos destinados a la comercialización intensiva. Se recomienda una frecuencia promedio de desmalezado de entre 20 a 30 días, ajustándose según la incidencia de malezas en el campo. La eliminación puede realizarse de forma manual, utilizando herramientas apropiadas o mediante métodos químicos (herbicidas). Normalmente se emplea una combinación de ambos métodos. Se suelen realizar entre dos a tres carpidas; estas deben ser superficiales para evitar daños al sistema radicular de la espinaca.
3) **Aporque:** El aporque consiste en acumular tierra en la base de la planta, no es una práctica necesaria o recomendada en el cultivo de la espinaca, a diferencia de otros cultivos.
4) **Riego:** El riego en espinaca debe ser frecuente entre 2 o 3 días dependiendo de la profundidad de raíz de la planta, en fase inicial o después del trasplante de debe regar a diario, evitando el estrés hídrico, perdida de turgencia de las plántulas. El suministro

adecuado es crucial para los procesos fisiológicos y metabólicos, cubriendo el área total de plantación.

El requerimiento de agua o demanda hídrica bruta de espinaca en mm/ha durante meses de febrero (186.8 mm/ha), marzo (108.5 mm/ha), abril (59 mm/ha) y agosto (245.4 mm/ha) **Kert & Bastias (2017).**

5) **Cosecha**

La recolección de la espinaca en variedades precoces se inicia entre los 40 y 80 días posteriores a la siembra. Este proceso se ejecuta, principalmente, mediante dos modalidades de manejo:

a) Recolección Manual: Consiste en el corte gradual de las hojas más desarrolladas de la espinaca. Generalmente, se realizan entre cinco a seis "pasadas" o cosechas parciales por ciclo de cultivo. El corte se puede hacer manualmente, separando el pecíolo lo más cerca posible del suelo. Para la comercialización de plantas enteras, se corta la roseta completa aproximadamente a 1cm. bajo tierra. En este último supuesto, solo se realiza una única "pasada" **Borrego M. (1995).**

b) Recolección Mecanizada: Este método se emplea principalmente en el cultivo de espinaca destinado a la industria. Se utilizan máquinas segadoras que cortan las plantas a una altura de 2 a 3 cm del suelo, y que están dotadas de una cinta transportadora.

4.3.11. Plagas

Según **Unterladstatter (2000)**, las principales plagas entomológicas y fitopatógenas que afectan el desarrollo de la espinaca en la región andina son:

- **Pulga saltona (*Epitrix cucumeris*):** Insecto coleóptero que genera daños directos al alimentarse del tejido foliar, ocasionando pequeñas perforaciones características en las hojas.
- **Diabróticas (*Diabrotica* sp.):** Escarabajos defoliadores que provocan daños severos en la lámina foliar y los tallos tiernos.

- **Pulgón del tallo y las hojas (*Brevicoryne brassicae*):** Insecto succionador que se alimenta de la savia celular, lo cual genera deformaciones mecánicas y un debilitamiento generalizado de la planta.
- **Minadores de la hoja (*Liriomyza* sp.):** Larvas de dípteros que excavan galerías o minas intraparenquimales al alimentarse del mesófilo, reduciendo significativamente la capacidad fotosintética del cultivo.
- **Mosca de la espinaca (*Pegomya betae* Curtis):** Especie cuyas larvas actúan bajo un hábito minador, desarrollando galerías visibles que inutilizan comercialmente el follaje.
- **Pulgones (*Aphis fabae* Scop. y *Myzus persicae* Sulz.):** Áfidos fitófagos que extraen savia, induciendo el enrollamiento y clorosis de las hojas. Adicionalmente, segregan melaza, sustancia que propicia la colonización del hongo de la fumagina.
- **Gusanos grises (*Agrotis* sp.):** Larvas de lepidópteros nocturnos que cortan los tallos a nivel del cuello de la raíz, manifestando una mayor incidencia durante las estaciones de otoño y primavera.
- **Caracoles y babosas:** Moluscos gastrópodos que se alimentan del tejido foliar dejando perforaciones irregulares y rastros de mucosidad; exhiben una mayor actividad biológica bajo condiciones de alta humedad relativa, **Borrego, (1995**).
- **Nematodo de la espinaca (*Heterodera schachtii* Schmidt):** Fitoparásito que induce el marchitamiento sistemático de la planta y la formación de nudosidades o quistes en el sistema radicular, obstruyendo la absorción eficiente de agua y nutrientes.

4.3.12. Enfermedades

Las enfermedades que ocasionan un mayor impacto económico y daño severo al follaje en el cultivo de espinaca abarcan los géneros Cercospora, Peronospora, Alternaria, Botrytis, Albugo y los agentes causales de la antracnosis. Entre las principales patologías que limitan la productividad de este cultivo se describen las siguientes:

- **Mildiu de la espinaca (*Peronospora farinosa* f. sp. *spinacia*):** Considerado el patógeno de mayor relevancia foliar; provoca la aparición de manchas cloróticas o

amarillentas en el haz de las hojas, acompañadas de un crecimiento eflorescente o afieltrado gris-violáceo característico en el envés.

- **Cercosporosis (*Cercospora beticola* Sacc.):** Induce la formación de lesiones necróticas redondeadas en las hojas, las cuales se delimitan externamente por un halo rojizo o púrpura.
- **Moho gris (*Botrytis cinerea* Pers.):** Ocurre principalmente bajo alta humedad relativa, ocasionando una podredumbre blanda y un micelio algodonoso grisáceo que destruye de forma directa el tejido foliar.
- **Damping-off o marchitez (*Pythium debaryanum* Hesse):** Afecta las fases iniciales del cultivo, produciendo el colapso de la roseta foliar por estrangulamiento del cuello y una necrosis casi total del sistema radicular principal, **Borrego (1995).**

4.3.13. Mecanismos de control de enfermedades

- Biológico: Control de plangas con otro ser vivo (parasitoides)
- Cultural: Como limpieza del campo
- Físico: Con efecto de con modificación del medio ambiente
- Mecánico: Realizada manualmente por el hombre (recojo de hojas infectadas o eliminación de la planta).
- Químico: Uso de insecticidas, fungicidas, plaguicidas.

4.3.14. Fisiopatías

A diferencia de las enfermedades provocadas por patógenos, los trastornos conocidos como fisiopatías en la espinaca son causados por desequilibrios nutricionales, hormonales o condiciones ambientales inadecuadas. Estos problemas pueden impactar negativamente tanto en el desarrollo de la planta como en la calidad final de la cosecha, las cuales son por:

- **Helada**

El trastorno se origina cuando las temperaturas ambientales descienden por debajo del punto de congelación de la planta, establecido en aproximadamente -0.8 °C. La espinaca, siendo un cultivo susceptible a las bajas temperaturas, experimenta afectaciones en sus tejidos vegetales bajo estas condiciones.

Síntomas: Los tejidos afectados exhiben inicialmente un aspecto "empapado" o translúcido. Posteriormente, es común observar una rápida descomposición de las hojas dañadas, mediada por actividad bacteriana.

- **Temperatura**

La exposición a temperaturas elevadas, específicamente por encima de los 18 °C con 14 horas diarias del sol, puede desencadenar la floración precoz en las plantas de espinaca, particularmente en aquellas variedades más sensibles al calor.

Síntomas: La consecuencia de este fenómeno es que la energía metabólica de la planta se redirige hacia la producción del tallo floral y las semillas. Este proceso detiene el desarrollo de las hojas comestibles y puede provocar que estas adquieran un sabor amargo.

- **Deficiencia de calcio**

Causa: Este desorden fisiológico que se manifiesta en los tejidos jóvenes de las hojas. Su incidencia se relaciona con factores como un suministro de riego irregular, niveles elevados de salinidad en el suelo o un crecimiento foliar excesivamente acelerado.

Síntomas: Se caracteriza por la aparición de necrosis en los bordes y las puntas de las hojas, que adquieren una coloración marrón. Inicialmente, las lesiones pueden presentarse como pequeñas manchas que progresivamente se extienden a lo largo de los márgenes de la hoja.

- **Deficiencia de nitrógeno:** Las hojas más viejas y bajas se vuelven amarillas (clorosis) de manera generalizada. La planta pierde vigor y crece lentamente.
- **Deficiencia de magnesio:** Se manifiesta con una clorosis intervenal, es decir, el tejido entre las venas de las hojas se vuelve amarillo, mientras las venas permanecen verdes **AgroEs (2013).**

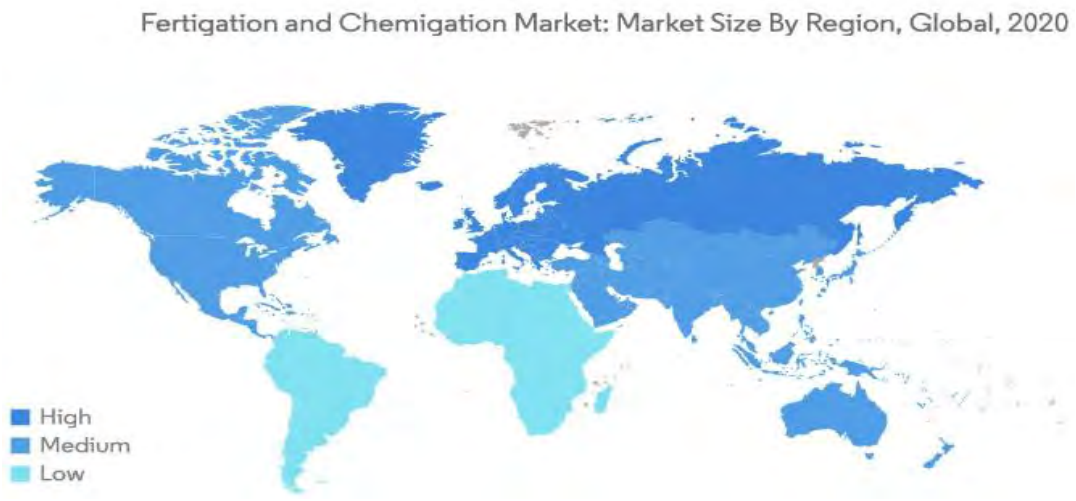
4.4 Quimigación en el mundo

Existe una estrecha relación entre los procesos de quimigación, fertiirrigación y el riego. El objetivo fundamental de esta integración es asegurar que cada planta reciba una cantidad uniforme tanto de agua como de aditivos químicos. La uniformidad de aplicación se considera el factor clave para el éxito de la quimigación. Se proyecta que el mercado de fertiirrigación y quimigación registra una CAGR de 6.2% durante el período de pronóstico (2021-2026) (Intelligence, 2022). El riego y la química minimizan la pérdida de nutrientes a través de la filtración, lo que garantiza una alta eficiencia en el uso de nutrientes y mejora el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cultivos. Los países que se benefician son los países europeos, incluidos el Reino Unido, Francia, España y Alemania. En Sudamérica comanda Brasil seguido por Argentina en la tecnificación de riego, fertigación y quimigación. En Norteamérica en primer lugar se encuentra Estados Unidos, desde el año 1970 ya se aplicaban herbicidas, fungicidas, insecticidas y nematicidas **Moya J.A. (2009).**

Los productores de cebolla estadounidenses aplican sustancias químicas con una frecuencia de entre cinco a siete días para el control de tríps, la sincronización de los insecticidas y la quimigacion es de vital importancia cuya aplicación es a través de un sistema de riego de pivote central **Hopkins M. (2008).**

Figura 2

Mercado de fertigacion y quimigación: tamaño del mercado por región, global, 2020



Fuente: Mondor Intelligence, 2022

4.5 Sistema de Quimigación

Se emplea para inyectar fungicidas, insecticidas, acaricidas, etc. Está conformado por: depósito de almacenamiento y la inyección. Los tanques de almacenamiento son tanques resistentes a la corrosión fabricados en polietileno, fibra de vidrio o fibrocemento, su tamaño depende de las necesidades del sistema y suele tener una capacidad de 200 a 1000 litros. Las inyecciones se realizan utilizando una variedad de dispositivos. Los tipos más utilizados incluyen: tanques de fertilizante, boquillas Venturi, bombas de inyección directa mediante equipos y bombas hidráulicas **Liotta et al, (2015).**

4.5.1 Quimigación

Los agroquímicos son los procesos mediante los cuales se utilizan los sistemas de riego para transportar y entregar productos químicos agrícolas, generalmente pesticidas, herbicidas y desinfectantes a los cultivos **Haman y Zazueta, (2017).** Los sistemas de riego por goteo y aspersión se utilizan frecuentemente para llevar a cabo la quimigación. Cuando el diseño tanto del sistema de riego como del proceso de quimigación es correcto, se puede ayudar a los agricultores a reducir el uso de productos químicos y los costos asociados, dado que la aplicación se realiza utilizando la infraestructura de distribución ya existente

La quimigacion es posible con todos los métodos de irrigación: superficial, aspersión y localizado(goteo y microaspersión). En riegos por microaspersión se permite la quimigación de productos químicos agrícolas que deben distribuirse sobre la superficie del suelo y las plantas **Fernandes (1994).**

Ha habido un aumento significativo en el uso de productos químicos y fertilizantes en algunas partes del mundo, especialmente entre los productores de frutas y verduras de alto valor en Asia y América del Sur **Hopkins M. (2008).**

1) **Ventajas y desventajas de quimigacion**

Según **Haimanote et al. (2021)**, menciona las ventajas y desventajas de quimigacion.

Ventajas de la Quimigación

- Debido a que los productos químicos se rocían a través del agua de riego, el sistema de riego garantiza una distribución uniforme sobre el área correspondiente a la zona de las raíces con mayor eficiencia
- Los sistemas de microirrigación deben automatizarse y pueden utilizarse para regar cultivos para satisfacer las necesidades de riego, así como para utilizar productos químicos agrícolas. La incorporación de pesticidas en los sistemas de riego permite el uso de productos químicos a bajo costo en lugar del uso separado de equipos de riego, lo que requiere mano de obra y combustible para manipular y rociar los productos químicos.
- La aplicación de químicos y fertilizantes mediante la quimigación evita el tránsito de maquinaria pesada por la parcela reduciendo la compactación de suelo.
- La quimigación es un sistema práctico para reducir el contacto de los trabajadores con los productos químicos.

Desventajas

- Los altos costos iniciales del sistema de inyección y de la infraestructura.
- Se necesitan más conocimientos y habilidades para gestionar los sistemas de riego, rociar productos químicos, diluir pesticidas y distribuirlos a través de sistemas de riego en áreas específicas.
- Si el riego no se administra adecuadamente, la percolación profunda de agua del área de enraizamiento, reduce la efectividad de los insumos aplicados.
- Existe el riesgo de que el equipo no funcione si el sistema no se mantiene o se utiliza incorrectamente, lo que puede resultar en la contaminación del agua disponible.
- Dado que los pesticidas están diluidos y distribuidos a través del sistema de riego, existe el riesgo de aplicar demasiada agua si el cultivo no requiere riego en ese momento

4.5.2 Actividades Prácticos para la Quimigación

- **Asegurar que el Sistema de Riego tiene Válvulas de Control y Filtros**

Los accesorios de retención son componentes hidráulicos integrados en la red de tuberías cuya función es permitir el flujo del agua en una sola dirección. Su objetivo principal consiste en prevenir el reflujo, salvaguardando así la fuente de abastecimiento hídrico contra la contaminación por el retorno de soluciones químicas o fertilizantes. En los sistemas de quimigación o fertirriego, se establece como un requerimiento técnico mandatorio la instalación de una válvula de retención (antirretorno) acoplada a una válvula de control, ubicadas estratégicamente entre la fuente de captación y el punto de inyección de los agroquímicos.

- **Calcular la Cantidad de Químico Necesaria**

Durante la quimigación se inyecta el químico en la línea de riego. Es crucial conocer la cantidad exacta necesaria del químico. El cálculo de la cantidad correcta necesaria del químico para la quimigación se puede realizar de la siguiente manera.

- Paso 1: Determine el caudal químico correcto para su aplicación específica. Debe expresarse como una cantidad por unidad de área (libras por acre o galones por acre).
- Paso 2: Determine el área o la cantidad de árboles que se utilizarán para aplicaciones químicas. Recuerda contar únicamente el área plantada con riego por goteo y riego plástico al calcular el área. Luego calcule el área de plantación multiplicando la longitud del lecho por el número de lechos.
- Paso 3: Calcule la cantidad de productos químicos necesarios según la información obtenida en los pasos uno y dos.
- Ser muy Cuidadoso con las Unidades
- Usar Combinaciones Apropiadas de Químico y Agua
- Mantener su Sistema en Buenas Condiciones

- **Inyector Venturi**

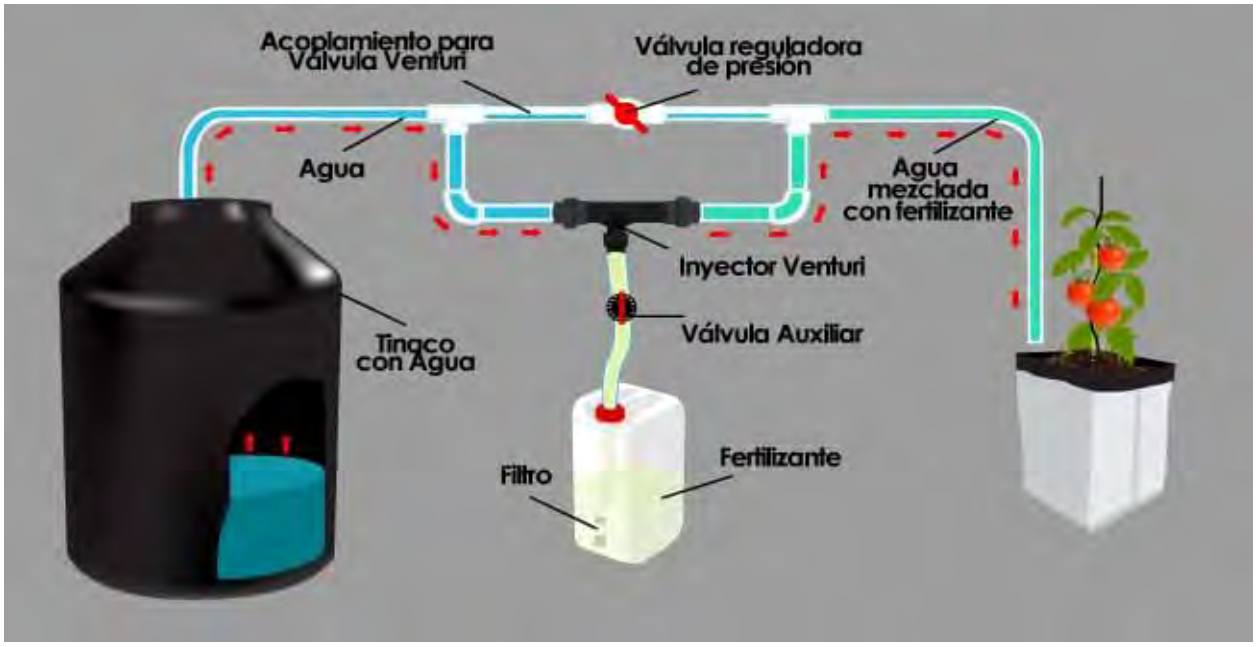
El Venturi es un dispositivo hidráulico en forma de dos embudos conectados en su punto más estrecho. El agua al pasar por el punto de inyección gana velocidad rápidamente, momento en el que crea un vacío que se utiliza para inyectar la solución madre**.**

Este sistema es ideal para añadir fertilizantes y productos fitosanitarios al agua de riego mediante el efecto Venturi, que introduce soluciones (nutrientes, fertilizantes o agentes antiplagas) en el agua que circula por las tuberías. Además, operan en un amplio rango de presión y requieren solo un diferencial de presión mínimo entre la entrada y la salida para crear vacío en el puerto de succión. El sistema Venturi es uno de los sistemas más económicos y eficientes para inyectar dosis precisas de producto en el agua de riego.

El sistema BY-PASS es el más recomendado para plantas ya que no debe instalarse directamente en la tubería principal ya que provoca una pérdida excesiva de presión. Esto aumentará el tamaño de la bomba porque la pérdida de presión es constante. La línea de riego principal se debe dividir en dos, una de las cuales pasa por el Venturi (línea secundaria) **ENVIRONMENT (2008).**

Figura 3

Sistema By pass



Fuente: Hydro Environment, 2024

El equilibrio entre los productos químicos que se bombean y la cantidad de agua que fluye es muy importante. Si no hay suficiente agua en la solución química, pueden ocurrir los siguientes problemas:

• Distribución química desigual.

• Alta volatilidad (pérdida de productos químicos)

• Mayor contenido de químicos en las tuberías.

• Puede causar daños a las plantas debido a la concentración química. Si hay demasiada agua en la solución química, pueden ocurrir los siguientes problemas:

• Diluir un producto químico por debajo de su concentración efectiva.

• Pérdida de productos químicos debido a la descarga de agua y la contaminación de la fuente.

Figura 4

Inyector Venturi físico utilizado para la dosificación y succión de los fungicidas sistémicos en el sistema de microaspersión.



Fuente: Traxco,2016

4.5.3 Regulaciones para la Quimigación en Perú

Para cualquier producto químico, se deben seguir las directrices aprobadas. Los sistemas de quimigación deben tener un mecanismo antirretorno para prevenir flujos de agua en reversa en la tubería principal. Sin poner en riesgo la salud humana animales domésticos,

acuáticos y la vida silvestre, aplicando en cultivos aledaños en caminos o carreteras, fuentes de agua tales como presas, arroyos y lagos, además las plaguicidas químicos deben ser aprobadas por el reglamento del registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola (Decreto supremo N°016-200-AG) y la institución encargada de control es el Ministerio de agricultura a través del Servicio Nacional de Sanidad Agraria **SENASA (2007).**

4.6 Control Químico "Fungicidas"

Etimológicamente fungicida es todo agente que destruye todo organismo fungoso, la palabra fungicida es derivación de términos "fungus": hongo y "caedo": matar. Son productos químicos usados para prevención, curación de enfermedades causados por hongos fitopatógenos. Los fungicidas son sustancias químicas que matan el organismo fungoso irreversiblemente **Alfonso D. (2008).** Uso de fungicidas es un método más preferido para la eliminación de fitopatógenos, durante mucho tiempo los fungicidas de contacto eran los únicos disponibles contra los hongos. Cuando se descubre y se introduce los fungicidas sistémicos disponibles con actividad especifica contra oomicetes con acción preventiva y curativa mejoró considerablemente el control **Mendez W. (2008).**

Los fungicidas sistémicos que se utilizan para el control de mildiu velloso exhiben varios niveles de sistemicidad en plantas. Hoy en día existe amplio espectro de compuestos fungicidas; estos se adoptar a formulaciones que satisfagan las necesidad precisa que pueden aplicarse en grandes extensiones o pequeñas parcelas.

Las características que se requiere de un fungicida son los aspectos bilógicos, aspectos toxicológicos y aspectos de la formulación, si ofrece control eficaz de la enfermedad y consistente sin ser toxico a la concentración recomendada y sin efecto adversos para el ecosistema; los residuos que se quedan en el cultivo no debe ser problema para el consumidor ni ser peligro al momento de aplicación; ser seguro al trasportarse y almacenar, y su método de formulación debe aumentar su eficiencia como fungicida además de ser fácil de aplicar, respectivamente **Alfonso D. (2008).**

4.6.1 Tipos de Fungicidas

a) Por su Toxicidad

Categoría 1: Toxicidad Alta

Un compuesto con una DL50 va de 0.50 mg del toxico por kg de peso. Se especifica que estos son productos sumamente peligrosos y su manejo solo se realiza bajo normas de seguridad rigurosas por personal debidamente capacitado.

Categoría 2: Toxicidad Media

Los compuestos cuya DL50 (dosis letal media) se ubica entre 50 y 500 mg del tóxico por kilogramo de peso, se consideran productos medianamente tóxicos y peligrosos. Su manipulación se lleva a cabo siguiendo normas de seguridad establecidas.

Categoría 3: Toxicidad Moderada o Baja

Si es DL50 mayor a 500mg del toxico por kg de peso indica Patiño et al., 2001 citado por **Alfonso D. (2008).**

b) Según su Uso

- **Contacto**

Estos fungicidas forman una barrera protectora en la planta, razón por la cual la mayoría se utiliza como protector. Tienen acción en múltiples sitios, debido a que interfieren con los procesos metabólicos centrales de los hongos. Se sabe que la mayor parte de estos fungicidas afectan la producción de energía o ATP, inhibiendo la respiración o desacoplando la fosforilación oxidativa **Patiño L. y Rodriguez M. (2001).**

- **Sistémico**

La acción de estos compuestos es interrumpir el desarrollo del agente patógeno que causa la enfermedad, después de que la infección se haya iniciado. El grupo está comprendido en un conjunto reducido de fungicidas que se usan con fines de protección sistémica, donde la sustancia química es absorbida o introducida en el sistema circulatorio de la planta y actúa como una especie de vacuna. Esta forma de control de enfermedades recibe el nombre de quimioterapia **Patiño L. y Rodriguez M. (2001).**

Para esta acción de fungicidas sistémicos se debe determinar el modo de acción, para lo cual es necesario cuantificar amplia gama de interacciones complejas que dificultan su medida, ya que necesita dominar algunos obstáculos para que llegue a su lugar de acción.

Los obstáculos son: la cutícula de la planta, células sub cuticulares, metabolismo de la planta hospedante, absorción de la durante la traslocación dentro de la planta, membrana del patógeno y el metabolismo desarrollado del patógeno (ACFCA,1994) citado por **Alfonso D. (2008).**

c) Mecanismos de Acción

Los fungicidas funcionan como inhibidores metabólicos que bloquean procesos celulares vitales en los hongos. Estos compuestos se agrupan en tres categorías principales según sus mecanismos de acción específicos: aquellos que interfieren con la división celular, los que inhiben enzimas cruciales para el metabolismo celular y los que afectan la función y síntesis de la pared celular de los hongos **Tabares F. (2002).**

4.6.2 Resistencia de Plantas a los Fungicidas

Según **Guzman (1997)** , ara que se logre la eficacia de acción bioquímica de un fungicida, debe ocurrir un contacto íntimo entre los componentes de la reacción. Si no ocurre tal acción, no hay reacción y se genera resistencia. Los mecanismos más importantes se dividen en:

Menor Permeabilidad de las Membranas Celulares: los agentes patógenos resistentes evaden la acción fungicida debido a que las membranas celulares no permiten el ingreso del producto.

Rutas Metabólicas Alternas: el fungicida toma otra vía en los agentes fitopatógenos resistentes, de esta manera esquivan el sitio de acción.

Detoxificación del Fungicida: La resistencia mediante detoxificación ocurre cuando el agente patógeno desarrolla la capacidad de metabolizar la sustancia química activa. Este proceso genera metabolitos secundarios que pierden su carácter fitotóxico, neutralizando así la acción del fungicida.

Falta de Activación del Fungicida por el Patógeno: Algunos productos químicos no son fungicidas en su estado original, sino que funcionan como profármacos que requieren una metabolización o activación interna por parte del patógeno para volverse tóxicos. Los organismos resistentes no completan este paso de activación, lo que les permite escapar de la acción fungicida del compuesto.

Alteración al Sitio Reactivo*:* Si un fungicida ejerce su acción de manera específica sobre un único sitio molecular del patógeno, una modificación estructural en dicho lugar puede impedir el acople adecuado entre el producto químico y su diana biológica. Esta falta de unión eficaz resulta en la manifestación de resistencia.

4.6.3 Características de los Fungicidas Empleados

1) **Traslate**

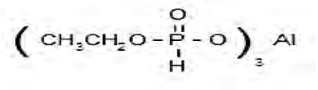
El producto **Traslate 80% WP** se clasifica como un plaguicida de uso agrícola con propiedades fungicidas. Su uso está extendido en el control de enfermedades causadas por hongos Oomicetos específicos, tales como el Mildiu, *Phytophthora* y *Pythium*.

Adicionalmente, este compuesto potencia los mecanismos de defensa naturales de la planta, lo que contribuye a reducir la probabilidad de desarrollo de cepas fúngicas resistentes.

Este fungicida tiene de composición a Fosetil Aluminio con una concentración de 800 g/kg con una formulación de polvo mojable perteneciente al grupo químico de organofosfatos.

Formula empírica : $C_6H_{18}AlO_9P_3$

Formula Estructural:



a) Propiedades Físico Químicos

Estado Físico sólido, pH de 3.0 a 5.0, de color blanco y olor insignificante además no es explosivo ni corrosivo, el almacenamiento bajo condiciones normales y adecuadas de manipulación son por dos años.

a) Modo de Acción

Traslate 80% WP, actúa inhibiendo germinación de esporas, bloquea el desarrollo del micelio y las esporulaciones. Una de sus acciones importantes son el incremento de mecanismos de defensa natural de la planta (fitoalexinas) frente a posibles ataques de enfermedad.

El modo de acción sistémica completa: ascendente y descendente, con rápida penetración de acción preventiva y curativa. No es compatible con agentes oxidantes, además no se debe ingresar al campo tratada por 24 horas después de la aplicación. Su categoría toxicológica es ligeramente toxico.

2) Python 27

Este producto se caracteriza por ser un fungicida-bactericida agrícola de amplio espectro, cuyo ingrediente activo es el sulfato de cobre pentahidratado en una concentración de 247 g/L. El compuesto ejerce una acción preventiva y curativa frente a fitopatógenos en frutales, vides, *berries*, hortalizas y cultivos tradicionales. Asimismo, al no registrar un período de carencia, su uso está indicado para aplicaciones en etapas de precosecha. Por otra parte, con el fin de optimizar la eficiencia de la aplicación mediante equipos electrostáticos, se recomienda regular la acidez de la solución de aspersión a un pH de 4.5, empleando una dosis máxima validada de 1.5 L/ha.

Toxicidad: El insumo está clasificado en la Categoría IV, lo que determina que es un producto de baja peligrosidad, con una dosis letal media (LD_{50}) por vía oral de 4500 mg/kg en ratas. Respecto a su manejo agronómico, muestra compatibilidad con diversos agroquímicos; no obstante, se recomienda efectuar pruebas previas de compatibilidad a escala reducida antes de su aplicación masiva. Asimismo, el período de reingreso al área tratada se establece en una hora posterior a la aspersión. En cultivos de hortalizas, fresas y mandarinas, entre otros, su frecuencia de uso se restringe a una sola aplicación por campaña, la cual debe ejecutarse de manera preventiva ante los primeros indicios o sintomatología de la enfermedad**, Serfi (2023).**

Formula química: CuH_{10} O9 S

3) **Treben**

Es un fungicida agrícola de ingrediente activo Benomyl 500 g/kg perteneciente al grupo químico Benzimidazoles, Se considera levemente peligroso

b) **Mecanismo y Modo de Acción**

El producto Treben 500 WP se caracteriza por su acción fungicida preventiva y sistémica, demostrando eficiencia contra una amplia gama de hongos patógenos en diversos cultivos agrícolas.

La traslocación del compuesto dentro de la planta ocurre a través del apoplasto. Su mecanismo de acción principal consiste en la inhibición de la formación de la β-tubulina, un componente esencial para la síntesis de los microtúbulos cromosómicos. Esto interfiere directamente con la división nuclear del hongo, provocando un bloqueo de la mitosis.

Tiene compatibilidad con la mayoría de plaguicidas con excepción de aguas carbonatadas, productos a base de cobre y productos de reacción alcalina.

4.7 Sistema de Riego

4.7.1. Riego Localizado

El riego localizado consiste en la conducción del agua a presión a través de una red de tuberías hasta la parcela experimental, donde se aplica directamente sobre la zona radicular con baja intensidad y alta frecuencia, con el propósito de mantener la humedad del suelo en capacidad de campo. Asimismo, esta infraestructura permite la quimigación o aplicación de agroquímicos, reduce la proliferación de malezas y disminuye la incidencia de fitopatógenos al evitar el humedecimiento directo del follaje**, Baca C. (2021).**

Mediante el riego localizado se aplica uniformemente promoviendo el incremento de rendimiento y calidad del producto. Este tipo de riego permite la evaluación de la demanda hídrica del cultivo, oferta hídrica del fuente asimismo tomar en cuenta el tipo de suelo y las condiciones climáticas, para un correcto manejo de agua para riego **Baca C.(2018).** Además, menciona que para un riego eficiente se debe tener en cuenta las siguientes preguntas.

¿Dónde irrigar? ¿Cuándo irrigar? ¿Cuánto irrigar?

Tabla 2

Ventajas y desventajas del riego localizado

Ventajas	**Desventajas**
Oxigenación permanente del suelo	Turno de riego muy corto.
Evita enfermedades fisiológicas.	Exige más atención
Reduce perdidas de agua	El cultivo es más sensible a las malas programaciones
Mejora la producción y calidad	Salinidad de suelos en climas desérticos
imita la proliferación de malas hiervas	

Fuente: Moya J. A. (2009)

4.7.2. Riego por Microaspersión

La microaspersión constituye una modalidad del riego por aspersión convencional en la cual los emisores, denominados microaspersores, distribuyen el agua a presión en forma de cortinas o lluvia fina. Este sistema se diferencia de la aspersión tradicional por presentar un menor radio de alcance y un tamaño de gota más reducido. Los microaspersores están diseñados para operar con caudales bajos y presiones moderadas; asimismo, integran un deflector giratorio o rotor que distribuye el agua de manera uniforme. Cabe precisar que los difusores sectoriales representan modificaciones de estos dispositivos, diseñados para restringir el ángulo de aplicación según los requerimientos del área de cultivo, NOVAGRIC (2022).

Este sistema de riego demuestra una alta eficiencia en la irrigación de diversos tipos de cultivos, incluyendo hortalizas, árboles frutales, áreas verdes, jardines ornamentales, viveros e invernaderos. Adicionalmente, facilita la aplicación de productos agroquímicos, ya sea para fines de fertilización o para el control de enfermedades y plagas, optimizando su uso a lo largo de todo el ciclo productivo **Hernandez (2024).**

1) Difusores de Riego

Los difusores de riego son emisores de uso común en horticultura. Este tipo de sistema de riego se encarga de una distribución en forma de gotas en una sola dirección

porque no tiene sistema de rotación. El efecto de difusión consigue al incidir el chorro de salida sobre una pieza difusora que disgrega en gotas muy finas **Higon N. (2002).**

Se considera uno de los métodos de riego más versátiles, ya que se adapta fácilmente a tod o tipo de terrenos, independientemente de que tengan grandes desniveles o pendientes. Lo s microaspersores autocompensantes logran un porcentaje relativamente alto de aspersión de riego uninforme en comparación con todos los tipos de riego convencional

Tanto las ventajas y desventajas según **Irrigation (2018)** y **Muñoz L. (2016).**

Fotografía 1

Difusor de riego (boquilla color gris y difusor roja 180°)



Fuente: Mejia F. (2023).

a) Ventajas difusores

- Es adecuable de manera sectorial en pequeñas y medianas parcelas.
- Eficiencia de uso de agua comparado con cualquier otro sistema, además se puede aplicar fertilizantes.
- Es muy uniforme, menor probabilidad de obstrucción de emisores, por la mayor velocidad del agua.
- Capacidad de crear microclimas y control visual sobre el mal funcionamiento de algún micro aspersor.
- Es posible su automatización con un programador de riego.

- Mejora la lixiviación del suelo de forma que aleja las sales perjudiciales de las raíces de la planta.
- Adaptable a todas las etapas de crecimiento del cultivo según se requiera, con mayor control de malezas y enfermedades foliares.
- Útil en cultivos que requieren condiciones específicas: aumenta la humedad ambiental y ayuda a bajar la temperatura, de forma que se pueden crear microclimas dentro del huerto si hubiera plantas que lo requirieran.
- Apto para terrenos irregulares con desniveles y pendientes, incluso en ellos la uniformidad es bastante alta.

a) Desventajas de difusores

- Elevada Inversión Inicial: La inversión inicial requerida es superior, dado que el costo de los difusores es mayor que el de los goteros o la cinta exudante.
- Interferencia en Labores Culturales: Una vez establecida, la instalación de riego puede interferir con ciertas labores de cultivo o el acondicionamiento del terreno.
- Riesgo de Taponamiento: Es un sistema fijo con muchos elementos expuestos, lo que conlleva un riesgo de obstrucción de los emisores, particularmente por el desuso o acumulación de sedimentos.
- Planificación Rigurosa: Se requiere un estudio y una planificación previa meticulosa para determinar la ubicación y la distancia óptima entre los aspersores, en función del diseño del huerto.
- Sensibilidad al Viento: Los vientos fuertes pueden afectar la uniformidad del riego, aunque en menor medida que en el caso de la aspersión convencional.
- Mayor Evaporación: Se produce una mayor evaporación durante las horas de sol intenso, por lo que se estima necesario incrementar la dosis de riego entre un 20 a 30% **Moya J.A., (2009).**

2) Tipos de riego por difusores

De acuerdo a **AEMA (2021)** existe dos tipos de microaspersores que son similares para micro difusores sectoriales:

a) Sistemas Fijos

Los sistemas de riego fijo y semifijo comprenden diversas modalidades de instalación. Estas incluyen configuraciones con tuberías móviles, que pueden operarse de forma manual o motorizada, así como sistemas semifijos que mantienen las tuberías ancladas en su lugar. Asimismo, se encuentran las instalaciones permanentes, cuyas tuberías están enterradas, y las configuraciones temporales que se ubican de forma aérea.

b) Movimiento Continuo

Dentro de la categoría de movimiento continuo, se identifican los sistemas de ramales desplazables. Estos adoptan diferentes configuraciones operativas, tales como el pivote central (que realiza un desplazamiento circular), el traslado frontal lateral, y sistemas que constan de dos alas arrastradas por un transporte o vehículo especializado.

4.7.3. Componentes del Sistema de Riego por Difusores

Según **Ascencios (2012),** seis componentes fundamentales conforman un sistema de riego. Estos componentes se describen como la fuente de agua, el sistema de bombeo o la energía potencial disponible (diferencia de cotas), el cabezal de riego, la red de conducción y distribución, las unidades de riego y las subunidades de riego citado por **Perales (2021).**

1) Cabezal de Riego

El cabezal de riego, también conocido como estación de control, se define como el conjunto de dispositivos ubicados al inicio de la instalación de riego localizado, cuya finalidad es controlar la operación del sistema.

Dicha estación está compuesta por varios elementos clave, entre los que se incluyen el equipo de impulsión, los dispositivos de filtración y fertilización, llaves de paso, manómetros y un contador volumétrico **Roodriguez et al. (2017).** a función principal de este conjunto de elementos es suministrar la presión y el caudal requeridos para la correcta operación del

sistema. El control de estos parámetros puede realizarse tanto de forma manual como automática

a) Sistema de bombeo

Se requiere que el dimensionamiento de la bomba sea apropiado, de modo que la presión generada sea suficiente para compensar las diferencias de elevación (cotas) y las pérdidas de carga inherentes a todo el sistema. Las bombas centrífugas alimentadas por energía eléctrica son las más utilizadas. Es importante notar que existe una correlación directa entre la presión de trabajo y los costos de instalación: a mayor presión, mayor será la capacidad requerida de la bomba y, consecuentemente, el costo asociado **Parra H.F & Trujillo N.D. (2018).**

b) Sistema de Filtrado

Este componente se considera fundamental para el sistema, ya que previene uno de los problemas más serios en los equipos de riego: la obstrucción. Dicha obstrucción puede ser causada por diversas fuentes, incluyendo partículas sólidas, minerales en suspensión (arcilla, limo y arena), materia orgánica y precipitados químicos (principalmente carbonatos).

Además, esta unidad se emplea para la inyección controlada de productos químicos, tales como fertilizantes y ácidos (clorhídrico, fosfórico, entre otros). Según **Liotta M. (2015)** este conjunto está conformado específicamente por un depósito de almacenamiento y el sistema de inyección.

c) Aparatos de Control y Medición

Está conformado por manómetros y contadores o caudalimetros. Los manómetros permiten determinar la presión, tanto en el cabezal como en el campo. Los contadores de caudal cumplen la función de medir el flujo instantáneo y el volumen total de agua de riego aplicada. Estos dispositivos se instalan habitualmente a la salida de los filtros para garantizar una medición precisa. En cuanto a los controladores del sistema, estos se ubican físicamente en el cabezal de riego **Liotta M. (2015**).

2) Red de Conducción y Distribución

La red de riego se define como el entramado de tuberías responsable de transportar el agua hasta los emisores ubicados en la subunidad de riego. Esta red se compone jerárquicamente de tres tipos de conductos: tuberías primarias, secundarias y terciarias. Las tuberías de conducción están conformadas por tubería principal y tuberías secundarias, mientras que los de distribución conforman las tuberías terciarias y tuberías porta emisores o laterales **Moya J.A. (2009).**

3) Cabezales de campo

Estos componentes corresponden a las válvulas que se instalan en campo con el propósito de suministrar agua a las distintas unidades de riego. Su operación puede ser simple (manual) o hidráulica.

En el caso de estas últimas, la presión del agua actúa sobre un diafragma interno, lo cual permite interrumpir el flujo de agua de manera efectiva.

. Deben tener las características como: suministrar un caudal uniforme y poco sensible a la variación de presión, resistencia a productos químicos, perdida de carga reducida y con estabilidad de la relación caudal-presión **Liotta M. (2015).**

4) Porta Lateral y Emisores

Son tuberías portadoras de los emisores, salen lateralmente y perpendicularmente de las terciarias, son terminales de la red, llamados también como subunidad **Moya J.A. (2009).** Estos elementos constituyen la parte final y fundamental del sistema de riego localizado. Se consideran los componentes más importantes y delicados de toda la instalación, debido a que su misión principal es dosificar el agua de manera uniforme, asegurando que el caudal aportado al cultivo sea preciso y equitativo **Parra & Trujillo (2018).**

Según **Mondragon (2022)** los emisores especialmente indicados para cultivos agrícolas como las hortalizas, frutícolas, invernaderos y jardinería tienen características como:

Componentes desmontables e intercambiables, aptos para trabajar con agroquímicos en proporciones habituales en los cultivos, uniformidad en aplicación y gran cobertura. Base

con toma para estaca de 4,5 mm, conexión dentada para tubería de PE o roscada para PVC. Boquilla con amplia gama de caudales codificadas por colores.

Figura 5

Tipos de difusores comerciales para microaspersión y sus respectivos patrones geométricos de distribución hidráulica.



Fuente: Mondragón soluciones, (2022)

4.8 Mildiu

El mildiu es una enfermedad de suma importancia debido a que causa grabes perdidas de espinacas en invernadero y cultivadas a la intemperie. El mildiu velloso tiene mayor probabilidad de extensión mundial y potencialmente destructivo de las espinacas (*Spinacia oleracea).* Una de las características importantes de este hongo es su capacidad de infectar un amplio rango de hospedantes **Ruiz E. et al (2008)**. Este agente causal de la enfermedad se da en muchas plantas de Chenopodiaceae y Cucurbitacea, donde está incluida la espinaca, fue considerada como una sola especie (*Peronospora farinosa*), el cual cambia con el estudio por **Joon Y. et al. (2007),** donde indican que la secuencia de ADNr de ITS y los datos morfológicos demuestran que P. farinosa de S. oleracea es diferente que Mildiu Velloso de otros huéspedes quenopodiáceos.

A través del análisis filogenético de 58 especímenes de espinaca procedentes de 17 países de Asia, Europa, América del Norte, América del Sur y Oceanía, se determinó que estos conforman un grupo monofilético diferenciado, el cual carece de variación genética intercontinental en la región ITS del ADNr (*ITS rDNA*) dentro del género *Peronospora*. Las topologías de los árboles filogenéticos respaldaron el reconocimiento del agente causal del mildiu de la espinaca como una especie molecularmente distinta. Asimismo, el examen microscópico reveló diferencias morfológicas significativas entre los especímenes de *Peronospora* aislados **de** *Spinacia* en comparación con *Peronospora farinosa s. lat.* obtenidos de hospederos de los géneros *Atriplex*, *Bassia*, *Beta* y *Chenopodium.*

La palabra mildiu etimológicamente viene de inglés mildew (moho) proveniente del antiguo ingles mildeaw (rocío de miel) **Anders (1998)**

De manera similar a otros oomicetos causantes de mildiu, el patógeno sobrevive durante el período invernal en forma de oosporas. Estas estructuras de resistencia permanecen en el suelo de las parcelas afectadas, en las semillas o embebidas en los restos vegetales del hospedante. La infección primaria en el cultivo de espinaca se manifiesta inicialmente en las hojas maduras; por consiguiente, la estrategia de control más eficiente para mitigar la propagación del hongo radica en la aplicación oportuna de fungicidas sistémicos específicos, **AGROBASE (2023).**

Figura 6

Síntomas característicos del mildeo velloso (Peronospora farinosa f. sp. spinacia) en hojas de espinaca (Spinacia oleracea L.).



Fuente: Adrobase, 2020 Haz: manchas cloróticas, Envés pelusillas grisáceas

Otros nombres: *Peronospora farinosa f. sp. spinacia, Peronospora effusa. Downy mildew spinach.*

4.8.1. Taxonomía

Reino: Protista (sin rango) Chromista.

Filo: Heterokontophyta.

Clase: Oomycetes.

Orden: Peronosporales.

Familia: Peronosporaceae.

Género: Peronospora.

Especie: *P. farinosa*

FR. 1849, **EcuRed (2022**)

Peronospora farinosa pertenece al reino Chromista, orden Peronosporales, familia peronosporaceae y al género Peronospora **Choi et al. (2006).** El hongo patógeno ejerce su acción sobre especies pertenecientes a la familia Chenopodiaceae, específicamente los géneros *Beta*, *Spinacea* y *Chenopodium*. Se ha observado que *Peronospora farinosa* presenta una alta especificidad de hospedero, afectando únicamente al género vegetal del cual procede su aislamiento original. Con base en esta característica, el patógeno se subdivide en tres grupos denominados *de acuerdo a su hospedero P. farinosa* f. sp. *betae*, *P. farinosa* f. sp. *spinaciae* y *P. farinosa* f. sp. *chenopodii* Danielsen et al., citado por **Chabur (2008).**

4.8.2. Morfología

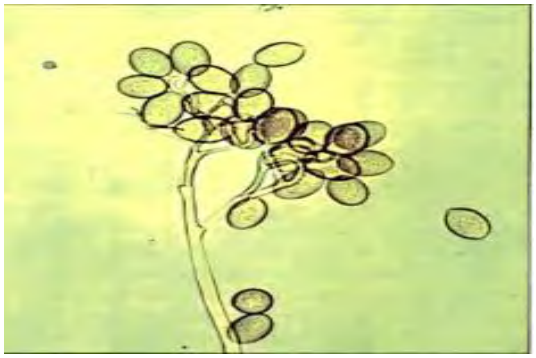
- Hifas, son cenocíticas y multinucleadas, proyectan haustorios al interior de las células para absorber nutrientes, se desarrollan en los espacios intercelulares de las hojas del hospedero **Roncal M.S. (2004)**.
- Los esporangióforos se originan a partir de las hifas localizadas en el parénquima foliar interno. Estos emergen en grupos a través de los estomas de la hoja, ramificándose en su tercio superior. Cada una de estas ramificaciones culmina en dicotomías, en cuyos ápices se diferencian los esporangios. Cabe destacar que los

esporangióforos presentan una fuerte adhesión a la planta, dificultando su remoción por la acción del agua o del viento **Roncal M.S. (2004).** Las dimensiones de estas estructuras oscilan entre167 y 227 µm de longitud, con un diámetro que varía de11.0 y 14.8 µm. Los extremos de las ramas culminan en dos o tres puntos, organizados en ángulos rectos o agudos, que sirven como sitios de inserción para los esporangios **Denielsen & Ames, T. (2000)**.

- Los esporangios se forman y desarrollan en el ápice de cada ramificación dicotómica. Poseen una morfología ovoide y presentan una papila apical distintiva; al alcanzar su madurez fisiológica, registran dimensiones que oscilan entre 25.7 y 31.9 µm de longitud, y de 19.3 a 24.3 µm de ancho. Asimismo, cada esporangio se caracteriza por poseer una pared celular ligeramente rugosa, un protoplasma granulado y una coloración castaño claro de aspecto translúcido. El proceso de germinación ocurre de manera directa mediante la emisión de un tubo germinativo. Debido a este mecanismo biológico, en la literatura científica actual se les designa indistintamente bajo los términos de esporangio, espora o conidio**, Denielsen & Ames, T. (2000).**

Figura 7

Esporangióforo y esporangios de Peronospora farinosa



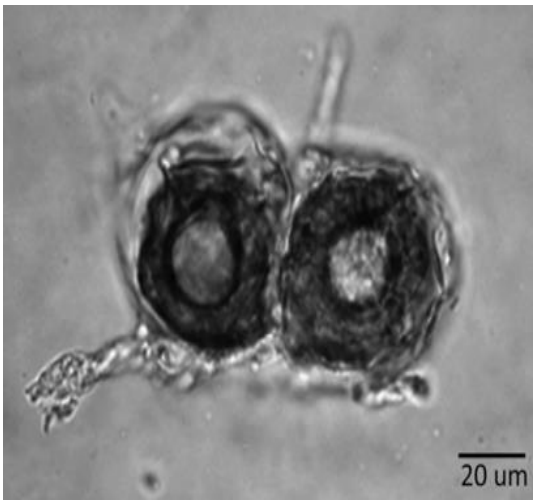
Fuente: Danielsen et al. 2004

- Oogonios y Anteridios, considerados gametangios, el primero se refiere al femenino y el segundo al masculino **Denielsen & Ames (2000).** Recientemente se han caracterizado como órganos de diferente polaridad; oogonio negativo (-) y anteridio positivo (+).

- Oosporas**,** son esporas, resultado de intercambio genético, sobreviven periodos largos; estableciéndose en las semillas, el suelo y rastrojos, se consideran los fuentes de inoculo primario **Denielsen & Ames (2000)**, para el intercambio genético es de necesidad las condiciones adecuadas de humedad (superiores a 75 %) y temperaturas entre 13 y 18 °C **Roncal M.S. (2004)**.

Figura 8

Oosporas generadas a partir de un aislado (PM2) Peronospora farinosa f. sp. spinaciae recolectada de California en 2007.



Fuente: Feng C. et al., (2007)

4.8.3. Diferencia entre P. farinosa f.sp. Spinaciae y P. farinosa s. lat. de Atriplex, beta y Chenopodium

La región ITS completa (ITS1, gen *5.8S* del ADNr e ITS2) en muestras de *Peronospora* aisladas de espinaca presenta una longitud estándar de 798 pb, con excepciones puntuales que abarcan cuatro secuencias de 797 pb, dos de 799 pb y dos de 800 pb. Por el contrario, las secuencias de *Peronospora farinosa s. lat.* obtenidas a partir de hospederos de los géneros *Atriplex*, *Beta* y *Chenopodium* registran rangos de 798 a 800 pb, 796 pb, y de 795 a 796 pb, respectivamente. Respecto a la variabilidad interna, la longitud de la secuencia de la región *ITS1* del ADNr varía entre 208 y 212 pb, mientras que el gen *5.8S* del ADNr y la región *ITS2* permanecen constantes, con longitudes fijas de 166 y 421 pb, respectivamente, **Joon et al (2007).**

4.8.4. Razas de Mildiu (*Peronospora farinosa f. sp. Spinaciae)*

Feng et al (2014) reportaron que, hasta el año 2004, se habían identificado 10 razas de *Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*. Entre estas, se determinó que el locus de resistencia *RPF2* confirió inmunidad frente a las razas 1 a 10, basándose en el análisis de las reacciones patológicas de un conjunto de cultivares diferenciales de espinaca que contenían seis loci de resistencia hipotéticos (*RPF1-RPF6*). Posteriormente, tras evaluar 116 cultivares (103 líneas comerciales y 13 cultivares diferenciales) utilizando muestras recolectadas en un período de cinco años, se caracterizaron las razas restantes. La raza 11 fue identificada en 2008, la raza 12 en 2009, las razas 13 y 14 en 2010, y las razas UA4711 y UA1312 en el año 2011

Tabla 3

Diferentes Razas de mildiu velloso en dos conjuntos de cultivares diferenciales de espinaca.

	Parental resistance		Race													Institute
Differential	Male	Female	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	UA&EU
Viroflay			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	UA&EU
Resistoflay	RPF5		–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	UA&EU
Califlay		RPF3	–	+	–	+	–	+	+	–	–	+	–	–	+	–	UA&EU
Polka	RPF3	RPF5	–	–	–	+	–	+	+	–	–	+	–	–	+	–	UA&EU
Bolero	RPF4	RPF5	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	UA
Campania	RPF6	RPF4	–	–	–	–	–	+	–	+	+	+	–	+	+	+	UA&EU
Dolphin	RPF1	CMV	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	UA
Avenger	RPF1	RPF5	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	UA
Lion	RPF1	RPF3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	UA&EU
Lazio	RPF2	RPF4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	UA&EU
Clermont	RPF4	RPF5	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	EU
Boeing	RFP1	RPF5	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	EU
Whale		RPF3	–	–	–	+	–	+	+	–	–	+	–	–	+	–	EU

Cultivar	Race 10	Race 11	Race 12	Race 13	Race 14	UA4711	UA1312
Viroflay	+	+	+	+	+	+	+
Resistoflay	+	+	+	+Un	+	+	+
Califlay	+	–	–	+	–	+	–
Bolero	+	+	+	+	+	–	+
Campania	+	–	+	+	+	–	–
Dolphin	+	–	+	–	+	+	–
Lion	+	–	–	–	–	+	–
Pigeon	–	–	–	–	+	–	+
NIL1	+	–	+	–	+	+	–
NIL2	–	+	+	+	+	–	+

Fuente: Feng C. et al., (2007)

4.8.5. Ciclo de Vida

Mayor al 80% de humedad relativa es la condición necesaria para germinación del esporangio. El tubo germinativo desarrolla un *apresorio* en su extremo distal. A partir de este, se diferencia una *hifa infectiva* que penetra la *epidermis* foliar. Tras un período de latencia, el hongo comienza su crecimiento, formando un *micelio* que se propaga a través de los espacios

intercelulares del *mesófilo*. Aproximadamente cinco a seis días después de la penetración inicial, se inicia la producción de *esporangióforos*, los cuales se proyectan hacia el envés de las hojas **Denielsen & Ames (2000)**. Al alcanzar su máximo desarrollo forman esporangios que son estructuras para la reproducción de patógenos, mantienen la epidemia durante todo el ciclo de vida de la planta en el campo. Al mismo tiempo aparecen los primeros síntomas en la zona afectada en forma de una leve clorosis, indicando un debilitamiento de las células afectadas y un deterioro de su capacidad de síntesis; eventualmente, el tejido se vuelve necrótico y la parte vegetativa del hongo desaparece **Denielsen y Ames (2000)**

Durante el desarrollo fisiológico del cultivo se producen varias generaciones asexuales del patógeno y produce infecciones sucesivas (policíclicos).Cuando el cultivo entra en senescencia y no puede alimentarse el seudohongo, inicia generar estructuras sexuales que son las oosporas que sirven como estructuras de conservativas del patógeno que permanecen de forma latentes adheridas a las semillas y rastrojos. Estos permanecen inactivos en estado latente, hasta que crezcan nuevas plantas hospederas donde germinan e inician un nuevo ciclo de vida **FAO (2016).**

4.8.6. Epidemiología.

En la epidemiología vegetal, el desarrollo de las afecciones se fundamenta en el concepto del triángulo de la enfermedad, el cual describe la interacción dinámica entre un patógeno virulento (***Peronospora farinosa*** f. sp. ***spinaciae***), un hospedante susceptible (***Spinacia oleracea*** L.) y un ambiente favorable, donde las actividades antrópicas ejercen una influencia significativa. Los factores críticos para el progreso de este oomiceto incluyen una humedad relativa superior al 80 % y temperaturas que no excedan los 23 °C. Estas condiciones ambientales estimulan la germinación de oosporas y esporangios, desencadenando ciclos de infección secundarios consecutivos. Asimismo, la presencia de agua libre sobre el follaje, como el rocío matutino, actúa como un vehículo que facilita la penetración de las estructuras infectivas y su posterior colonización en el parénquima foliar. Por el contrario, un descenso drástico en los niveles de humedad provoca la deshidratación de los propágulos fúngicos e inhibe la esporulación. Finalmente, cabe precisar que, aunque

los procesos infecciosos pueden ocurrir dentro de un amplio rango térmico (entre 0 y 25 °C), el patógeno manifiesta una alta incidencia incluso en zonas agrícolas áridas si se dispone de sistemas de riego que mantengan el microclima húmedo, **FAO (2016).**

Esta enfermedad ocurre en la etapa de plántula debido a la presencia de inóculo en la semilla y el suelo. En la cámara de crecimiento, esta infección primaria se observa en forma de abundante esporulación sobre toda la superficie de las hojas cotiledónicas. Los esporangios como estructuras reproductivas se forman en forma policíclica. La espinaca es atacada por el mildiú velloso en cualquier etapa del desarrollo de la planta y la infección temprana afecta el rendimiento **Denielsen & Ames (2000)**

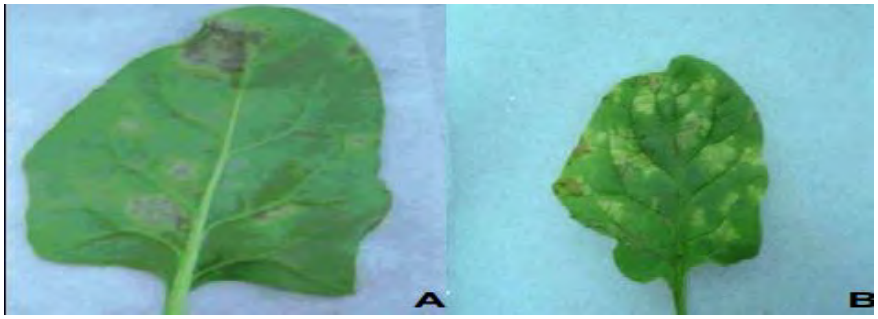
Las condiciones climáticas en las tierras altas de Perú son ideales para el desarrollo de mildiu en los meses (octubre a abril) con fuertes lluvias con un promedio de 700 mm en promedio, además, en temporada de otoño si hay presencia de lluvias. La germinación de las esporas se debe al contacto directo con agua, se desarrolla por presencia de agua sobre la planta ya sea por riegos, goteos por condensación, rocíos **Probelte (2019).**

4.8.7. Síntomas

La sintomatología de mildiu se observa en el haz de las hojas una lesión clorótica. Las lesiones son irregulares de color amarillo pálido, algunos muy distorsionados y además se encrespan. En el envés de la hoja se observa formaciones de micelio de color gris azulado oscuro compuesto por esporangióforos y esporangios. El deterioro de las hojas es rápido. Otros síntomas son la proliferación de hojas jóvenes y encrespamientos **Chabur (2008).**

Figura 9

Hoja de espinaca. A) esporangióforos en el envés de la hoja causada por P. farinosa f. sp. Spinaciae. B) Manchas cloróticas en el haz de la hoja.



Fuente: Chabur M. I. (2008)

4.9 Metodologías para el desarrollo de la investigación

4.9.1 Método para calcular demanda hídrica

Para el estudio de la demanda hídrica, se emplearon datos meteorológicos específicos, los cuales resultaron fundamentales para la elaboración de la correspondiente planilla de riego.

Tabla 4

Planilla de riego

Provincia :		Ln para llegar a CC:			Área del terreno (m2)			CC (%)					
Distrito :		Ln (mínimo en suelo):			Cultivo			PMP (%)					
Comunidad:		Eficiencia (%):			Responsable:			Da					
Sector :		Fecha Trasplante:						Z					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Fecha	V m/s	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	Reposición de agua de riego			Consumo de agua		Tiempo de riego h
								Pp mm	Nec. Netas (mm)	Nec. Totales (mm)	C.C.	Descenso tolerable	

Donde:

Ln: Lamina neta (mm)
CC: Capacidad de campo (%)
PMP: Punto de marchitez permanente (%)
Da: Densidad aparente (%)
Z: profundidad de raíz (cm)
V: Veloidad del viento (m/s)
HR: Humedad relativa (%)
Kp: Coeficiente de Tanque clase A
Evap: Evaporación de tanque clase A (mm)
ETo: Evapotranspiración de referencia (mm)
Kc: C*oeficiente del cultivo*
ETc: Evapotranspiración de cultivo (mm)
Pp: Precipitación (mm)
Tr: tiempo de riego

Tanque evaporímetro clase A(mm): Se mantiene el nivel del agua en el tanque a 5 cm debajo del borde superior, asegurando que no descendiera por debajo de 7.5 cm. Las lecturas deben ser diaria en horas fijas.

Humedad Relativa (%): Las mediciones de humedad relativa se realizan diariamente en horarios fijos, obteniendo este dato para su integración en la planilla de riego. Los resultados obtenidos se contrastaron posteriormente con los datos proporcionados por el SENAMHI.

Velocidad del viento(m/s): las lecturas se realizaron de forma diaria en horas de la mañana, usando el anemómetro digital y se contrastó con los datos de SENAMHI.

a) Coeficiente Kp del Tanque clase A

Para la determinación del coeficiente (Kp) del tanque evaporímetro Clase A, se emplean datos climáticos específicos como la humedad relativa (%) y la velocidad del viento (m/s). el Kp se multiplica por la evaporación diaria del tanque (medida diariamente) para obtener la evapotranspiración de referencia ETo. Posteriormente, al multiplicar la ETo por el coeficiente de cultivo Kc de la espinaca, se determina la evapotranspiración del cultivo ETc (mm) diaria.

Tabla 5

Coeficientes del tanque evaporímetro (Kp)

Tanque Clase A		Caso A: Tanque situado en una superficie cultivada		
HR media		baja	media	alta
Velocidad del viento (m s⁻¹)	Distancia del cultivo a barlovento (m)	< 40	40-70	> 70
Baja	1	,55	,65	,75
< 2	10	,65	,75	,85
	100	,7	,8	,85
	1 000	,75	,85	,85
Moderada	1	,5	,6	,65
2-5	10	,6	,7	,75
	100	,65	,75	,8
	1 000	,7	,8	,8
Alta	1	,45	,5	,6
5-8	10	,55	,6	,65
	100	,6	,65	,7
	1 000	,65	,7	,75
Muy alta	1	,4	,45	,5
> 8	10	,45	,55	,6
	100	,5	,6	,65
	1 000	,55	,6	,65

Fuente. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 1990).

b) Cálculo de coeficiente del cultivo (kc)

Para la determinación del coeficiente de la espinaca (Kc) se utilizaron datos obtenidos del boletín de la **FAO (2006).** De acuerdo con esta fuente, los valores de Kc establecidos son: el Kc inicial es 0,7, el Kc medio es 0.1 y el Kc fin es 0.95.

Tabla 06

Fases de desarrollo del cultivo de Espinaca

Fases del cultivo de espinaca	**Días**	**Kc**
Kc - Fase inicial	20	0.7
Kc - Fase de desarrollo	20	1
Kc - Fase medio	25	1
Kc - Fase final	5	0.95

Fuente: FAO, 2006

c) Cálculo de uniformidad de riego

Para determinar la uniformidad de riego del sistema por microaspersión adaptado al metodología del sistema de riego por goteo, primero se ubican los puntos de muestreo en las sub unidades de riego. La metodología de muestreo implica la colocación de un total de 16 vasos de recolección en puntos estratégicos. Para ello, se seleccionan cuatro tuberías laterales: la más cercana y la más lejana al inicio de la subunidad de riego, así como dos laterales intermedios ubicados a 1/3 y 2/3 de la longitud de la tubería terciaria. En cada una de estas tuberías laterales, se eligen cuatro emisores siguiendo el mismo criterio de distribución: el más cercano y el más lejano al inicio de la línea, junto con dos emisores intermedios. Para realizar la evaluación del Coeficiente de Uniformidad, se necesita una Balanza electrónica y un reloj **Agrnotips, (2021)**.

Tabla 07

Planilla de registro de datos de campo

Posición del lateral	Primer caudal gr/3min	Caudal 1/3 gr/3 min	Caudal 2/3 gr/3 min	Ultimo caudal gr/ 3 min
Lateral inicial				
1/3 lateral				
2/3 lateral				
Ultimo lateral				

Se aplica la siguiente expresión:

$$CU = \frac{Q25}{Qn}$$

Donde:

Q25: El caudal medio de los emisores hace referencia al promedio de 25% de los caudales más bajos registrados en el sistema de riego.

Qn: Caudal medio de descarga todos los emisores.

Tabla 08

Dosis de aplicación de fungicidas sistémicos

FUNCIONAMIENTO	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE CAUDALES %
EXCELENTE	91 -100%
BUENO	81-90%
ACEPTABLE	71-89%
Inaceptable	<70%

Fuente: Pizarro, 1996.

d) Cálculo de evapotranspiración de referencia(ETo)

$$ET_O = Kp * E_{tanque}$$

Donde:

ET_0: Evapotranspiración del cultivo de referencia en mm/día

Kp: Coeficiente del tanque que varía con el clima de la zona, tipo de tanque y del medio que circunda el mismo.

Estanque: Evaporación del tanque Clase “A” en mm/día y representa el valor medio diario del periodo considerado.

e) Cálculo de la evapotranspiración del cultivo (ETC)

$$ETc = Kc * ETo$$

ETc: Evapotranspiración del cultivo en mm/día.

Kc: Coeficiente del cultivo, es un valor específico que varía para cada especie vegetal y está influenciado por diversas circunstancias. Entre estos factores se consideran la fase de crecimiento fenológico en los cultivos herbáceos, el mes del año en que se desarrolla el cultivo, y si se aplica o no laboreo en el caso de algunas especies arbóreas.

ETc: Evaporación del cultivo de referencia en mm/día **Pizarro,(1996).**

f) Cálculo de lámina neta inicial

Este cálculo de lámina neta se realizó con la siguiente ecuación
Ln inicial = (CC - PMP) / 10 × Da × z

La lámina neta inicial, es el volumen requerido de agua que se define como el volumen de agua aplicado al suelo con el propósito de prepararlo para la instalación y conducción subsiguiente del cultivo de espinaca

g) Lámina neta para riego de mantenimiento

Adicionalmente a la lámina neta inicial, se incorpora el factor de secamiento (f), el cual posibilita determinar la cantidad de agua disponible que puede perder un cultivo sin

comprometer su desarrollo normal ni su capacidad de producción.

Ln final = (CC - PMP) / 10 × Da × z × f.

Donde:

Ln = Lámina neta (mm/día)

CC = Capacidad de campo (%)

PMP = Punto de marchitez permanente (%)

Z = Profundidad de raíz (cm)

Da = Densidad aparente del suelo (%)

f = Factor de secamiento

Con el factor de secamiento de 0.4 propuesto por la FAO

h) Cálculo de Necesidades Netas Nn o lamina neta

$$Nn = ETC - Pe - Gw - \Delta w$$

Donde:

Nn: Necesidades netas del cultivo en mm/día

ETC: Evapotranspiración del cultivo en mm/día.

Pe: Precipitación efectiva en mm/día.

Gw: Aporte capilar por efecto del nivel freático en mm/día.

Aw: Cambio de almacenamiento de agua del suelo en mm/día.

i) Cálculo de las necesidades totales (Lámina total LT o Lámina de riego LR).

$$Nt = \frac{Nn}{(1 - K) * CU}$$

Donde:

Nt: Lámina de riego mm/día

Nn: Evapotranspiración del cultivo mm/día

K: (1 – Ea), en el caso de pérdidas

CU: Coeficiente de uniformidad

j) Cálculo para el tiempo de riego (Tr)

$$Tr = \frac{NT * F}{P}$$

Donde:

Tr: Tiempo de riego en horas

NT: Necesidades totales en mm/día

F: Frecuencia de riego en días

P: Precipitación de los microaspersores.

4.9.2 Muestreo del suelo para el Análisis Fisicoquímico

Para el análisis fisicoquímico, se delimitan áreas homogéneas en el terreno y se extraen submuestras en seis puntos representativos, siguiendo un recorrido en zigzag o diagonal a una profundidad de 0 a 30 cm, de acuerdo con la longitud radicular del cultivo Vega (2021).

Posteriormente, las submuestras se mezclan homogéneamente, se desmenuzan los terrones y se retiran los elementos extraños como piedras y residuos orgánicos. Finalmente, mediante el método de cuarteo, la mezcla se extiende de forma circular, se divide en cuatro partes iguales y se toma una fracción de 1 kg, la cual se deposita en una bolsa debidamente etiquetada para su posterior envío al laboratorio, Vega (2021).

4.9.3 Muestreo del agua para el Análisis Fisicoquímico

Según (CIATI, 2020), la calidad del agua destinada a riego está determinada por la concentración y el tipo de sales que contiene. El análisis químico de estos componentes se realiza con el propósito de evaluar su idoneidad para el riego, estimar la tolerancia de los cultivos a la salinidad presente y establecer su calidad para procesos de fertiirrigación y quimigación.

El recipiente debe ser de plástico de preferencia nuevo con una capacidad de 1 l.

- **Preparación del recipiente**: Lave el frasco de muestreo varias veces con el agua que va a analizar para asegurar su limpieza y representatividad.

- **Llenado de la muestra**: Llene el recipiente por completo, hasta el borde, para evitar la formación de burbujas de aire en su interior, lo que podría alterar la muestra.
- **Identificación**: Etiquete el envase de forma clara y precisa para documentar el punto y las condiciones del muestreo.
- **Conservación**: Mantenga la muestra en un ambiente frío y entréguela al laboratorio lo más pronto posible, idealmente en un plazo máximo de 48 horas, para preservar su integridad.

4.9.4 Fertilización

La aplicación de la dosis de fertilización (160N-120P2O5-80K2O) resultó en los mejores parámetros de desarrollo del cultivo. Se obtuvieron resultados óptimos en el peso de las hojas, alcanzando 146.60 g como promedio, promedio de15.78 números de hojas, altura de la planta 47.15 cm. También se registró el promedio de la longitud de peciolo 16.85 cm, longitud de la lámina foliar 19.75 cm, longitud de raíz 7.30 cm (Maqquerhua, 2019).

El cálculo de fertilizacion se realizó acuerdo con el análisis de suelo que se hizo en el laboratorio de quimica agricola (Valle Grande). Con las dosis recomendadas por Maqquerhua.

Materia orgánica	:	2.72%
Fosforo	:	21.6 ppm
Potasio	:	129 ppm
Densidad aparente	:	1.18

4.9.5 Aplicación de fungicidas

Cada fungicida sistémico se aplicó mediante absorción del inyector Venturi que se debe adaptar en el cabezal de riego, para luego ser asperjada mediante los microaspersores sectoriales. Se aplica cada principio activo en sus dosis comerciales, según la primera evaluación de incidencia y severidad en las 16 parcelas experimentales, donde se debe observar la presencia de mildiu, que de importancia económica se considera mayor a 40%.

Tabla 09

Dosis de aplicación de fungicidas sistémicos adaptado a la ficha técnica de productos

Tratamiento	Producto	Principio activo	Dosis Unidad	Vol. del producto comercial	Vol. Para 48.6 m2	Und. de aplic.
T1	Phyton 27	Sulfato de cobre pentahidratado	l/ha	0.5	2.43	ml
T2	Traslate 80% WP	Fosetil aluminio	kg/200 l	1	3.64	g
T3	Treben 500 WP	Benomyl	kg/ha	0.4	1.94	g
T4	Testigo	sin fungicida				

Fuente: Elaboración propia

Fotografía 2

Fungicidas sistémicos



4.9.6 Evaluación de Intensidad de la Enfermedad

La intensidad (incidencia y severidad) de la enfermedad se evalúa días después del trasplante. En respuesta al primer objetivo de determinar el efecto de tres fungicidas sistémicos aplicados mediante microaspersión sobre la incidencia y severidad de mildiu (*Peronospora farinosa f. sp. spinaciae*) en el cultivo de espinaca

a) Incidencia.

La incidencia se determina contabilizando el número de plantas con síntomas de la enfermedad con relación al número de muestreo de plantas elegidas al azar en zigzag del

área neto de la unidad experimental, se determina utilizando la fórmula propuesta por French y Herbert 1980 citado por **Mamani (2015).**

$$I = \frac{NPE}{NTPO} X100$$

Donde:

I = Incidencia de la enfermedad expresada en porcentaje

NPE = Número de plantas enfermas

NTPO = Número total de plantas observadas (sanas + enfermas).

Tabla 10

Planilla de campo para evaluación de Incidencia

Evaluación de incidencia de mildiu (*Peronospora farinosa)*						
Tratamientos	**Bloque**	**25 días**	**40 días**	**58 días**	**89 días**	**108 días**
		P. Infectadas	**P. Infectadas**	**P. Infectadas**	**P. Infectadas**	**P. Infectadas**
T 1	I					
	II					
	III					
	IV					

b) Escala de evaluación de severidad para Mildiu

El grado de severidad de mildiu de la espinaca se determina tomando plantas elegidas al azar en zigzag dentro del área neto en cada unidad experimental o parcela.

Para determinar la severidad del ataque de mildiu se adapta a la escala grafica de mildiu velloso en quinua **Inguilan y Pantoja (2007).** Este método consiste en determinar el porcentaje de tejido vegetal afectado mediante una estimación visual, empleando una escala de valores enteros que oscilan entre 0 y 100. En esta escala, el valor 0% representa una planta completamente sana y sin signos de infección, mientras que 100% indica una planta sin área foliar sana, completamente defoliada o muerta como consecuencia del mildiú. Se utilizaron valores dentro de un intervalo específico para el estudio.

Tabla 11

Grados escalares de evaluación de mildiu

Categoría	Grado escalar	Descripción
1	0	Plantas observadas se encontraban completamente sanas, aunque con un leve indicio de daño en las hojas basales
2	1	Plantas dañadas en hojas basales hasta 25 % de área foliar
3	2	Plantas dañadas en hojas basales y hojas el tercio medio hasta en un 50% en área foliar.
4	3	Plantas dañadas en más del 50% hasta 75% de hojas dañadas en el tercio basal
5	4	Plantas dañadas en más del 75% de hojas o muerta a consecuencia de mildiu 100%.

Para el cálculo de la severidad en porcentaje se empleó la formula de Townsend y Heuberger 1943.

$$II = \frac{\sum(n x v)}{NV} \; x \; 100$$

Donde:

II = Intensidad de Infección (%)

n = Numero de plantas dañadas dentro de cadacategoría escalar

v = Grado escalar

N = Número total de plantas evaluadas

V = Grado escalar máximo

Tabla 12

Planilla de campo para evaluación de grado de severidad de mildiu

Evaluación de severidad del mildiu (*Peronospora farinosa)*																			
Fecha																			
Bloque I - tratamiento 1																			
Grados escalar	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
0	**x**	**X**		**X**		**x**	**X**		**x**	**X**	**x**		**X**		**x**		**x**		**x**	**x**
1			**x**		**x**			**x**				**x**		**x**		**x**		**x**		
2																				
3																				
4																				

4.9.7 Rendimiento de cultivo

Para el segundo objetivo evaluar el rendimiento (peso de hojas) del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea L.)* en respuesta a la aplicación de tres fungicidas sistémicos mediante microaspersión, se utilizó el siguiente método de evaluación.

a) Rendimiento en materia verde en g

Para determinar el rendimiento se consideran los siguientes datos, evaluación en 2 oportunidades (la primera cosecha cuando la hojas basales lleguen al 60 % de madurez comercial y la segunda cosecha), se toman plantas de muestreo en cada repetición elegidas al azar en zigzag dentro del área neto, equivalente el 11 % de las plantas por unidad experimental codificadas de 1 a 10.

El registro de datos se lleva a cabo utilizando una balanza de precisión automática para pesar las hojas de la planta en gramos.

4.9.8 Comportamiento agronómico de cultivo

Para el tercer objetivo de evaluar el efecto de tres fungicidas sistémicos aplicados mediante microaspersión sobre el comportamiento agronómico, se utilizó el siguiente método de evaluación.

a) Número de hojas

Se realiza el conteo del número total de hojas por cada planta al momento de la cosecha.

b) Altura de la planta (cm)

Esta medición se efectúa al final del periodo de producción de las espinacas, abarcando desde el cuello de la raíz hasta el nivel más alto de las hojas.

c) Longitud de la lámina foliar (cm)

Se mide la longitud de la lámina foliar en centímetros utilizando una cinta métrica durante la cosecha

d) Ancho de la lámina foliar (cm)

Se determina el ancho de la lámina foliar en centímetros con una cinta métrica en el momento de la cosecha.

Tabla 13

Planilla de campo para datos de rendimiento

Evaluación de rendimiento de espinaca				**Fecha:**	
Núm. Plantas	**Altura de la planta**	**Núm. de hojas por planta**	**Long. del limbo laminar(cm)**	**Ancho del limbo laminar(cm)**	**Peso de la planta (g)**
Bloque - I tratamiento 2					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

4.9.1 Procesamiento de datos

Para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, se aplica un Análisis de Varianza (ANOVA) mediante la prueba estadística "F", utilizando un nivel de significancia del 5% (\(p \le 0.05\)) y 1%. Este análisis se ejecuta sobre la base de los datos recolectados durante las cinco evaluaciones experimentales, para evaluar la enfermedad, donde se miden las variables epidemiológicas de incidencia y severidad, así como los comportamientos agronómicos y de rendimiento del cultivo: altura de la planta (cm), longitud de la lámina foliar (cm), ancho de la lámina foliar (cm), número de hojas y peso fresco total de la planta (g). Finalmente, los valores "F" calculados se contrastan con los valores teóricos de las tablas de distribución respectivas para establecer la validez estadística de los resultados.

Para la comparación de medias de los tratamientos que manifestaron diferencias estadísticas significativas, se empleó la prueba de rango múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5 % (α = 0.05). El procesamiento y la gestión de la base de datos experimentales se realizaron mediante el software estadístico InfoStat

Modelo

$yij = \mu + \tau i + \beta j + \varepsilon ij$

yij: medida observada en cada bloque y tratamiento

μ: promedio general

τi: efecto del tratamiento

βj: efecto bloque el cual se dividió en 4 bloques

εij: error experimental.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño de carácter experimental. El estudio se fundamenta en la evaluación y descripción del efecto de tres fungicidas sistémicos sobre la incidencia y severidad del mildiu (*Peronospora farinosa* f. sp. *spinaciae*), empleando un sistema de riego por microaspersión como mecanismo de aplicación. Asimismo, la investigación contempla la verificación cuantitativa del rendimiento comercial y la determinación de las variables asociadas al comportamiento agronómico en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

5.2 Ubicación espacial de la investigación

5.2.1. *Ubicación espacial*

Ubicación Política

Región : Cusco

Provincia : Cusco

Distrito : San Jerónimo

Localidad : Centro Agronómico K'ayra

Ubicación Geográfica

Altitud : 3219 m.

Latitud : 13°33'24" S

Longitud : 71°52´30" W

Ubicación Hidrográfica

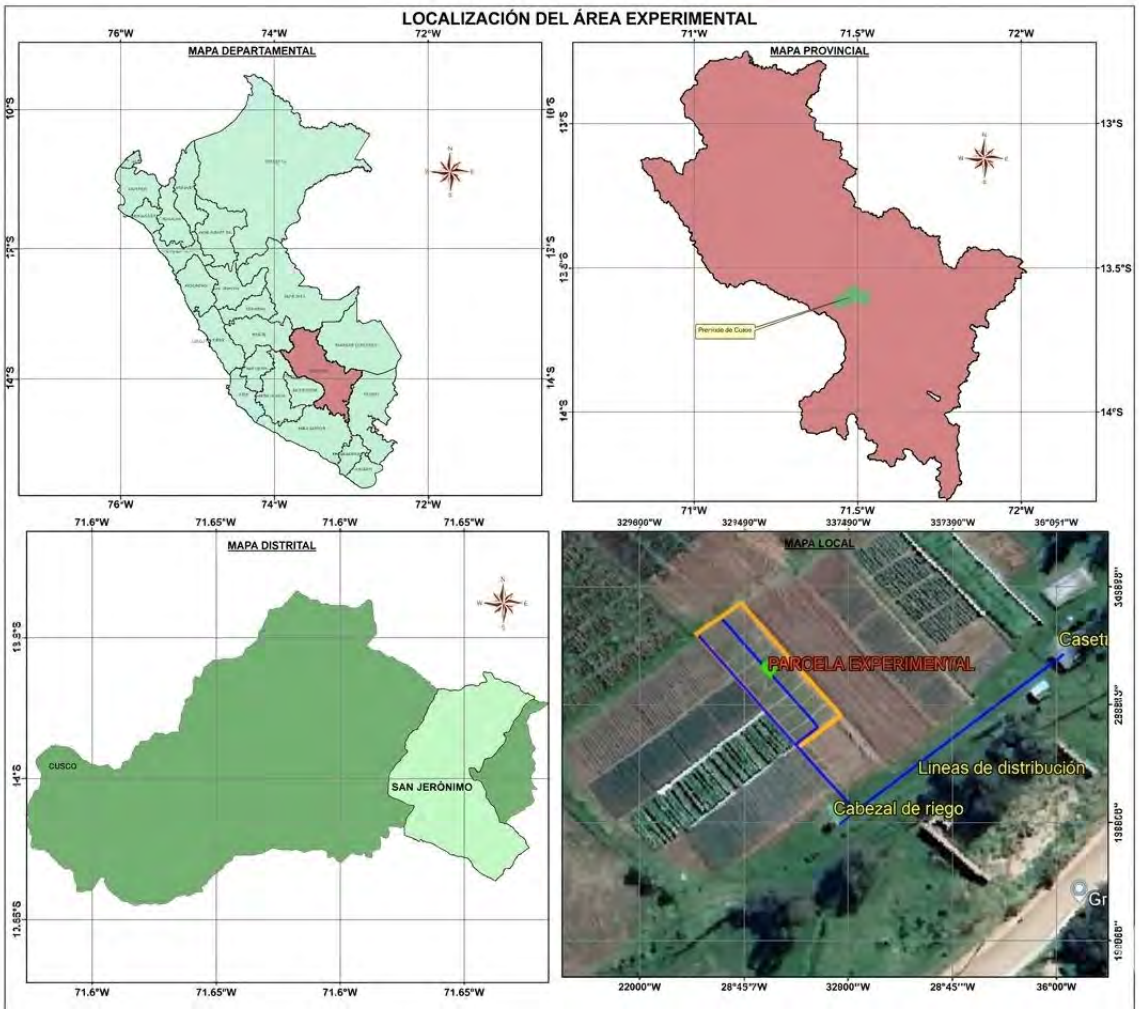
Cuenca : Vilcanota

Subcuenca : Huatanay

Micro cuenca : Wanacaure

Figura 10

Ubicación política del área experimental



5.2.2 Ubicación temporal

El experimento se ejecutó durante la campaña agrícola del año 2023, en el período comprendido entre los meses de febrero y julio. La fase de campo se desarrolló en la parcela experimental (potrero C2) de la Escuela Profesional de Agronomía, perteneciente a la Facultad de Agronomía y Zootecnia del Centro de Investigación de K'ayra, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC).

Imagen 1

Ubicación de la parcela en Google Earth



Fuente: Adaptada de Google Earth.

5.3 Historial del Campo Experimental

Se cuenta con el registro de rotación de cultivos correspondiente a las campañas agrícolas de años anteriores en la parcela experimental donde se estableció la presente investigación.

Tabla 14

Historia del campo experimental

Campaña	Cultivo
2019 – 2020	Maíz
2020 – 2021	Descanso
2021 – 2022	Descanso
2022 – 2023	Betarraga y cebolla

5.4 Diseño Experimental

El diseño experimental empleado en la presente investigación correspondió al Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), estructurado con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, lo que totalizó 16 unidades experimentales o parcelas. La población total del ensayo estuvo constituida por 10 752 plantas de espinaca (*Spinacia oleracea L.).* Para la evaluación de la incidencia y severidad de la enfermedad, se seleccionó una muestra aleatoria de 20 plantas ubicadas dentro del área neta experimental por cada parcela; asimismo, se tomaron 10 plantas por unidad experimental para la determinación de los parámetros de rendimiento y comportamiento agronómico.

5.4.1 Características del diseño de la investigación

1) Dimensión de los Surcos

Longitud del surco	.....	4.50 m
Distanciamiento entre surco	.....	0.3 m
Número de surcos por parcela	.....	8
Número de surcos por bloque	.....	32
Número total de surcos	.....	128

2) Dimensiones de las Parcelas

Número total de parcelas	.....	16
Número de parcelas por bloque	.....	4
Largo de las parcelas	.....	4.50 m
Ancho de parcelas	.....	2.70 m
Área de cada parcela	.....	12.15 m^2
Área neta de parcela	.....	5.18 m^2

3) Dimensiones de tratamientos

Área total de tratamiento	.....	48.6 m^2
Área neta por tratamiento	.....	20.7 m^2

4) Dimensiones del Bloque

Número de bloques	.....	4
Largo del bloque	.....	15.5 m
Ancho del bloque	.....	6 m
Número de calles	.....	3
Dimensiones de calle entre bloque	.....	1 m

5) Dimensiones del Campo Experimental

Largo de campo	.....	31	m
Ancho del campo	.....	12	m
Área total	.....	372	m2
Área útil	.....	194.4	m2

6) Tratamiento de Estudio

Número de tratamientos	.....	4
Número de repeticiones	.....	4

7) Cantidad de Plántulas

Número de plántulas por golpe	.....	1
Número de plántulas por surco	.....	21
Número de plántulas por parcela	.....	168
Número de plántulas por tratamiento	.....	672
Total de plantas	.....	2688

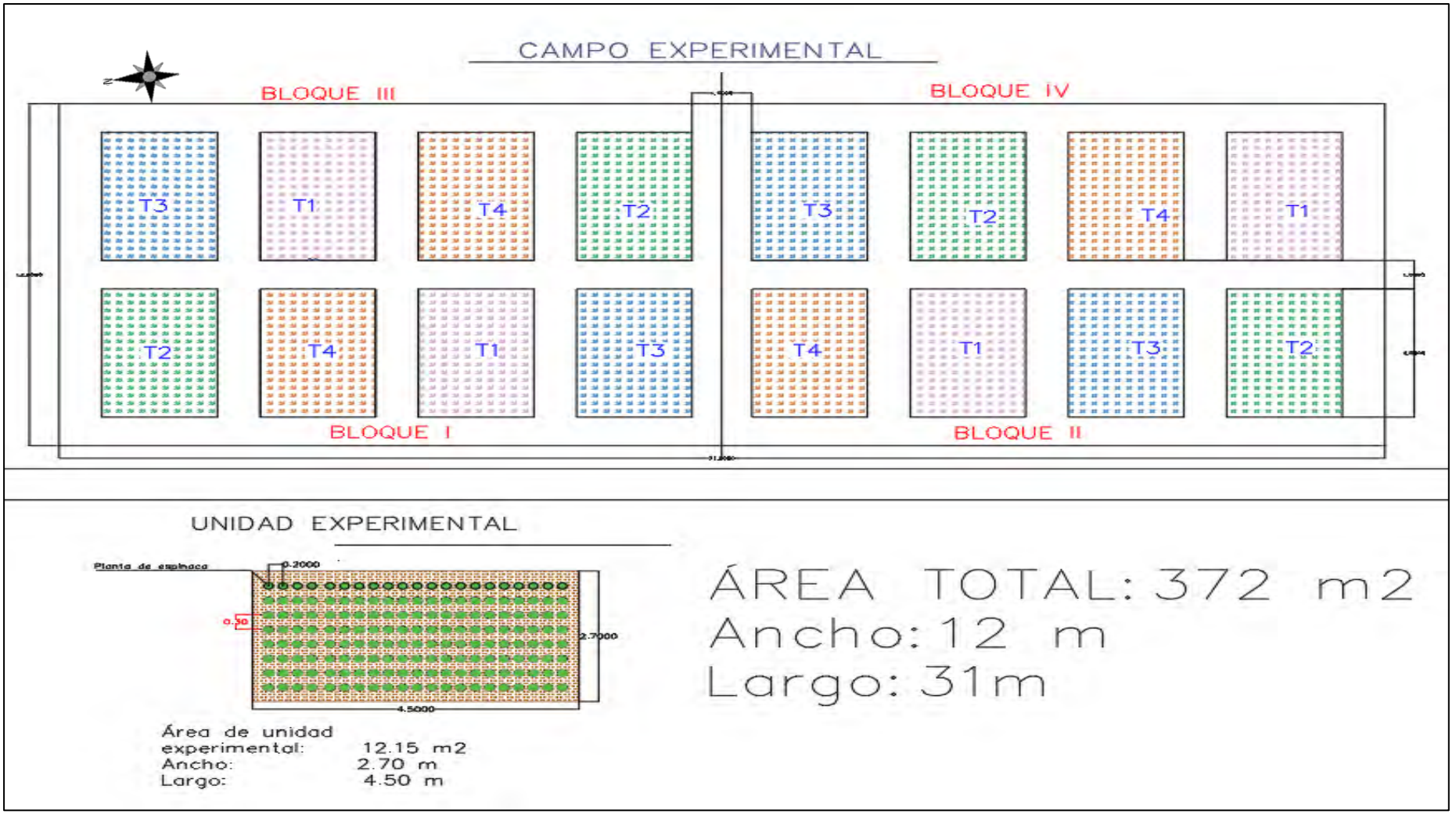
Tabla 15

Fungicidas aplicados por tratamientos para el control de mildiu

Tratamientos	Fungicidas	Principio activo
T1	Python 27	Sulfato de cobre Pentahidratado
T2	Traslate 80% WP	Fosetil aluminio
T3	Treben 500 WP	Benomyl
T4	Sin aplicación	

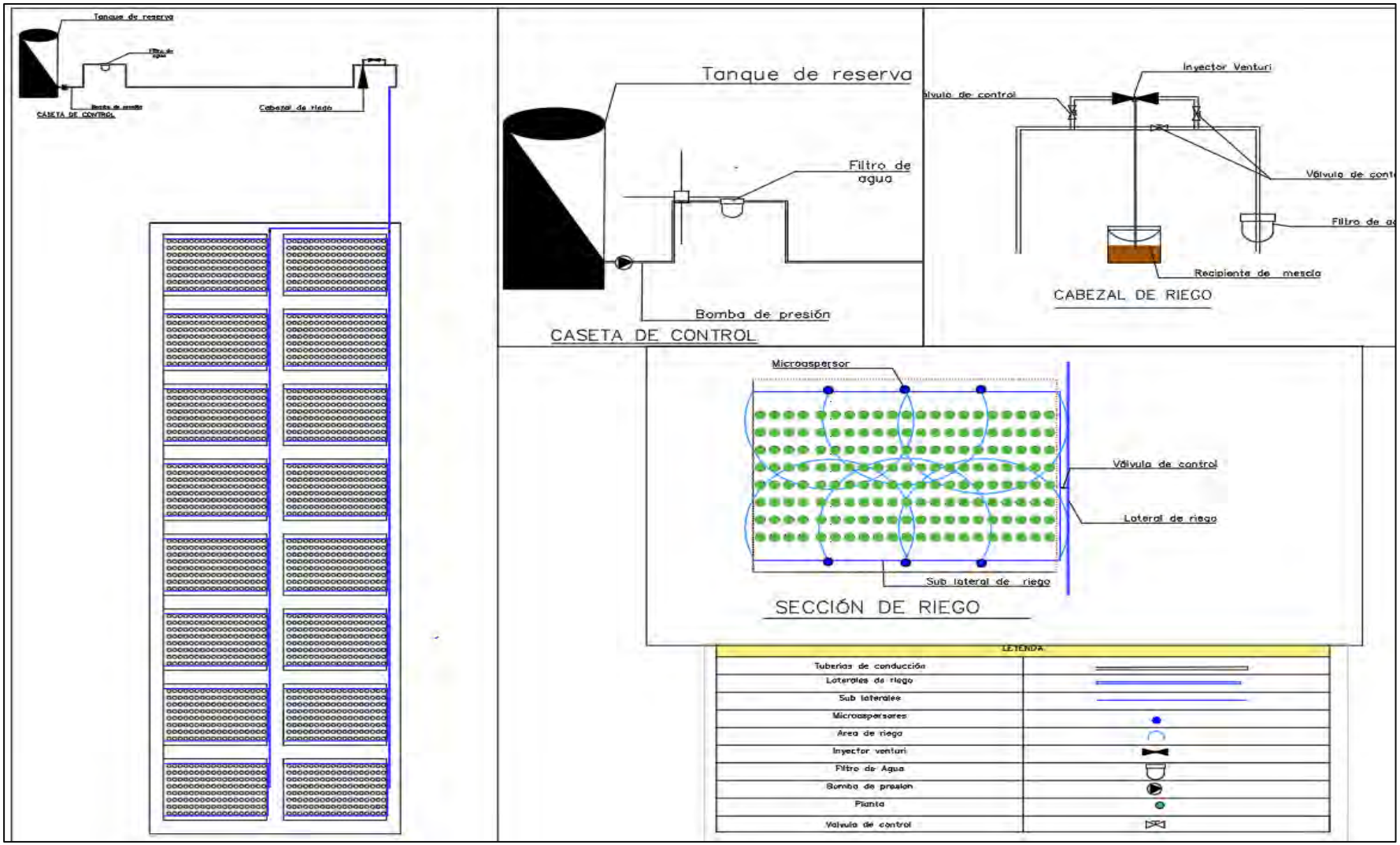
5.4.2 Croquis de la parcela experimental

Aleatorización de cuatro tratamientos de fungicidas sistémicos en los cuatro Bloques



5.4.3 Croquis del diseño del Sistema de Riego

Croquis del sistema de riego en área experimental



5.5 Materiales

5.5.1 Material Bilógico

El material biológico empleado corresponde a la espinaca híbrida de la variedad Seminis CV1714SC, liberada en el mercado en el año 2019. Esta semilla, procedente de Argentina, fue adquirida a través de la empresa distribuidora Hortus S.A. Esta variedad posee tolerancia a heladas de hasta -8 °C y se caracteriza fenotípicamente por presentar hojas planas, de consistencia suave, forma oval-ancha, coloración verde intensa, un buen espesor de lámina foliar y un porte de planta semierecto. En términos productivos, se destaca por su rápido crecimiento vegetativo y una amplia ventana de cosecha. Actualmente, su producción comercial en el Perú se concentra en Tarma y Chupaca (región Junín), con un alto potencial de expansión agrícola hacia las regiones de Cajamarca, Ayacucho, Apurímac (Abancay), Arequipa y Cusco.

5.5.2 Materiales de campo y gabinete

Para el desarrollo de esta investigación se empleó los siguientes materiales, instrumentos y equipos a medida que sean necesarios.

Tabla 16

Materiales, herramientas y equipos

Materiales			**Equipos**		
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**
Libreta de campo	unidad	1	Balanza de precisión	unidad	1
Lapicero/plumón Indeleble	unidad	3	Cámara fotográfica (celular)	unidad	1
Tablero	unidad	1	Manómetro(10 bar)	unidad	1
Wincha	unidad	1	GPS	unidad	1
Etiquetas	unidad	160	Laptop	unidad	1
Rafia	unidad	5	Anemómetro portátil (Kestrel 1000)	unidad	1
Contay/cal	Kg	12	Tanque Clase A	unidad	1
Cartulina	unidad	3	Vernier Digital	unidad	1
Arpilleras	unidad	4	Sensor de humedad y temperatura ambiental	unidad	1
Estacas	unidad	64		unidad	1
Registro de datos	unidad	5	Fotocopiadora	unidad	1
Herramientas			USB	unidad	1
Pico	unidad	6	Calculadora	unidad	1
Zaranda	unidad	1	Internet	mes	6
Rastrillo	unidad	2	Impresora	unidad	1
Lampa	unidad	2	Escáner	unidad	1
Kituchi	unidad	6	Laboratorio	visita	3

Tabla 17

Materiales y accesorios desde el cabezal de riego

	Descripción	Unidad	Cantidad
Materiales y accesorios del sistema de riego	Micro difusores sectoriales (60 l/h q)	Unidad	96
	Bolsas de plástico blanca 21x24	Paquete	4
	Tablas de 2 m	Unidad	2
	Tamiz 2mm Ø	Unidad	1
	Filtro de agua	Unidad	1
	TEE PVC 25 X 3/4 Ø	Unidad	1
	Válvula PVC esférica 3/4 ØERA	Unidad	5
	Codo PVC 3/4 Ø	Unidad	2
	Niple PVC 3/4Ø	Unidad	6
	Adaptador universal	Unidad	1
	Inyector Venturi de 3/4 Ø	Unidad	1
	Mangueras P.E 25X25X25 (3/4 Ø)	Rollo	1
	Manguera P.E 16mm X 500 m polimag	Metros	60
	Enlace mixto P.E 25x3/4 esc.	Unidad	2
	Tee P.E 25x25x25 escamado	Unidad	1
	Codo P.E 25 mm escamado	Unidad	2
	Tapón 25 mm	Unidad	2
	Acometida 16mm Poelsan	Unidad	16
	Válvula ramal 16x16x16 escamado	Unidad	16
	Tee P.E 16x16x16 escamado	Unidad	16
	Codo P.E 16mm escamado	Unidad	32
	Tapón P.E.16 mm	Unidad	32
	Sacabocado	Unidad	1

5.6 Fungicidas

Traslate.- Durante la fase experimental, se empleó el fungicida sistémico de acción comercial Traslate 80 % WP, formulado específicamente para el control y manejo fitosanitario de afecciones causadas por oomicetos pertenecientes a los géneros *Peronospora* (mildiu), *Phytophthora* y *Pythium*. Este insumo está compuesto por el ingrediente activo fosetil-aluminio en una concentración de 800 g/kg, bajo la formulación física de polvo mojable (WP),

y se clasifica dentro del grupo químico de los fosfonatos. Su mecanismo de acción combina un efecto directo sobre la germinación de los propágulos del patógeno con una acción indirecta que estimula las defensas naturales y la síntesis de fitoalexinas en los tejidos vegetales del hospedante.

Python 27.- En el manejo fitosanitario del experimento, se utilizó el producto comercial Phyton 27®, un plaguicida sistémico con propiedades fungicidas y bactericidas de amplio espectro de acción. El ingrediente activo del insumo es el sulfato de cobre pentahidratado, formulado en una concentración técnica de 247 g/L bajo la presentación física de solución acuosa o suspensión concentrada (SC). Este compuesto ejerce un control de carácter tanto preventivo como curativo frente a patologías que afectan a especies frutales, berries, hortalizas y diversos cultivos tradicionales. Debido a sus propiedades fisicoquímicas y su rápida translocación interna en el tejido vegetal, el producto posee un periodo de carencia de cero días (0 días), lo cual permite su dosificación estratégica durante fases críticas de precosecha y en el mismo día de la recolección sin generar riesgos por residuos tóxicos.

Treben.- Es un fungicida agrícola de ingrediente activo Benomyl 500 g/kg perteneciente al grupo químico Benzimidazoles, categorizado como ligeramente peligroso. Es fungicida preventivo y sistémico, eficiente contra una gama de hongos dañinos de diversos cultivos en campo.

5.7 Metodologías aplicadas

5.7.1 Método para calcular demanda hídrica

Para el estudio de la demanda hídrica, se emplearon datos meteorológicos específicos, los cuales resultaron fundamentales para la elaboración de la correspondiente planilla de riego calculando los siguientes datos con cálculos en planilla de riego tabla 04.

Tanque evaporímetro clase A(mm): Se mantuvo el nivel del agua en el tanque a 5 cm or debajo del borde superior, asegurando que no descendiera por debajo de 7.5 cm. Las lecturas se llevaron a cabo de forma diaria a las 8:00 a.m.

Humedad Relativa (HR %): Las mediciones de humedad relativa se realizaron diariamente a las 8:00 am, obteniendo este dato para su integración en la planilla de riego. Los resultados obtenidos se contrastaron posteriormente con los datos proporcionados por el SENAMHI.

Velocidad del viento(V m/s): las lecturas se realizaron de forma diaria a las 8:00 horas de la mañana, usando el anemómetro digital y se contrastó con los datos de SENAMHI.

k) Coeficiente Kp del Tanque clase A

Para la determinación del coeficiente (Kp) del tanque evaporímetro Clase A, se emplearon datos climáticos específicos como la humedad relativa (%) y la velocidad del viento (m/s). el Kp se multiplica por la evaporación diaria del tanque (medida diariamente) para obtener la evapotranspiración de referencia ETo. Posteriormente, al multiplicar la ETo por el coeficiente de cultivo Kc de la espinaca, se determina la evapotranspiración del cultivo ETc (mm) diaria según tabla 05.

Ejemplo: *Determinación de Kp para el día 25.*

Velocidad del viento: 2.1 m/s

Humedad relativa : 79.8 %

Distancia del cultivo a Tanque clase A: 100 m

Kp = 0.80

l) Cálculo del coeficiente del cultivo (kc)

Para la determinación del coeficiente de la espinaca (Kc) se emplearon los valores estandarizados del boletín 56 FAO. De acuerdo con esta metodología regulada para hortalizas pequeñas, los coeficientes correspondientes a cada etapa fenológica son: el Kc inicial es 0,7, el Kc medio es 0.1 y el Kc fin es 0.95.

Tabla 18

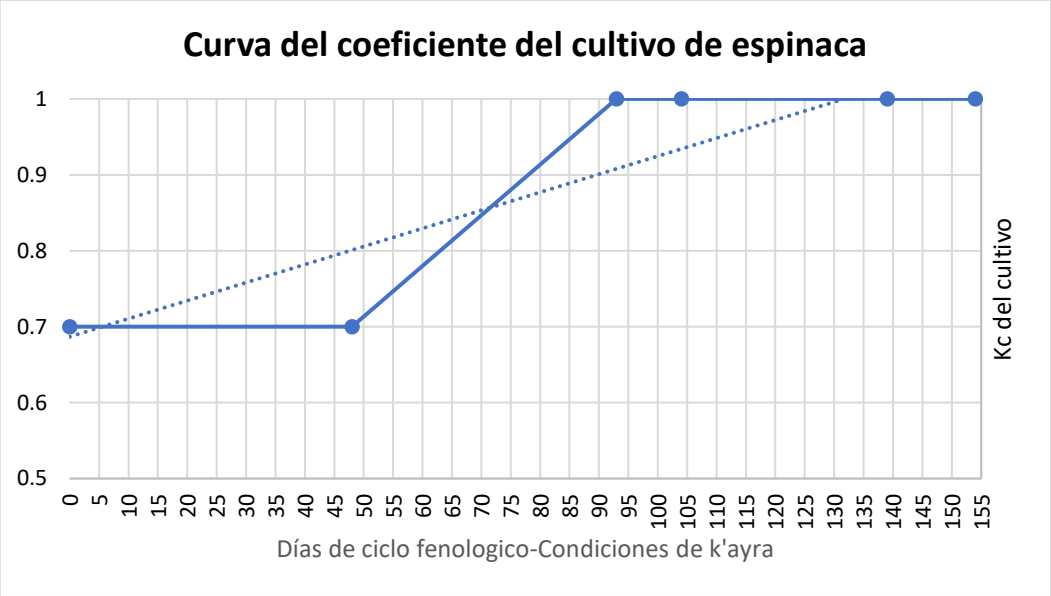
Fases de desarrollo del cultivo de espinaca en condiciones de K'ayra

Fase del cultivo de espinaca	Días	Kc
Kc - Fase inicial	48	0
Kc - Fase de desarrollo	45	0.7
Kc - Fase medio	11	1
Kc - Fase desarrollo	35	1
Kc - Fase medio	15	1
Kc - Fase final	0	0.95

Fuente: adaptado al boletín 56

Gráfico 1

Curva del Kc del cultivo de espinaca



m) Cálculo de uniformidad de riego

Para determinar el Coeficiente de Uniformidad en el sistema de microaspersión, se empleó la metodología estandarizada para sistemas de riego localizado de alta frecuencia. El procedimiento inició con la delimitación de los puntos de muestreo en las subunidades de riego mediante la disposición estratégica de 16 vasos colectores. Para ello, se seleccionaron cuatro tuberías laterales: la más cercana y la más lejana al inicio de la subunidad, además de dos laterales intermedios ubicados a un tercio (1/3) y dos tercios (2/3) de la longitud de la tubería terciaria. En cada lateral seleccionado se evaluaron cuatro microaspersores bajo el

mismo criterio de distribución (el emisor inicial, el final y dos intermedios). Finalmente, para la cuantificación volumétrica y el control del tiempo de descarga de los emisores, se utilizaron una balanza electrónica de precisión y un cronómetro digital.

Tabla 19

Planilla de registro de datos de campo-Uniformidad de riego

POSICION DEL LATERAL	Primer caudal gr/3min	Caudal 1/3 gr/3 min	Caudal 2/3 gr/3 min	Ultimo caudal gr/ 3 min
	60	63	64	62
	61	60	62	64
	68	61	67	63
Lateral inicial	69	71	66	64
	70	71	73	77
	95	68	73	50
	82	65	46	92
1/3 lateral	88	69	74	40
	56	62	53	49
	62	64	63	59
	85	61	81	71
2/3 lateral	64	62	89	87
	51	66	62	59
	45	50	80	86
	74	50	94	95
Ultimo lateral	52	64	90	91

Se aplica la siguiente expresión:

$$CU = \frac{Q25}{Qn}$$

Donde:

Q25: El caudal medio de los emisores hace referencia al promedio de 25% de los caudales más bajos registrados en el sistema de riego.

Qn: Caudal medio de descarga todos los emisores.

Qmin = 61.125 ml/3min

Qmedio = 67.734375 ml/3min

CUC = 0.90 ml/3min

n) Cálculo de evapotranspiración de referencia(ETo)

$$ETo = Kp * E_{tanque}$$

Ejemplo: determinación de ETo para el día 50 después de la siembra

ETo = 0.75 * 2 mm = 1.50

o) Cálculo de la evapotranspiración del cultivo (ETC)

$$ETc = Kc * ETo$$

ETc: Evapotranspiración del cultivo en mm/día.

Kc: Coeficiente del cultivo, es un valor específico que varía para cada especie vegetal y está influenciado por diversas circunstancias. Entre estos factores se consideran la fase de crecimiento fenológico en los cultivos herbáceos, el mes del año en que se desarrolla el cultivo, y si se aplica o no laboreo en el caso de algunas especies arbóreas.

ETc: Evaporación del cultivo de referencia en mm/día.

Ejemplo: determinación de ETo para el día 50 después de la siembra

ETc = 0.71 *1.50 = 1.07

p) Cálculo de lámina neta inicial

Este cálculo de lámina neta se realizó con la siguiente ecuación
Ln inicial = (CC - PMP) / 10 × Da × z

Ejemplo:

Ln inicial = (27.64% - 14.04%) / 10 × 1.51 g/cm3 × 10 cm

Ln inicial = 20.54 mm / 10 cm de suelo

La lámina de 20.54 mm, es el volumen requerido de agua que se define como el volumen de agua aplicado al suelo con el propósito de prepararlo para la instalación y conducción subsiguiente del cultivo de espinaca

q) Lámina neta para riego de mantenimiento

Adicionalmente a la lámina neta inicial, se incorpora el factor de secamiento (f), el cual posibilita determinar la cantidad de agua disponible que puede perder un cultivo sin comprometer su desarrollo normal ni su capacidad de producción.
Ln final = (CC - PMP) / 10 × Da × z × f

Con el factor de secamiento de 0.4 propuesto por la FAO para Ln inicial = = (27.64% - 14.04%)
/ 10 × 1.51 g/cm3 × 10 cm × 0.4

Ln final = 20.54 mm * 0.4 = 8.21 mm/día.

r) Cálculo de Necesidades Netas Nn o lamina neta

$$Nn = ETC - Pe - Gw - \Delta w$$

Donde:

Ejemplo: para los días 25 a 27 después de la siembra

Nn = (1.34+ 2.11 + 1.22)mm – 0 mm = 4.67 mm/día

s) Cálculo de las necesidades totales (Lámina total LT o Lámina de riego LR).

$$Nt = \frac{Nn}{(1 - K) * CU}$$

Donde:

Nt: Lámina de riego mm/día

Nn: Evapotranspiración del cultivo mm/día

K: (1 – Ea), en el caso de pérdidas

CU: Coeficiente de uniformidad

Ejemplo:

Nt = 4.67 /1 * 0.9 = 5.17 mm/día

t) Cálculo para el tiempo de riego (Tr)

$$Tr = \frac{NT * F}{P}$$

Donde:

Tr: Tiempo de riego en horas

NT: Necesidades totales en mm/día

F: Frecuencia de riego en días

P: Precipitación de los microaspersores.

Ejemplo: Tr = (5.17 mm/día)/ 16.98 l/h = 0.3 horas

5.7.2 Muestreo del suelo para el Análisis Fisicoquímico

El 6 de marzo de 2023, se realizó el muestreo compuesto del suelo en la parcela experimental con el fin de determinar sus propiedades fisicoquímicas. Para garantizar la representatividad y cubrir la variabilidad espacial del terreno, se empleó el método de muestreo en zigzag, extrayendo seis submuestras aleatorias a una profundidad de 0 a 30 cm, rango condicionado por el desarrollo radicular homogéneo de la espinaca (***Spinacia oleracea*** L.). Las submuestras recolectadas fueron mezcladas minuciosamente para conformar una muestra compuesta, procediendo con el desmenuzado de terrones y el retiro manual de piedras y residuos extraños. Tras el proceso de homogeneización y tamizado, se obtuvo una porción final de 1 kg de suelo, la cual fue debidamente rotulada y enviada al laboratorio para su respectivo análisis. El procesamiento de las porciones de tierra comprendió las siguientes etapas técnicas:

- Mezcla y homogeneización: Las seis porciones individuales se vertieron en un contenedor limpio y se combinaron físicamente de forma meticulosa. Este paso garantizó la unificación de las propiedades del suelo en una sola muestra compuesta.
- Proceso de secado: El material integrado se sometió a un proceso de secado (habitualmente a la sombra y a temperatura ambiente) con el fin de eliminar el exceso de humedad, detener la actividad microbiana y facilitar la manipulación posterior de las partículas.

- Tamizado y cuarteo: Tras verificarse la pérdida total de humedad libre, el suelo seco se pasó a través de un tamiz o malla con apertura estandarizada. Este procedimiento retuvo las piedras, raíces y restos orgánicos gruesos, permitiendo recuperar únicamente la fracción de tierra fina.
- Segregación de la muestra final: De la masa total tamizada, se pesó y separó con precisión un kilogramo de muestra final, volumen requerido por los protocolos analíticos.

El kilogramo de suelo acondicionado fue rotulado, sellado herméticamente y trasladado para la ejecución de los análisis físicos y químicos correspondientes. La fase analítica se encomendó formalmente al Laboratorio de Química Agrícola Valle Grande, ubicado en la provincia de Lima, donde se procesó la muestra bajo estándares certificados para determinar los niveles de nutrientes, pH y conductividad eléctrica del suelo evaluado

Fotografía 3

Muestreo del suelo en zig zag y rotulado de muestra final



5.7.3 Muestreo del agua para el Análisis Fisicoquímico

La calidad del agua para el riego y la quimigación depende de la concentración y el tipo de sales disueltas, factores que determinan la tolerancia del cultivo y la eficiencia del sistema. Con el fin de establecer la línea base de la calidad hídrica para el ensayo, el 1 de marzo de 2023 se realizó un muestreo compuesto en la fuente de captación del sistema de riego experimental mediante un procedimiento manual. Para ello, se recolectaron de forma

sucesiva muestras simples de 1 L en diferentes horarios del día, utilizando envases previamente acondicionados para evitar contaminaciones externas y capturar la variabilidad temporal del recurso. Posteriormente, las alícuotas individuales se vertieron en un contenedor general, donde se sometieron a agitación mecánica para obtener una muestra compuesta uniforme y representativa. Finalmente, la muestra homogeneizada fue rotulada y trasladada al laboratorio para su respectivo análisis físico y químico

5.7.4 Fertilización

El cálculo de la fertilización se determinó a partir del análisis de suelo realizado en el Laboratorio de Química Agrícola de Valle Grande. Tomando como referencia la dosis recomendada por Maqquerhua (160 N-120 P2O5-80 K2O), el ajuste analítico estableció un nuevo nivel de fertilización equivalente a (127.15 N -115 P2O5-0 K2O).

Tabla 20

Nivel de requerimiento de fertilizante calculado

Macronutrientes	Nivel	Contenido del suelo	Valor a aplicar en kg/ha	Valor a aplicar en 194.4 m2	Fertilizante
Nitrógeno kg/ha	160	32.85	127.15	12.36 l	NIT FOSKA 20% de Nitrógeno
Fósforo kg/ha	120	4.89	115.11	11.19 l	NIT FOSKA 20% de Fósforo
Potasio kg/ha	80	97.4	0	0	NIT FOSKA 20% de Potasio

En la tabla 20, se aprecia los nutrientes y el valor a aplicar según el nivel de requerimiento recomendado. Se realizó el cálculo de acuerdo al análisis de suelo para el área de 194.4 m2 que es el área neto del experimento total y la primera aplicación fue en crecimiento inicial de almácigos con 0.5 litros de NIT FOSKA 20% , la segunda aplicación fue 14 días antes del trasplante con una dosis de 0.5 litros de NIT FOSKA 20%, la tercera aplicación en pleno desarrollo con una dosis de 4 litros de NIT FOSKA 20% y la última aplicación después de la primera cosecha con una dosis de 6 litros de NIT FOSKA 20% de N-P2O5. Las dosis se emplearon mediante el inyector Venturi y se añadió coadyuvantes y regulador de pH.

La aplicación de potasio se justifica para reponer lo que la planta absorberá en la campaña, evitando así que el suelo se empobrezca a futuro. Además, el leve excedente aplicado no daña la planta ni bloquea la absorción de otros nutrientes esenciales (como calcio o magnesio).

Fotografía 4

Aplicación de fertilizantes



5.7.5 Aplicación de fungicidas

Los principios activos evaluados se administraron inicialmente bajo los parámetros de sus dosis comerciales recomendadas, tomando en cuenta la primera evaluación de incidencia y severidad en las 16 parcelas experimentales de fecha 23 de abril del 2023, donde se observó el 30% de incidencia del total de plantas y 1 grado de severidad. Posteriormente, dichas concentraciones se ajustaron de acuerdo con las especificaciones de las fichas técnicas de los fabricantes y los resultados obtenidos en el primer monitoreo de campo. El proceso de preparación consistió en diluir y homogenizar las dosis ajustadas de los fungicidas en un volumen estandarizado de 6 litros de agua, asegurando una mezcla uniforme antes de su distribución.

Para el cálculo de 6 litros de agua se hizo prueba en blanco, determinando que 6 litros de agua se absorbe mediante inyector Venturi en 10 minutos, con presión de 1.5 bar, mediante 24 microaspersores que son en los 4 repeticiones de cada tratamiento.

La aplicación de los tratamientos se ejecutó mediante un protocolo fraccionado de irrigación estructurado en tres etapas consecutivas. En primer lugar, se inició un periodo de riego previo durante 5 minutos con el propósito de humedecer el suelo y estabilizar la presión del sistema. Acto seguido, se procedió con la inyección de los fungicidas disueltos en los 6 litros de agua, proceso que se prolongó de manera continua por un lapso de 10 minutos para garantizar una distribución homogénea en la zona foliar. Finalmente, concluyó con el suministro de agua limpia durante el tiempo restante programado para riego, asegurando así el lavado de los conductos y el desplazamiento óptimo del producto.

La primera aplicación se llevó a cabo el 25 de abril de 2023, fecha que correspondió a los 27 días posteriores al trasplante del cultivo. La razón de no aplicar antes de este tiempo es que los 20 días posteriores al trasplante, las plántulas fase de adaptación y enraizamiento; por lo que se omitió la aplicación temprana de fungicidas para evitar la fitotoxicidad (crecimiento de raíces y quemadura de hojas). Asimismo, bajo principios de Manejo Integrado de Plagas las aplicaciones químicas no deben realizarse de forma calendarizada o "a ciegas", sino basándose en la presencia real del patógeno.

La segunda aplicación se efectuó tras la conclusión de la primera cosecha, específicamente el 12 de junio de 2023, lo cual coincidió con los 75 días después del trasplante. La razón de aplicar solo 2 veces de los fungicidas sistémicos son:

- Manejo de la Resistencia Fúngica: Aplicar reiteradamente un mismo principio activo induce a que el hongo genere resistencia genética. Limitarlo a dos aplicaciones rompe el ciclo de selección de cepas resistentes.
- Límite Máximo de Residuos y Período de Carencia: Al realizarse la segunda aplicación a los 75 días (justo después de la primera cosecha), se respetaron los tiempos de espera exigidos por la ley antes de las siguientes cosechas. Esto garantiza que el producto final no contenga trazas químicas nocivas para el consumidor.
- Monitoreo y Umbral de Acción: Las aplicaciones no se realizaron de forma ciega o calendarizada de principio a fin, sino que respondieron a evaluaciones de campo. El control logrado en esas dos ventanas críticas de desarrollo (desarrollo vegetativo temprano a los 27 días y post-cosecha a los 75 días) mantuvo la severidad de la enfermedad por debajo del umbral de daño económico.

Tabla 21

Dosis de aplicación de fungicidas sistémicos adaptado a la ficha técnica de productos

Tratamiento	Producto	Principio activo	Dosis Unidad	Vol. del producto comercial	Vol. Para 48.6 m2	Und. de aplic.	Cant. De Aplicación
T1	Phyton 27	Sulfato de cobre pentahidratado	l/ha	0.5	2.43	ml	2
T2	Traslate 80% WP	Fosetil aluminio	kg/200 l	1	3.64	G	2
T3	Treben 500 WP	Benomyl	kg/ha	0.4	1.94	G	2
T4	Testigo	sin fungicida					

Fuente: Elaboración propia

Fotografía 5

Aplicación de fungicidas sistémicos mediante inyector Venturi



5.7.6 Evaluación de Intensidad de la Enfermedad

Para el primer objetivo de evaluar el efecto de tres fungicidas sistémicos en el control de *Peronospora farinosa f. sp. spinaciae* aplicados mediante microaspersión se utilizó el siguiente método de evaluación:

Enfermedad. La intensidad (incidencia y severidad) de la enfermedad se evaluó en campo a los 25, 40, 58, 89 y 108 días después del trasplante.

Incidencia.

La incidencia se determinó contabilizando el número de plantas con síntomas de la enfermedad con relación al número de muestreo de 20 plantas elegidas al azar en zigzag por

cada repetición siendo en total 80 plantas de muestreo por tratamiento y se determinó utilizando la fórmula propuesta por French y Herbert 1980.

$$I = \frac{NPE}{NTPO} X100$$

Donde:

I = Incidencia de la enfermedad expresada en porcentaje

NPE = Número de plantas enfermas

NTPO = Número total de plantas observadas (sanas + enfermas).

Ejemplo : I = (7/20)*100 = 35 % a los 25 días después del trasplante en el bloque II y tratamiento 1.

Tabla 22

Planilla de campo para evaluación de Incidencia

Tratamientos	BLOQUE	Evaluación de incidencia Mildiu *(Peronospora farinosa)*									
		25 días		40 días		58 días		89 días		108 días	
		P. Sana	P. Infectada	P. Sana	P. Infectada	P. Sana	P. Infectada	P. Sana	P. Infectada	P. Sana	P. Infectada
T1	I	13	7	15	5	0	20	16	4	0	20
	II	14	6	12	8	2	18	20	0	0	20
	III	15	5	9	11	2	18	20	0	0	20
	IV	14	6	10	10	0	20	20	0	0	20

Escala de evaluación de severidad para Mildiu

La severidad del mildiu en el cultivo de espinaca se determinó mediante la evaluación de 20 plantas seleccionadas aleatoriamente en zigzag por cada repetición, lo cual representó el 22 % de la población total de la unidad experimental tras excluir el efecto de borde; esto consolidó una muestra de 80 plantas por tratamiento. Para cuantificar el porcentaje de tejido foliar afectado, se adaptó la escala gráfica de severidad para mildiu velloso en quinua propuesta por Inguilán y Pantoja (2007). El método consistió en una estimación visual del área foliar dañada, empleando una escala numérica de valores enteros que oscila entre 0 % y 100 %. En dicho instrumento, el valor de 0 % representó a una planta sana y libre de sintomatología,

mientras que el 100 % indicó una pérdida total del área foliar, defoliación completa o muerte de la planta a causa de la enfermedad.

Tabla 23

Grados escalares de evaluación de mildiu

Categoría	Grado escalar	Descripción
1	0	Plantas observadas se encontraban completamente sanas, aunque con un leve indicio de daño en las hojas basales
2	1	Plantas dañadas en hojas basales hasta 25 % de área foliar
3	2	Plantas dañadas en hojas basales y hojas el tercio medio hasta en un 50% en área foliar.
4	3	Plantas dañadas en más del 50% hasta 75% de hojas dañadas en el tercio basal
5	4	Plantas dañadas en más del 75% de hojas o muerta a consecuencia de mildiu 100%.

Para el cálculo de la severidad en porcentaje se empleó la formula de Townsend y Heuberger 1943.

$$II = \frac{\sum(n x v)}{NV} \; x \; 100$$

Donde:

II = Intensidad de Infección (%)

n = Numero de plantas dañadas dentro

de cadacategoría escalar

v = Grado escalar

N = Número total de plantas evaluadas

V = Grado escalar máximo

*Ejemplo: II = ((13*0)+(7*1)+(0*2)+(0*3)+(0*4))/(20*4))*100 =7/80 = 0.0875*100 = 8.75 % en tratamiento 1 del bloque I.*

Tabla 24

Planilla de evaluación de grado de severidad de mildiu

DATOS DE SEVERIDAD																								
Tratamientos	BLOQUE I						BLOQUE II						BLOQUE III						BLOQUE IV					
	r1						r2						r3						r4					
	Grado escalar	25 dias	40 dias	58 dias	89 dias	108 dias	Grado escalar	25 dias	40 dias	58 dias	89 dias	108 dias	Grado escalar	25 dias	40 dias	58 dias	89 dias	108 dias	Grado escalar	25 dias	40 dias	58 dias	89 dias	108 dias
T1	0	13	15	0	16	0	0	14	12	2	20	0	0	15	9	2	20	0	0	14	10	0	20	0
	1	7	5	18	4	11	1	6	8	15	0	8	1	5	11	14	0	8	1	6	8	15	0	11
	2	0	0	2	0	8	2	0	0	3	0	9	2	0	0	4	0	7	2	0	2	5	0	7
	3	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	2
	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0

5.7.7 Rendimiento de cultivo

Para el segundo objetivo de evaluar el rendimiento del cultivo de espinaca en respuesta de tres fungicidas sistémicos aplicados mediante microaspersión se utilizó el siguiente método de evaluación.

Rendimiento en materia verde en kg/ha

Para determinar el rendimiento se consideraron los siguientes datos, evaluándose en 2 oportunidades (la primera cosecha a los 65 días y la segunda cosecha a los 110 días después del trasplante), se tomó 10 plantas de muestreo en cada repetición elegidas al azar en zigzag, equivalente el 11 % de las plantas sin el efecto borde, siendo un total de 40 plantas por tratamiento codificadas de 1 a 10.

La evaluación del peso de las hojas se realizó en las fechas de cosecha (2 de junio y 17 de julio de 2023) con ayuda de una balanza digital.

Fotografía 6

Emergencia y primer par de hojas



5.7.8 Características de comportamiento agronómico

a) Numero de hojas por planta

El número de hojas por planta se contabilizó al momento de la cosecha (2 de junio y 17 de julio de 2023), clasificando de forma independiente las hojas sanas y aquellas infestadas por el patógeno.

Fotografía 7

Conteo de hojas por planta



b) Altura de la planta

La altura de las plantas se determinó al momento de la cosecha (2 de junio y 17 de julio de 2023), utilizando una cinta métrica graduada en centímetros (cm).

c) Fotografía 8

Toma de medida de la altura de la planta



d) Longitud de la lámina foliar

La fecha de la cosecha se medió la longitud del laminar de las hojas, con una cinta métrica en la cosecha.

Fotografía 9

Evaluación del longitud laminar



e) Ancho de la lámina foliar

Se medió el ancho laminar de las hojas en la misma fecha de la cosecha, con una cinta métrica en la cosecha.

Fotografía 10

Evaluación de ancho laminar



5.8 Matriz de operacionalización de variables en estudio

Permite organizar y concretar las variables del estudio, transformando conceptos teóricos, abstractos en elementos medibles y observables.

Tabla 25

Matriz de variables en estudio

Variables	Dimensiones	Indicadores	Tipo	Expresión final
Independiente	Fungicida	Tratamiento	Cualitativa - nominal	T1: sulfato de cobre pentahidratado T2: fosetil aluminio T3: benomyl T4: testigo
Dependiente	Enfermedad	Severidad	%	0 = (0%) 1 = (<25%) 2 = (entre 25% a 50%) 3 = (entre 50 y 75%) 4 = (entre 75% y 100%)
		Incidencia	%	Número de hojas infectadas
	Rendimiento de espinaca	Peso de las hojas	Cuantitativa	g , kg/área m2 y tn/ha
	Comportamiento agronómico	Altura de la planta	Cuantitativa	cm
		Número de hojas por planta	Cuantitativa	número
		Longitud del limbo laminar	Cuantitativa	cm
		Ancho del limbo laminar	Cuantitativa	cm

5.9 Conducción del experimento

5.9.1 Preparación del Terreno

Antes de la roturación del terreno se realizó riego por aspersión para facilitar la actividad, posteriormente se procedió a roturar el terreno con uso de maquina agrícola (tractor) con arado de discos y rastra, la fecha de la actividad efectuada fue el 16 de febrero del 2026.

5.9.2 Almacigo

El proceso inició con la delimitación y el acondicionamiento de un almácigo con un área total de 4.0 m² .Esta estructura se diseñó con el propósito de confinar el sustrato de propagación y garantizar un control estricto sobre las condiciones iniciales de germinación del cultivo

Para asegurar un desarrollo radicular óptimo y un drenaje adecuado, se procedió a la elaboración de un sustrato balanceado utilizando una proporción volumétrica de 3:2:1. Esta mezcla homogénea se estructuró a partir de tres componentes esenciales: tres partes de tierra agrícola, dos partes de materia orgánica y una parte de arena.

Una vez homogeneizado y nivelado el sustrato dentro de la almaciguera, se ejecutó la siembra de la semilla botánica de espinaca (*Spinacia oleracea*) mediante la técnica al voleo, la cual consistió en la distribución uniforme y esparcida de las semillas sobre toda la superficie útil del terreno, sin seguir líneas o surcos definidos.

Finalmente, la totalidad de esta actividad agrícola quedó registrada cronológicamente como efectuada el 18 de febrero del año 2023, estableciendo la fecha de partida para el conteo de los días de emergencia y el desarrollo fenológico posterior de las plántulas.

Fotografía 11

Acondicionamiento y protección de las camas de siembra de espinaca durante la etapa de almaciguéo



5.9.3 Emergencia y crecimiento de hojas

El 25 de febrero, se registró el 50% de emergencia de las plántulas. Para el 14 de marzo, se observó que el 50% del primer par de hojas verdaderas estaba bien desarrollado. Posteriormente, el 26 de marzo se apreció el desarrollo completo del segundo par de hojas y el inicio del tercer par. Finalmente, el 12 de abril de 2023, se constató el cuarto par de hojas.

Fotografía 12

Emergencia y primer par de hojas



5.9.4 Nivelación de Terreno

Luego de haber realizado la remoción y desterronado del suelo de fecha 16 de febrero, se procedió a nivelar el terreno con la ayuda de un rastrillo; esta actividad se realizó para obtener datos exactos y facilitar la distribución de las unidades experimentales.

5.9.5 Replanteo del Terreno

Para esta actividad se usó yeso para el trazado de las parcelas del campo experimental de fecha 07 de marzo del 2023, tomando en cuenta las dimensiones planteadas en el diseño de las parcelas, los materiales de ayuda para el replanteo son los cordeles, estacas y wincha.

Fotografía 13

Replanteo de área experimental



5.9.6 Instalación de Sistema de Riego

Previo a esta actividad se compró las mangueras polietileno de ¾ pulgadas (25 mm de diámetro), manguera polietileno de 16mm de diámetro, filtro de agua, microaspersores sectoriales y los accesorios del sistema de riego.

Para esta actividad fue necesario 4 personales de mano de obra, sacabocado, encendedor, niple, tijeras y guantes. Y la instalación fue acorde a las dimensiones del croquis y ubicación del diseño. Los trabajos de instalación del sistema de riego destinados al suministro hídrico se llevaron a cabo durante las jornadas del 29 y 30 de marzo del año 2023.

- Conexión de la red matriz y secundaria: Se tendieron y acoplaron las tuberías principales de conducción de agua, asegurando la colocación de válvulas de control y filtros de anillas para evitar que los sedimentos obstruyeran los emisores.
- Distribución de las líneas de riego: Se extendieron las mangueras de polietileno (laterales de riego) de forma paralela a las camas de siembra o hileras del cultivo de espinaca, calculando las distancias exactas para una cobertura uniforme.
- Montaje de los componentes de microaspersión: Se perforaron las líneas laterales para insertar los microtubos, las estacas de soporte y los microaspersores. Estos dispositivos se calibraron para emitir el agua en forma de lluvia fina o niebla, un método ideal para el cultivo de hortalizas debido a que no impacta agresivamente la estructura del suelo ni daña el follaje joven del cultivo.

Tras finalizar el acople físico de todas las piezas el segundo día de actividades, se realizaron las pruebas de presión y estanqueidad hidráulica. Este paso final permitió verificar que no existieran fugas en la red, comprobar que el radio de mojado cubriera de manera homogénea el área de estudio y asegurar que el caudal suministrado fuera el óptimo para satisfacer las demandas hídricas del ensayo fitopatológico.

Fotografía 14

Instalación de sistema de riego por microaspersión



5.9.7 Riego

El riego que es de suma importancia para asegurar la germinación y el establecimiento inicial del cultivo, se planificó un calendario de riego riguroso. El primer aporte de agua se ejecutó el 16 de febrero, exactamente dos días antes de la siembra de los almácigos, con el propósito de estabilizar la humedad en el sustrato preparado. Posteriormente, se aplicó un segundo riego inmediato al concluir la dispersión de las semillas, garantizando el contacto óptimo entre el suelo húmedo y la semilla botánica; a partir de esa fecha hasta el trasplante de plántulas se fijó un intervalo de suministro cada 2 días. El riego fue con regadera de forma manual.

Para el traslado de las plántulas desde las almacigueras hacia el área de cultivo de las parcelas experimentales (campo definitivo), se estableció como requisito técnico que el suelo contara con un perfil de humedad homogéneo. Con este fin, el 28 de marzo del año 2023 (un día antes del trasplante), se procedió a realizar un riego de saturación uniforme en toda la superficie de las parcelas mediante riego por aspersión.

El proceso de trasplante formal en campo definitivo se concretó el 29 de marzo. Inmediatamente después de colocar las plántulas en el suelo, se aplicó un riego orientado a llevar a la capacidad de campo.

A partir de la fecha, se fijó un intervalo estricto para los suministros de agua posteriores, programándose de manera sistemática cada tres días. La duración exacta y los volúmenes de cada turno de riego fueron calculados utilizando como base los datos de evaporación y requerimiento del cultivo consignados en la planilla técnica de control, la cual se adjuntó formalmente en el Anexo k. Para asegurar el correcto funcionamiento de los emisores y mantener una distribución uniforme del agua sin causar erosión en el terreno ni daños mecánicos al follaje, toda la red de distribución hídrica operó bajo una presión constante estandarizada de 1.5 bar.

Tabla 26

Parámetros de diseño hidráulico y agronómico

Descripción	Datos	Unidad
Área mojada por emisor 180°	3.5	m2
Intensidad de aplicación del Microaspersor	16.98	mm/h
Necesidades diarias por planta	1.23	l/planta/día
Precipitación horaria planta	1.02	l/planta/hora
Caudal total por los 96 emisores	1630.08	mm/h
Perdida de carga unitaria (J)	0.154	%(m/100 m)

5.9.8 Trasplante

El trasplante se realizó el 29 de marzo, cuando las plántulas tenían cuatro hojas verdaderas. Dicha actividad se ejecutó en la tarde, a partir de las 3 p. m., con el objetivo de evitar la deshidratación de las plántulas y, por ende, lograr un mejor prendimiento. Para ello, se utilizaron los siguientes materiales: picos, cordeles, huincha y baldes.

Fotografía 15

Trasplante de plántulas



5.9.9 Evaluación de la presencia de enfermedad en campo

La detección del hongo fitopatógeno responsable de la enfermedad del mildiu se llevó a cabo mediante la aplicación rigurosa de la técnica de inspección visual periódica. Este procedimiento consistió en el examen minucioso del follaje de las plantas, con especial énfasis en el haz y el envés de las hojas, buscando sintomatologías características como manchas cloróticas (amarillentas) en la superficie superior y vellosidades grisáceas o blanquecinas en la parte inferior. Al tratarse de un método organoléptico periódico, se garantizó la detección temprana de las estructuras reproductivas del patógeno antes de que causaran una defoliación severa.

Para asegurar la validez de los datos estadísticos y evaluar el comportamiento epidemiológico del patógeno ante diferentes tratamientos, se implementó un plan de monitoreo exhaustivo. La cobertura de este plan abarcó de forma sistemática la totalidad de 20 plantas por parcela en los 16 parcelas experimentales, con un total de 320 plantas evaluadas. Con ayuda del docente experto en fitopatología se examinó individualmente las plantas seleccionadas dentro de cada unidad muestral, eliminando sesgos espaciales y permitiendo el cálculo preciso de variables fitopatológicas fundamentales como la incidencia (porcentaje de plantas enfermas) y la severidad (porcentaje de área foliar afectada).

El análisis del progreso epidemiológico se dividió en cinco jornadas de evaluación programadas de manera estratégica:

- Primer monitoreo: Se efectuó el 23 de abril, estableciendo la línea base del estado de salud de los cultivos o detectando los focos iniciales de infección.
- Segundo monitoreo: Se ejecutó el 08 de mayo, permitiendo analizar el comportamiento inicial de la enfermedad tras las primeras semanas de exposición, 15 días después de la aplicación del fungicida.
- Tercer monitoreo: Se realizó el 26 de mayo, proporcionando datos sobre la dispersión del patógeno en el tercio medio del ciclo evaluado previo a la primera cosecha.
- Cuarto monitoreo: Se llevó a cabo el 26 de junio, después de la primera cosecha y la segunda aplicación de fungicidas.
- Quinto monitoreo: Se concretó el 15 de julio de 2023, marcando la evaluación final del ciclo experimental y la consolidación de los datos de daño foliar acumulado antes de la segunda cosecha.

Fotografía 16

Identificación de mildiu en campo y el monitoreo de la enfermedad



5.9.10 Evaluación de la presencia de enfermedad en el laboratorio

El proceso de diagnóstico fitopatológico se inició con la recolección sistemática de material vegetal. Específicamente, se seleccionaron muestras de hojas que manifestaban la sintomatología característica de la enfermedad durante las inspecciones de campo

ejecutadas los días 31 de marzo y 26 de abril de 2023. Con el propósito de mitigar riesgos de contaminación cruzada y alteración biológica, cada una de las muestras foliares se depositó de manera inmediata en contenedores estériles, empleando para este fin vasos biodegradables herméticos. Posteriormente, el material se trasladó hacia las instalaciones del laboratorio bajo un estricto control de condiciones ambientales, garantizando así la conservación y la viabilidad de los tejidos recolectados.

Una vez que el material biológico ingresó al laboratorio, se procedió con el análisis fitopatológico correspondiente de manera inmediata, completándose los ensayos el mismo día de la recolecta de campo. Las muestras se sometieron a técnicas específicas de aislamiento e identificación macroscópica y microscópica para evaluar las estructuras fúngicas presentes. Este procedimiento analítico se ejecutó bajo la supervisión directa del docente especialista en la Fitopatología, permitiendo contrastar los signos observados con la literatura técnica. Finalmente, a través de estos métodos analíticos, se logró aislar y confirmar la presencia del agente patógeno correspondiente a *Peronospora spp*. (organismo causante del mildiu), validando de esta manera el diagnóstico preliminar establecido en campo.

Fotografía 17
Identificación de mildiu en laboratorio



5.9.11 Deshierbo o control de malezas

Esta labor se realizó tres veces de forma manual, en las siguientes fechas de 2023: el 17 de abril, el 22 de mayo y el 13 de junio. En cada una de estas ocasiones, se procedió a identificar las malezas presentes en el área.

Tabla 27

Registro de malezas

Nombre común	Nombre científico	Familia
Kikuyo	*Pennisetum sp.*	Poaceae
Nabo	*Brasica campestris*	Brasicaceae
Trebol Blanco	*Trifolium repens*	Fabaceae
Hat'aqo o yuyo	*Amaranthus hybridus*	Amaranthaceae
P'erka	*Senecio spp*	Asteraceae
Khana	*Sonchus asper*	Asteraceae

Fotografía 18

Deshierbo



5.9.12 Etiquetado

El 30 de mayo de 2023, se efectuó el etiquetado previo a la primera cosecha. En cada parcela, se seleccionaron al azar 10 plantas (equivalente al 11% de plantas ubicadas dentro del área neto) para el muestreo, respetando un efecto borde de dos surcos.

Fotografía 19

Etiquetado de plantas en evaluación



5.9.13 Cosecha

1) **Primera Cosecha**

Se ejecutó el 02 de junio del 2023, cuando las hojas de la planta alcanzaron su madurez fisiológica y comercial. Como indicador, se tomó el momento en que las hojas basales comenzaron a amarillear. Se midió la altura de las 10 plantas etiquetadas, tomadas al azar dentro de las parcelas. Después de la cosecha, se seleccionó una hoja al azar de cada una de estas plantas para registrar los datos del largo y ancho del limbo. Al considerar la cantidad total de hojas, se procedió a pesar el total de hojas por planta con el fin de estimar el rendimiento por planta y la parcela neta.

Fotografía 20

Cosecha de muestras y general



2) Segunda Cosecha

Se efectuó el 17 de julio, con los mismos indicadores utilizados en la primera cosecha, sobre las plantas que tenían etiqueta. En esta ocasión, las plantas fueron cortadas para luego ser medidas y pesadas. La cosecha general se realizó de manera escalonada hasta el 22 de julio.

Fotografía 21

Segunda cosecha



VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

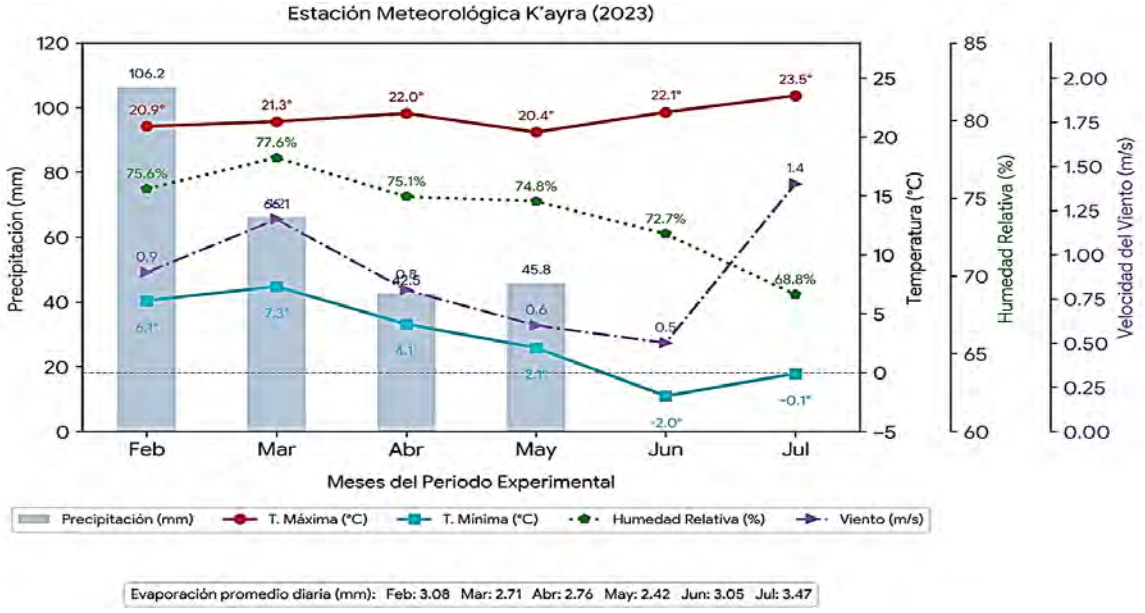
5.2.2 Variables climatológicas

Para contextualizar las evaluaciones biológicas se sistematizaron las propiedades físicas del suelo y los factores climáticos del sector. El terreno presentó una clase textural franco arcillosa, complementada con una capacidad de campo de 27.64 %, un punto de marchitez permanente de 14.04 % y una densidad aparente de 1.51. Las condiciones atmosféricas registraron temperaturas mínimas de -2 °C y máximas de 23.5 °C, una humedad relativa con rangos de 69 % a 78 %, velocidad del viento de 0.9 m/s y una precipitación mensual máxima de 106.2 mm en febrero que contrastó con los 0 mm de junio y julio. Este conjunto de factores edafoclimáticos reguló la transpiración y el crecimiento del cultivo, estableciendo una demanda hídrica promedio de 1.23 litros/planta/día.

Tomando como fuente de información proporcionada por SENAMHI para la Estación Meteorológica K'ayra, correspondientes al periodo de febrero a julio de 2023, se estructuró el climatodiagrama de la zona de estudio.

Gráfico 2

Comportamiento climático mensual registrado durante el periodo experimental de febrero a julio de 2023.



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología del Perú(SENAMHI)-2023

6.1 Resultados de evaluación de Intensidad de la Enfermedad

Para dar cumplimiento al primer objetivo planteado, se presentan los resultados correspondientes a la intensidad del mildiu en el cultivo de espinaca. La evaluación se centró en cuantificar el porcentaje de incidencia y el grado de severidad de *Peronospora farinosa f. sp. spinaciae* bajo la influencia de tres fungicidas sistémicos administrados por microaspersión y se detalla a continuación mediante el análisis comparativo de los tratamientos y el testigo.

6.1.1 INCIDENCIA

Tabla 28

Porcentaje de incidencia de mildiu según tratamientos fungicidas y bloques, evaluado en cinco etapas cronológicas del cultivo.

Tratamientos	BLOQUE	25 días	40 días	58 días	89 días	108 días	
		%	%	%	%	%	Promedio
T1 (Phyton 27)	I	35	25	100	20	100	48
	II	30	40	90	0	100	48
	III	25	55	90	0	100	47
	IV	30	50	100	0	100	48
T2 (Traslate 80% WP)	I	25	10	70	5	85	47
	II	25	45	80	0	100	47
	III	25	45	75	0	100	47
	IV	45	50	85	0	100	49
T3 (Treben 500 WP)	I	30	50	85	25	100	48
	II	20	40	50	10	100	47
	III	40	80	85	0	100	49
	IV	35	75	100	15	100	48
T4 (Testigo)	I	20	35	100	100	100	47
	II	45	70	100	100	100	49
	III	25	60	90	30	100	47
	IV	35	60	100	100	100	48
Promedio		31	49	88	25	99	48

En la tabla 28 se presentan los resultados del porcentaje de incidencia de mildiu bajo el efecto de tres tratamientos fungicidas y un testigo, distribuidos en cuatro bloques experimentales a lo largo de cinco etapas cronológicas. El promedio general de incidencia acumulada para todo el experimento se estableció en 48%.

Tabla 29

Incidencia de Mildiu a los 108 días

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1 (Phyton 27)	20.0	20.0	20.0	20.0	80.0	20.0
T2 (Traslate 80% WP)	17.0	20.0	20.0	20.0	77.0	19.3
T3 (Treben 500 WP)	20.0	20.0	20.0	20.0	80.0	20.0
T4 (Testigo)	20.0	20.0	20.0	20.0	80.0	20.0
Sumatoria	77.0	80.0	80.0	80.0	317.00	19.8

En el tabla 29 para incidencia de mildiu a los 108 días después del trasplante se obtuvo un promedio general de 19.8 plantas infectadas.

Tabla 30

ANVA para Incidencia de Mildiu a los 108 días

TABLA DE ANVA					F t	Sig.
F de V	GL	SC	CM	FC	0.05	
BLOQUE	3	1.688	0.563	1.000	3.86	Ns
TRATAMIENTO	3	1.688	0.563	1.000	3.86	Ns
ERROR	9	5.063	0.563			
TOTAL	15	8.438		**CV = 3.79 %**		

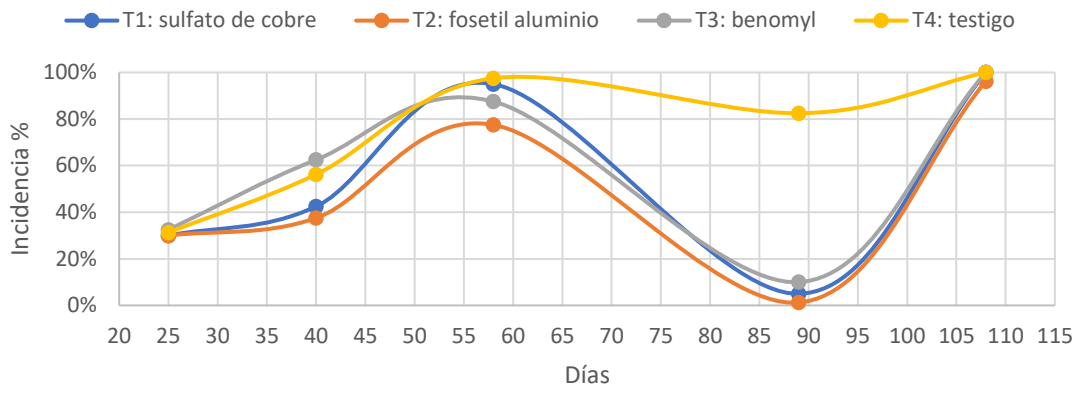
Como se muestra en la Tabla 30, el análisis de varianza (ANVA) para la incidencia de mildiu a los 108 días después del trasplante, determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre bloques, lo que demuestra una distribución adecuada de las repeticiones, confirmando que la dirección del gradiente elegida para el diseño de bloques completos al azar (DBCA) controló adecuadamente el error experimental sin introducir variabilidad adicional en las unidades de estudio.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados para la incidencia de mildiu a los 108 días después del trasplante. Estos resultados indican que todos los tratamientos presentaron niveles de infección similares ante la enfermedad en la fecha evaluada sin mencionar la gravedad de la infección. Asimismo, el

experimento registró un coeficiente de variación bajo 3.79%, lo que demuestra una alta precisión y homogeneidad en el manejo de las unidades experimentales.

Gráfico 3

Efecto de fungicidas en la de incidencia de Mildiu.



En la grafico 3 se aprecia porcentaje de incidencia de mildiu bajo la influencia de tres tratamientos de fungicidas en los cinco momentos de evaluación,

La primera fase (días 25 a 58) se caracterizó por un incremento acelerado de la incidencia. En el día 25, todos los tratamientos iniciaron con un nivel de infección basal idéntico del 30%. Sin embargo el día 40 se evidenció una separación inicial en T3 que reportó la mayor tasa de avance con 62.5%, superando incluso al testigo con 56%, mientras que el T2 contuvo mejor el avance inicial 37.5%. Para el día 58 el testigo alcanzó una incidencia casi total con 97.5% y el T2 se consolidó como el tratamiento con menor afección relativa de 77.5%.

El descenso drástico de la curva de infección mostrada se debe a la cosecha de hojas basales (solo quedó 2 hojas nacientes en la yema apical) a los 65 días después del trasplante. La segunda fase se observa un rebrote epidemiológico en un lapso de 19 días, la enfermedad se propagó exponencialmente en los tratamientos. Al día 108, las diferencias observadas en las fases previas desaparecieron por completo, registrando incidencias del 96% para el T2 y del 100% para el T1, T3 y T4.

Fotografía 22

Planta sana y planta infectada por mildiu



6.1.2 SEVERIDAD

Tabla 31

Porcentaje de severidad de mildiu evaluados 5 fechas

Tratamiento	Bloque	25 Ddt	40 ddt	58 Ddt	98 Ddt	108 ddt	
		Porcentaje de severidad (%)					Promedio
T1	I	8.75	6.25	27.50	5.00	37.50	17.00
	II	7.50	10.00	26.25	0.00	43.75	17.50
	III	6.25	13.75	27.50	0.00	46.25	18.75
	IV	7.50	15.00	31.25	0.00	38.75	18.50
T2	I	6.25	2.50	17.50	1.25	25.00	10.50
	II	6.25	12.50	23.75	0.00	28.75	14.25
	III	6.25	11.25	22.50	0.00	36.25	15.25
	IV	11.25	12.50	25.00	0.00	42.50	18.25
T3	I	7.50	12.50	26.25	6.25	35.00	17.50
	II	5.00	10.00	17.50	2.50	38.75	14.75
	III	10.00	22.50	26.25	0.00	48.75	21.50
	IV	8.75	21.25	35.00	3.75	46.25	23.00
T4	I	5.00	8.75	52.50	46.25	50.00	32.50
	II	11.25	20.00	47.50	36.25	52.50	33.50
	III	6.25	18.75	41.25	21.25	67.50	31.00
	IV	8.75	17.50	45.00	46.25	63.75	36.25
Promedio		7.66	13.44	30.78	10.55	43.83	21.25

En la tabla 31 se describe el porcentaje de severidad de Mildiu en la espinaca en una escala de 0 a 4 grados, basada en los diferentes tratamientos aplicados y evaluaciones en cinco fechas diferentes que son días después del trasplante (ddt).

Tabla 32

Porcentaje de severidad de mildiu al 108 días después del trasplante(ddt)

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1 (Phyton 27)	37.50	43.75	46.25	38.75	166.3	41.6
T2 (Traslate 80% WP)	25.00	28.75	36.25	42.50	132.5	33.1
T3 (Treben 500 WP)	35.00	38.75	48.75	46.25	168.8	42.2
T4 (Testigo)	50.00	52.50	67.50	63.75	233.8	58.4
Sumatoria	147.5	163.8	198.8	191.3	701.25	43.8

En el tabla 32 para severidad de mildiu a los 108 días después del trasplante se obtuvo un promedio general de 43.8 % plantas dañadas.

Tabla 33

ANVA para severidad de mildiu a los 108 días después del trasplante

TABLA DE ANVA					F tablas		
F de V	GL	SC	CM	FC	5%	1%	Signif.
BLOQUE	3.00	427.64	142.55	8.78	3.86	6.99	* *
TRATAMIENTO	3.00	1343.26	447.75	27.57	3.86	6.99	* *
ERROR	9.00	146.19	16.24				
TOTAL	15.00	1917.09	CV = 9.19 %				

Como se detalla en el análisis de varianza Tabla 33, se determinaron diferencias altamente significativas al 99% de confianza entre los tratamientos evaluados respecto al porcentaje de severidad de mildiu a los 108 días después del trasplante. Este hallazgo demuestra de forma contundente que la efectividad en el control y contención del daño foliar difiere de manera marcada según el tipo de fungicida aplicado, logrando romper la homogeneidad biológica del patógeno observada en variables previas.

Además, entre bloques también existe un efecto altamente significativo sobre la severidad de la enfermedad al 99%. Esto se debe a que las condiciones ambientales como en viento, la humedad y el agua en el suelo cambiaban según zonas del terreno experimental,

facilitando o afectando en la severidad del hongo mildiu en las hojas de la espinaca. El coeficiente de variabilidad es 9.19 %, esto ratifica una alta precisión experimental y una rigurosa confiabilidad en las estimaciones del modelo de bloques completos al azar (DBCA).

Tabla 34

Prueba Tukey para severidad de mildiu a los 108 ddt.

DMS : 8.89671

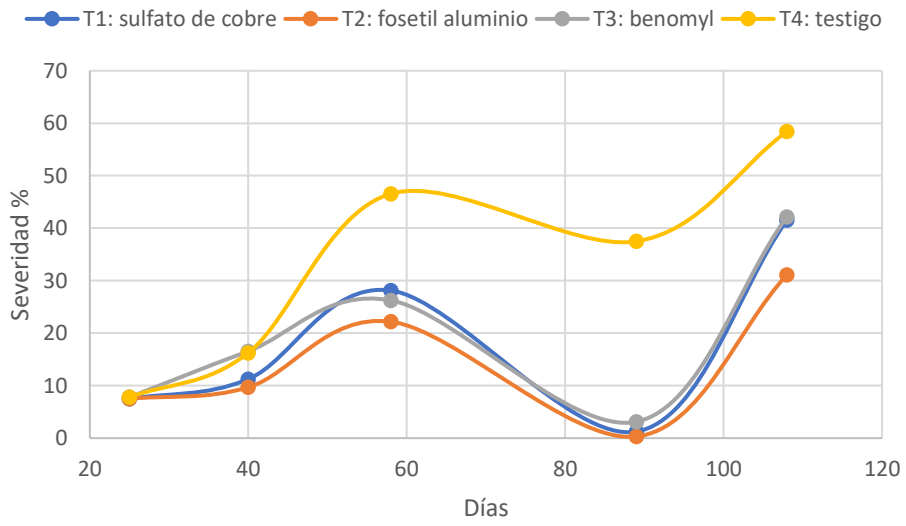
TRATAMIENTOS	Severidad de mildiu (%)	Sig. de Tukey 5%
T1 (Phyton 27)	41.56	a b
T2 (Traslate 80% WP)	31.13	A
T3 (Treben 500 WP)	42.19	B
T4 (Testigo)	58.44	C

Los resultados de la severidad del mildiu muestran que el fungicida Traslate 80% WP (fosetil aluminio) controló mejor la enfermedad, registrando apenas un 31.13% de tejido afectado. Por su parte, los productos Treben 500 WP (benomyl) y Phyton 27 (sulfato de cobre pentahidratado) presentaron comportamientos similares, con 41.56% y 42.19% de daño, respectivamente. Finalmente, el tratamiento testigo alcanzó el porcentaje de severidad más elevado con un 58.56%.

El fungicida Traslate 80% WP (fosetil-aluminio) demostró la mayor eficacia biológica al reducir significativamente la severidad del mildiu en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a un 31.13%, superando a los demás tratamientos químicos y al testigo (58.44%). Este notable control del fosetil-aluminio coincide con los hallazgos de **Niño et al. (2011)**, quienes reportaron una inhibición total del patógeno bajo condiciones controladas. No obstante, a diferencia del entorno controlado de dicho estudio, las variaciones microclimáticas y ambientales del campo abierto impidieron una supresión absoluta de la enfermedad en el presente ensayo, lo que explica la persistencia de un margen menor de daño foliar

Gráfico 4

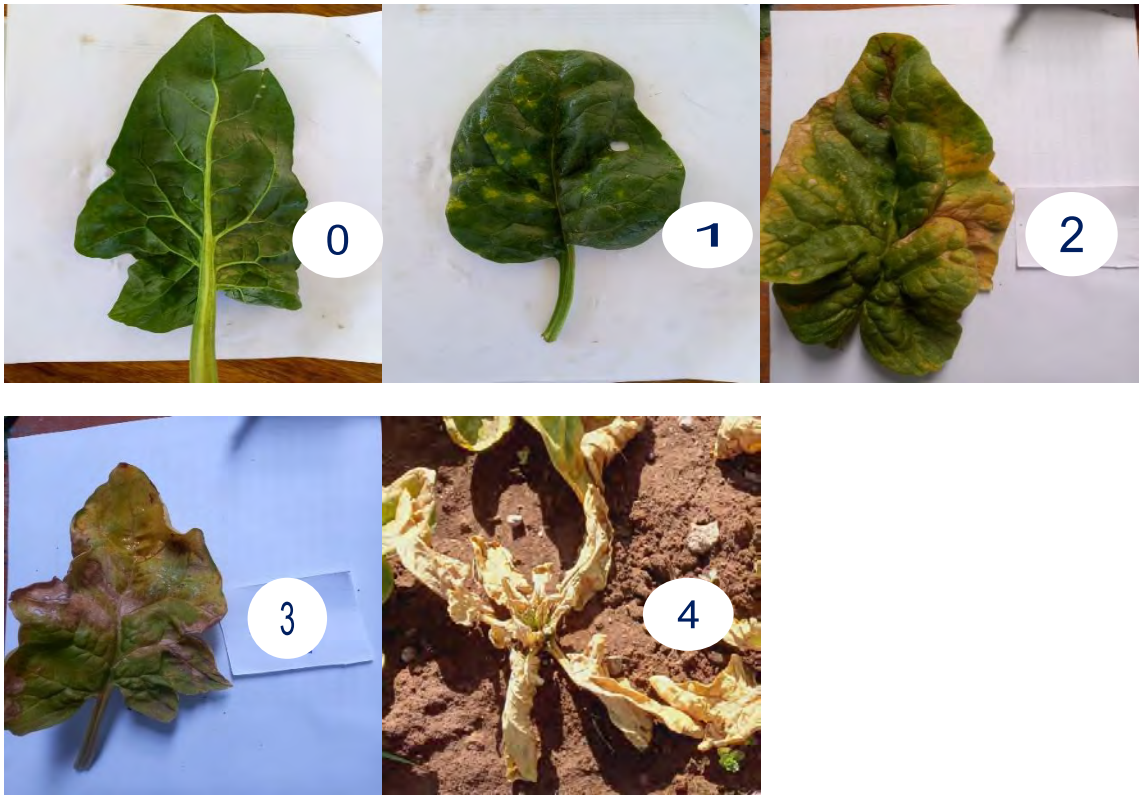
Porcentaje de Severidad de Mildiu según tratamiento propuestos



En la gráfico 4 se observa que el Tratamiento 2 aplicado con fungicida sistémico Fosetil aluminio tiene menor porcentaje de severidad, en comparación con el tratamiento testigo.

Fotografía 23

Grado escalar en la evaluación de severidad de mildiu



6.2 Resultados para rendimiento de la planta

En cumplimiento con el segundo objetivo de esta investigación, se presentan los resultados correspondientes a la evaluación del rendimiento del cultivo de espinaca, determinado a través del peso de hojas. Este análisis permite establecer el efecto productivo de los tres fungicidas sistémicos aplicados mediante microaspersión bajo las condiciones de K'ayra, Cusco.

6.2.1 Rendimiento en materia verde

Tabla 35

Peso de las hojas (g) de espinaca

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1 (Phyton 27)	182.2	246.2	216.9	353.8	999.1	249.8
T2 (Traslate 80% WP)	167.7	205.6	215.1	245.7	834.1	208.5
T3 (Treben 500 WP)	237.1	205.1	245.4	235.0	922.6	230.7
T4 (Testigo)	197.6	228.7	152.4	207.1	785.8	196.5
Sumatoria	784.6	885.6	829.8	1041.6	3541.60	221.4

En el cuadro 35 para peso de hojas de espinaca se obtuvo un promedio general de 221.4 g.

Tabla 36

ANVA para peso de las hojas (g) de espinaca

F de V	GL	SC	CM	FC	F tablas 5%	Signif.
BLOQUE	3.00	9412.62	3137.54	1.99	3.86	NS
TRATAMIENTO	3.00	6715.84	2238.61	1.42	3.86	NS
ERROR	9.00	14195.05	1577.23			
TOTAL	15.00	30323.52	CV = 17.94 %			

En el análisis de varianza tabla 36 para el peso de las hojas, se observa la ausencia de diferencias estadísticas entre los bloques, lo que demuestra una distribución adecuada de las repeticiones.

No existen diferencias estadísticas significativas al 95 % de confianza entre los tratamientos evaluados. Esto demuestra que los productos químicos aplicados no modificaron

significativamente el peso de las hojas de espinaca; estadísticamente, el comportamiento del cultivo fue igual en todos los tratamientos.

El coeficiente de variación de 17.94 % confirmó que el error experimental se mantuvo dentro de los límites de dispersión aceptables para pruebas a campo abierto en la aplicación de fungicidas. Este valor, típico en condiciones de campo, validó la precisión y confiabilidad de los resultados debido a que factores ambientales como el viento, la humedad, el tipo de suelo y la deriva natural incrementan la variabilidad biológica.

Respecto al peso foliar de la espinaca, se obtuvo un promedio general de 221.4 g con la variedad 'Seminis CV1714 SC' bajo condiciones de campo abierto, un rendimiento notablemente mayor frente al límite de 146.60 g reportado por **Maqquerhua (2019)** bajo invernadero con la variedad 'Viroflay Improved'. Al ser estudios ejecutados en la misma zona geográfica, la diferencia de los resultados se atribuye a la naturaleza genética de cada variedad, a la activación fisiológica por cosechas dobles y la alta eficiencia de un fertirriego uniforme al 90 %.

Tabla 37

Peso de las hojas de espinaca en kg/área por tratamiento y tn/ha

TRATAMIENTOS	kg/48.6m2	tn/ha
T1 (Phyton 27)	20.23	4.16
T2 (Traslate 80% WP)	16.89	3.48
T3 (Treben 500 WP)	18.68	3.84
T4 (Testigo)	15.91	3.27
Promedio	17.93	3.69

Según lo presentado en la cuadro 37, el mayor rendimiento calculado para el área total por tratamiento se registró en el tratamiento 1, con un valor de 20.23 kg/48.6 m² (equivalente a 4.16 tn/ha). Por el contrario, el menor rendimiento se obtuvo en el tratamiento 4, el cual alcanzó 15.91 kg/48.6 m² (equivalente a 3.27 tn/ha).

Fotografía 24

Proceso de determinación del peso fresco de las hojas de espinaca utilizando una balanza digital de precisión.



6.3 Resultados para comportamiento agronómico

Para responder al tercer objetivo, se detallan los datos del desarrollo agronómico de la espinaca bajo el efecto de tres fungicidas sistémicos aplicados por microaspersión; y si las evaluaciones en campo abierto incluyen las variables de altura de planta, conteo de hojas y las dimensiones (longitud y ancho) del limbo foliar.

6.2.1 Altura de la planta

Tabla 38

Altura de la planta (cm) en espinaca

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1 (Phyton 27)	23.6	24.0	23.6	26.8	98.0	24.5
T2 (Traslate 80% WP)	21.7	21.4	25.7	27.5	96.3	24.1
T3 (Treben 500 WP)	22.1	21.8	24.4	25.0	93.3	23.3
T4 (Testigo)	22.8	24.9	22.3	24.5	94.5	23.6
Sumatoria	90.1	92.0	96.0	103.8	382.03	23.9

En el tabla 38 para altura de planta (cm) se obtuvo un promedio general de 23.9 cm.

Tabla 39

ANVA para altura de la planta (cm) en espinaca

ANVA					Ft		
F de V	GL	SC	CM	FC	5%	1%	Signif.
BLOQUE	3.00	27.63	9.21	4.22	3.86	6.99	* NS
TRATAMIENTO	3.00	3.22	1.07	0.49	3.86	6.99	NS NS
ERROR	9.00	19.66	2.18				
TOTAL	15.00	50.51	CV = 6.19 %				

De acuerdo con los resultados presentados en la cuadro 39, para la altura de la planta mostró diferencias estadísticas significativas entre los bloques para el nivel de significancia de 5 %, pero no para el nivel de 1 %. Este comportamiento demuestra que el factor ambiental utilizado para agrupar las unidades experimentales (como la gradiente de luz o fertilidad del suelo) ejerció una influencia directa sobre el desarrollo de unidades experimentales.

El análisis de la altura de la planta de espinaca arrojó que los tratamientos evaluados no presentaron diferencias estadísticas significativas al 5%, lo que denota que los insumos aplicados no generaron variaciones cuantitativas en el crecimiento vegetal. Por otra parte, se obtuvo un coeficiente de variación de 6.19 %; este porcentaje bajo es indicativo de una alta precisión metodológica, la cual reduce la dispersión por error experimental y valida la confiabilidad del modelo estadístico empleado.

Con respecto a la altura de planta, la variedad 'Seminis CV1714 SC' registró un promedio general de 23.9 cm bajo condiciones de campo abierto. Este valor resultó notablemente inferior a los 47.15 cm reportados por **Maqquerhua (2019)** para la variedad 'Viroflay Improved' conducida bajo invernadero. Al haberse desarrollado ambas investigaciones en la misma localidad, la diferencia se atribuye a una respuesta combinada: por un lado, al potencial genético diferencial de cada variedad y, por el otro, al microclima protegido del invernadero que optimizó las condiciones ambientales.

Fotografía 25

Medición de la altura de la planta de espinaca (cm) durante la fase de evaluación



6.2.2 Número de hojas por planta

Tabla 40

Número de hojas por planta en espinaca

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1 (Phyton 27)	22	25	22	27	97	24
T2 (Traslate 80% WP)	26	27	26	27	106	27
T3 (Treben 500 WP)	29	28	27	25	109	27
T4 (Testigo)	28	28	25	24	104	26
Sumatoria	105	108	100	103	415	26

En el tabla 40 para número que hojas se obtuvo un promedio de 26 hojas por planta.

Tabla 41

Número de hojas por planta en espinaca

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)	Signif.
TRATAMIENTO	3.00	19.69	6.56	1.74	3.86	NS
BLOQUE	3.00	8.27	2.76	0.73	3.86	NS
ERROR	9.00	33.96	3.77			
TOTAL	15.00	61.92	CV = 7.48 %			

Los resultados de la tabla 41 para número de hojas por planta no existen diferencias estadísticas entre bloques. Lo anterior constata la homogeneidad de los factores ambientales y ratifica que la distribución de las repeticiones fue la adecuada.

El análisis demostró que no existen diferencias estadísticas al 5% para tratamientos, esto significa que todas las plantas desarrollaron un número de hojas muy similar, independientemente del producto o estímulo que recibieron.

En la presente investigación se obtuvo un promedio general de 26 hojas por planta en la variedad Seminis CV1714 SC. Este comportamiento difiere notablemente de los resultados de Maqquerhua (2019) en invernadero para la espinaca 'Viroflay Improved', donde el tratamiento con mayor respuesta alcanzó apenas las 15.78 hojas por planta. Compartiendo la misma ubicación geográfica, las diferencias observadas obedecen tanto a las características genéticas particulares de cada variedad como al microclima optimizado bajo la estructura del invernadero.

Fotografía 26

Conteo de hojas por planta



6.2.3 Longitud del limbo foliar

Tabla 42

Longitud del limbo foliar en cm

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1 (Phyton 27)	24.9	18.1	18.1	19.1	80.2	20.0
T2 (Traslate 80% WP)	16.1	16.2	18.4	20.1	70.8	17.7
T3 (Treben 500 WP)	16.0	15.9	16.7	18.0	66.6	16.6
T4 (Testigo)	16.0	17.0	15.4	17.5	65.8	16.5
Sumatoria	72.9	67.2	68.6	74.6	283.40	17.7

En el tabla 42 para la longitud del limbo foliar se obtuvo un promedio de 17.7 cm.

Tabla 43

ANVA de la longitud del limbo foliar en cm

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)	Signif.
BLOQUE	3.00	9.24	3.08	0.71	3.86	NS
TRATAMIENTO	3.00	32.71	10.90	2.51	3.86	NS
ERROR	9.00	39.13	4.35			
TOTAL	15.00	81.07	CV = 11.8 %			

Los resultados del análisis de varianza para la variable longitud del limbo foliar tabla 43 indicaron que no existe diferencias estadisticas entre bloques, lo que indica que la distribucion de repeticiones fueron adecuadas.asi mismo, indicaron la ausencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Esto demuestra que los insumos aplicados no provocaron un efecto diferencial en la longitud del limbo foliar, siendo coeficiente de variabilidad de 11.8 %, valor que demuestra una adecuada precisión metodológica y un correcto control del error experimental en campo.

La longitud promedio de limbo foliar obtenida en este estudio a campo abierto (17.7 cm) fue inferior a la reportada por Maqquerhua (2019), quien registró una longitud promedio de 19.75 cm en la variedad Viroflay Improved en invernadero, esto se infiere por ser cultivado a la intemperie y que la temporada fue otoño e invierno, además, de ser diferentes variedades.

Fotografía 27

Medición de la longitud del limbo foliar en espinaca (cm)



6.2.4 Ancho del limbo foliar

Tabla 44

Ancho del limbo foliar en cm

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1 (Phyton 27)	11.3	11.3	12.1	11.1	45.8	11.4
T2 (Traslate 80% WP)	11.1	11.1	10.8	11.6	44.5	11.1
T3 (Treben 500 WP)	10.6	10.1	11.2	10.6	42.5	10.6
T4 (Testigo)	10.1	12.1	9.4	10.6	42.2	10.6
Sumatoria	43.1	44.5	43.6	43.9	175.02	10.9

En el cuadro 44 para la ancho del limbo foliar se obtuvo un promedio general de 10.9 cm

Tabla 45

ANVA del ancho del limbo foliar en cm espinaca

ANVA					Ft	
F de V	GL	SC	CM	FC	5%	Signif.
TRATAMIENTO	3.00	2.12	0.71	1.20	3.86	NS
BLOQUE	3.00	0.28	0.09	0.16	3.86	NS
ERROR	9.00	5.30	0.59			
TOTAL	15.00	7.71	CV = 7 %			

Los resultados del análisis de varianza para la variable longitud del limbo foliar tabla 45 indicaron que no existe diferencias estadisticas entre bloques, lo que indica que la distribucion de repeticiones fueron adecuadas. Asi mismo, indica la ausencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Esto demuestra que los insumos aplicados no provocaron un efecto diferencial en el ancho del limbo, siendo coeficiente de variabilidad de 7 %, valor que demuestra una adecuada precisión metodológica y un correcto control del error experimental en campo.

Fotografía 28

Determinación del ancho del limbo foliar



VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1 Conclusiones

Para las condiciones en las que se desarrolló a cabo este estudio, los resultados llevaron a las siguientes conclusiones:

- **Para la efecto de los fungicidas**

Se determinó que el fungicida sistémico Traslate 80% WP (Fosetil aluminio) fue el tratamiento más eficaz para el control de *Peronospora farinosa f. sp. spinacia* en el cultivo de espinaca, en la evaluación a los 108 días después del trasplante. La aplicación de este producto mediante microaspersión mitigó significativamente el daño foliar, registrando la menor severidad con un 31.13%, logrando superar estadísticamente a los tratamientos Treben 500 WP (42.19%) y Phyton 27 (41.56%), así como al testigo absoluto (T4), el cual alcanzó la mayor destrucción con un 58.44%. Por otro lado, la incidencia foliar de la enfermedad a los 108 días fue generalizada, afectando entre el 96% y el 100% de las unidades vegetales evaluadas en todos los tratamientos.

- **Para rendimiento**

La aplicación por microaspersión de los tres fungicidas sistémicos (Phyton 27, Traslate 80% WP y Treben 500 WP) no ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento (peso de hojas) del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). El rendimiento fue estadísticamente homogéneo entre todos los tratamientos, alcanzando un promedio general de 221.4 g por unidad experimental, rendimiento influenciado principalmente por el potencial genético de la variedad 'Seminis CV1714 SC' y la uniformidad del fertirriego.

- **Para comportamiento agronómico**

El análisis de varianza determinó que los fungicidas sistémicos (Phyton 27, Traslate 80% WP, Treben 500 WP) no provocaron diferencias estadísticamente significativas al 5% en la altura, número de hojas, ni dimensiones del limbo foliar de la espinaca *(Spinacia*

oleracea L.), demostrando una respuesta uniforme en comparación al testigo. La variedad 'Seminis CV1714 SC' cultivado a campo abierto, registró promedios generales de 23.9 cm de altura, 26 hojas, 17.7 cm de longitud y 10.9 cm de ancho de limbo, consolidando un desarrollo morfológico independiente del control fitosanitario aplicado y regulado por factores ambientales.

7.2 Sugerencias

- Se sugiere continuar con la evaluación de la aplicación de fungicidas mediante el sistema de riego por microaspersión como estrategia de control preventivo: frente a los diferentes patógenos foliares concurrentes en el cultivo de espinaca. Es fundamental validar la uniformidad de la cobertura hidrodinámica y la dosificación en el follaje, con el propósito de optimizar el uso de mano de obra, reducir los costos de producción y mitigar el avance temprano de brotes infecciosos bajo un enfoque de manejo integrado.
- Continuar con las líneas de investigación orientadas a la identificación fitopatológica del mildiú en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea*): Se recomienda profundizar en el diagnóstico molecular y biológico para determinar la raza especifica presente en la zona de estudio.
- Se sugiere evaluar la eficacia de los programas de control químico y biológico en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea*) bajo diferentes épocas de siembra: Dado que las fluctuaciones constantes de temperatura y humedad relativa modifican los ciclos de desarrollo de los fitopatógenos y alteran la degradación de los insumos agrícolas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AEMA. (2021). Como funciona el sistema de riego con microaspersores. *Global Services - Technical Solutions*.

2. Agrnotips, (2021). Cómo determinar el coeficiente de uniformidad de caudal en riego localizado.

3. Agrios, G. (2005). Fitopatología (2da Edición). E. A. Press., Ed. Libro

4. Agrios, G. (2005). Plant pathology (5.ª ed.). E. A. Press., Ed. Libro

5. AGROBASE. (2023). *Base de datos de plaguicidas y problemas agrícolas*. Retrieved 2022, from https://agrobaseapp.com/argentina/disease/mildiu-de-la-espinaca-1

6. AgroEs. (2013). Plagas, enfermedades y fisiopatias.

7. Alfonso D., S. E. (2008). Evaluacion "in Vitro" de fungicidas para el control de hongos patogenos en esquejes de clavel durante la etapa de enrraizamiento. 38.

8. Anders, V. (1998). Diccionario Etimologico de Chile. Retrieved 2023, from Etimologias de Chile: https://etimologias.dechile.net/?mildiu

9. Baca, C. (2018). Relación Agua Suelo Planta y Atmosfera. Cusco, Perú.

10. Baca, C. (2021). Generalidades de R.L.G. Cusco, Perú.

11. Borrego, M. (1995). Horticultura Hervacea Especial (Segunda Edicion ed.). Madrid España: Mundi prensa.

12. Callizaya, F. (2007). Efecto de la fertilizacion organica en el rendimiento de variedades de espinaca (*Spinacea oleracea l.)* Bajo condiciones de ambiente protegido en el municipio de el alto.

13. Chabur, M. (2008). Identificación de razas y estudio preliminar de la diversidad genética de *Peronospora farinosa f. Sp. Spinaciae* agente causal del mildeo velloso en cultivos de espinaca en la sabana de Bogotá. *Pontifica Universidad Javeriana*. https://doi.org/https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8266/tesis117.pdf?sequence=1&isAllowed=y

14. Chiara P.D. (2020). “Efecto de dos abonos foliares organicos en la caracterizacion agronomica del cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea L.)* en el centro experimental de Cota Cota. *Tesis de titulo*.

15. CIATI. (2020). Instructivo para la toma de muestra de agua para analisis Microbilogico, Fisico-quimico y contaminantes.

16. Denielsen, S., & Ames, T. (2000). El Mildiu(*Peronospora farinosa*) de la quinua(*Chenopodium quinoa*) en la zona andina: manual práctico para el estudii de la enfermedad y del patogeno. Centro Internacional de la papa, Lima, Perú. 32.

17. EcuRed. (s.f.). *EcuRed*. https://www.ecured.cu/Mildiu_de_la_espinaca

18. ENVIRONMENT, H. (2008). *¿Qué es el sistema venturi?* https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=427

19. FAO. (2016). Quinua Manejo integrado de plagas. *Estrategias en el Cultivo de la quinua para fortalecer el sistema agroalimentario en la zona andina*, 78.

20. FAO, . (2023). Producción de espinaca por país. *Atlas Big*.

21. Feng, C., Correll, J., Kammeijer, E., & Koike, S. (2014). Identification of New Races and Deviating Strains of the Spinach Downy Mildew Pathogen *Peronospora farinosa f. sp. spinaciae.*

22. Fernandes, E. e. (1994). *Quimigación* (Vol. 1). Brasil: EMBRAPA-SPI.

23. Franco, V. (1018). Evaluación de la eficiencia del método de riego por goteo. *Tesis de pregrado.*

24. Garcia, C. (21 de 07 de 2020). El maiz el el cultivo más Importe en extensión para el Perú. *hortus*, 1.

25. Giaconi, V., & Escaff, M. (1998). *Cultivo de las hortalizas.* Universitaria.

26. Gorini, F. (1970). *El cultivo de la espinaca.* Acribia.

27. Guzman, M. A. (1997). Estrablecimiento de metodologia de evaluacion de fungicidas in vitro y screenig de 23 fungicidas promisorios para el control de la amncha del arroz.

28. Haimanote K. et al. (2021). *Regulaciones y Guías para la Quimigación*.

29. Haman, D., & Zazueta, F. (2017). Chemical Injection Methods for Irrigation. https://edis.ifas.ufl.edu/wi004

30. Hernandez, R. (2024). ¿Qué es el riego por microaspersión? *h-e.mx*.

31. Higon N. (2002). *Interpresas; equipos de riego en Jardineria.* https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/68754-Equipos-de-riego-en-ardineria.html

32. Hopkins M. (2008). *AgriBusiness.* https://www.agribusinessglobal.com/es/mercados/tiempo-lo-es-todo/

33. Hortus, S. (2025). Espicaca Hibrida SEMINIS SV1714. *Ficcha tecnica comercial*.

34. ICF. (2021). Differential sets. https://doi.org/https://worldseed.org/wp-content/uploads/2021/11/20210608_DRTWG_*Peronospora-effusa*.pdf

35. INIA. (2002). Cultivo de espinaca. *Folleto*. https://doi.org/https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/8e160f0e-e5a5-4905-a0c9-10f41473eb9c/content

36. Intelligence, M. (2022). Mercado de Fertigación y Quimigación. https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/fertigation-and-chemigation-market

37. Irrigation, G. (2018). Riego por microaspersion. *Empresa de especialistas en venat de accesorios de riego*. Retrieved 2023, from https://www.gritec.com.mx/riego-por-microaspersion/

38. Joon, Y., Beom, S., & Dong, H. (2007). Re-consideration of *Peronospora farinosa* infecting *Spinacia oleracea* as distintc species, *Peronospora effusa*. *Mycological Research*, 381-391.

39. K, H., & al, e. (2021). Regulaciones y Guías para la Quimigación. https://doi.org/10.32473/edis-AE567-2021

40. Liotta M. (2015). Manual de capacitacion: riego por goteo. *Curso de riego para agricultores*.

41. Mamani, J. (2015). Analisis de tres extractos naturales para el control de enfermedades (*Alternaria alternata, Fusarium solani*) bajo diferentes dosis de aplicación en el cultivo de haba (Vicia faba). *Tesis*.

42. Maqquerhua, L. (2019). Efecto del abonamiento y fertilizacion en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea L.)* Bajo condiciones de fitotoldo en k'ayra- cusco.Tesis.

43. Mateu, W. (2019). Guano de islas y microorganismos eficaces – me en la precocidad y rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea l.*).Canaán, 2750 msnm. – Ayacucho en el periodooctubre - noviembre de 2018. *Tesis posgrado Maestro.*

44. Mendez, W. (2008). Evaliuacion de diferentes fungicidas e inductores de resistencia para en combate de mildiu velloso (*Pseudoperonospora cubensis*(Berck & Curtis)Rostovtsev) en melon. 6-7.

45. MINAGRI. (2009). Plan estrategico del sector agrario de la regios cusco 2009 - 2021. https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes_estrategicos_regionales/cusco.pdf

46. MINAGRI. (2022). 2022. *Anuario estadistico de produccion agricola*. www. minagri.gob.pe

47. Mondino, M. (2017). Evaluación A gronomica de cultivares de Espinaca (Spinacia oleracea L.) con destino industrial en el Cinturon Horticola de Rosario. *Articulo de divulgacion*.

48. Moya J.A. (2009). *Riego Localizado y Fertiirrigación* (Vol. 4ta edición). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

49. Muñoz L. (2016). Qué es el Riego por Microaspersión: Ventajas e inconvenientes. *Agrohuerto*. https://www.agrohuerto.com/riego-por-microaspersion/

50. Niño, e. (2011) Enfermedades de la espinaca (Spinacia oleracea L.) en Cota (Cundinamarca) y control del mildeo velloso (*Peronospora farinosa*, Byford). *tesis pregado*.
https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_horticolas/article/view/1210/1209

51. NOVAGRIC. (2022). *riego por microaspersion.*
https://www.novagric.com/es/riego/sistemas-de-riego/riego-por-microaspersion

52. Parra H.F & Trujillo N.D. (2018). Evaluacion hidraulica del sistema de riego por microaspersión en la granja experimental de la Universidad Surcolombia. *Tesis de titulo*, 16. http://repositoriousco.co:8080/jspui/handle/123456789/3067

53. Patiño L., & Rodriguez M. (2001). Aislamiento e identificacion de hongos fipatogenos y evaluacion de fungicidas frente a los hongos mas prevalente en vid (*Vitis vinifera)* l, variedad chardonnay en el viñedo San Martin en el municipio de Sogamoso, departamento de Bocaya.

54. Perales, J. (2021). “diseño e instalación de sistema de riego por micro aspersión para el fundo Amalia, distrito Lajas, provincia Chota, region Cajamarca”. *Trabajo de suficiencia profesional para optar el título de ingeniero agrícola*, 12-13.

55. Probelte. (2019). *Mildiu: tratamientos en cultivos hortícolas*. https://probelte.com/es/noticias/mildiu-tratamientos-en-cultivos-horticolas/#

56. Quipo, R. (2016). “efecto de tres dosis de soluciones nutritivas en la producción de dos variedades de espinaca (Spinacia oleracea l.) Mediante el sistema hidropónico de raíz flotante en k’ayra – cusco. *Tesis* .

57. Rodriguez et al. (2010). Propuesta de manejo de arvenses en el cultivo de espinaca (Spinacea oleracea L.). 28.

58. Roodriguez et al. (2017). Instalacion de sistema de riego por goteo en itdUPM. *Obtenido de grupo de riego de investigacion hidraulica de riego HIDER*.

59. Salunkhe, D., & Kadam, S. (2004). *Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas. Producción, composición, almacenamiento y procesado.* Zaragoza, España: ACRIBIA.

60. Salvatierra G. (2020). Respuesta en Rendimiento del cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.) aocho dosis de biol en Pumapahuasin - Cajamarca. *Titulo profesional*. Huancavelica, Perú: Universidad para el Desarrollo Andino.

61. SENASA. (2007). Registro y control de plaguicidas quimicos de uso agricola. *Decreto Supremo*, 276.

62. Sesquile D.J. (2014). Evaluacion de calidad de aplicacion de plaguicidas en un cultivo de espinaca. Bogota, Colombia.

63. Unterladstatter R. (2000). *La Horticultura en el Sub Trópico Húmedo y Sub Húmedo de Bolivia.* San Cruz , Bolivia.

64. Yana, V. (2023). efecto de guano de isla en el cultivo de espinaca (Spinacia oleracea l), var. Viroflay en invernadero del distrito de Nuñoa 2022”. *Tesis*.

ANEXOS

Anexo A. Panel fotográfico

Fotografía 29

Siembra y acondicionamiento de almácigos de espinaca en la fase inicial del cultivo.



Fotografía 30

Emergencia y desarrollo inicial de las plántulas de espinaca en condiciones controladas.



Fotografía 31

Crecimiento progresivo de plántulas de espinaca



Fotografía 32

Preparación y acondicionamiento mecanizado del terreno definitivo para el cultivo de espinaca



Fotografía 33

Muestreo y extracción de porciones de suelo en el terreno de estudio



Fotografía 34

Marcación y replanteo de parcelas según el diseño



Fotografía 35

Implementación del sistema de riego por microaspersión en las parcelas de espinaca



Fotografía 36

Proceso de trasplante definitivo de las plántulas de espinaca a las parcelas experimentales



Fotografía 37

Operación y validación del sistema de riego por microaspersión para garantizar la cobertura hídrica uniforme en el cultivo



Fotografía 38

Evaluación y prueba de uniformidad del sistema de riego por microaspersión



Fotografía 39

Ejecución del deshierbo manual



Fotografía 40

Primera y quinto evaluación fitopatológico de mildiu en espinaca para medir la eficiencia del fungicidas para determinar la eficiencia de los fungicidas aplicados.



Fotografía 41

Fase de cosecha manual de la espinaca para la evaluación de los componentes de rendimiento



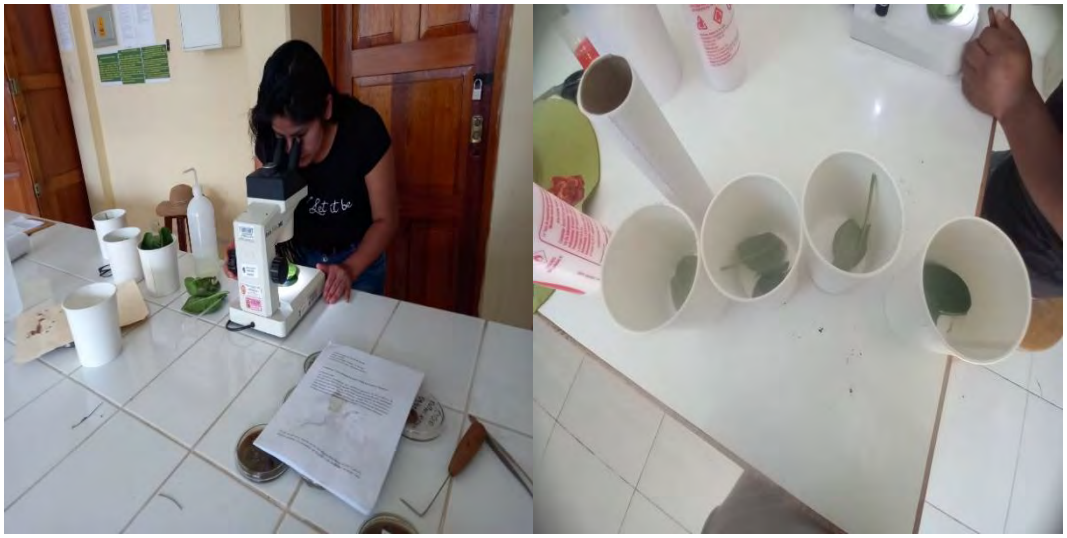
Fotografía 42

Recopilación y registro de datos para la determinación del rendimiento



Fotografía 43

Identificación taxonómica y confirmación en laboratorio del oomiceto causante del mildiú



Anexo B. Instrumentos

Fotografía 44

Manómetro



Fotografía 45

Fotografía de Inyector Venturi que se utilizó en su absorción



Fotografía 46

Tanque clase A



Fotografía 47

Balanza eléctrica y wincha



Fotografía 48

Anemómetro digital y Pluviómetro (para medir la precipitación bruta en mm).



Anexo C. Base de datos de incidencia y severidad de mildiu en campo

Incidencia

Tabla 46

Número de plantas con incidencia de Mildiu en espinaca

Tratamientos	BLOQUE	EVALUACION DE INCIDENCIA Mildiu *(Peronospora farinosa)*									
		25 días		40 días		58 días		89 días		108 días	
		P. Sanas	P. Infectadas	P. Sanas	P. Infectadas	P. Sanas	P. Infectadas	P. Sanas	P. Infectadas	P. Sanas	P. Infectadas
T1	I	13	7	15	5	0	20	16	4	0	20
	II	14	6	12	8	2	18	20	0	0	20
	III	15	5	9	11	2	18	20	0	0	20
	IV	14	6	10	10	0	20	20	0	0	20
T2	I	15	5	18	2	6	14	19	1	3	17
	II	15	5	11	9	4	16	20	0	0	20
	III	15	5	11	9	5	15	20	0	0	20
	IV	11	9	10	10	3	17	20	0	0	20
T3	I	14	6	10	10	3	17	15	5	0	20
	II	16	4	12	8	10	10	18	2	0	20
	III	12	8	4	16	3	17	20	0	0	20
	IV	13	7	5	15	0	20	17	3	0	20
T4	I	16	4	13	7	0	20	0	20	0	20
	II	11	9	6	14	0	20	0	20	0	20
	III	15	5	8	12	2	18	14	6	0	20
	IV	13	7	8	12	0	20	0	20	0	20

Tabla 47

Porcentaje de plantas con incidencia de Mildiu en espinaca

Tratamiento	Bloque	25 días	40 días	58 días	89 días	108 días
1	II	35%	25%	100%	20%	100%
1	IV	30%	40%	90%	0%	100%
1	I	25%	55%	90%	0%	100%
1	III	30%	50%	100%	0%	100%
2	IV	25%	10%	70%	5%	85%
2	I	25%	45%	80%	0%	100%
2	III	25%	45%	75%	0%	100%
2	II	45%	50%	85%	0%	100%
3	III	30%	50%	85%	25%	100%
3	I	25%	45%	80%	0%	100%
3	IV	40%	80%	85%	0%	100%
3	II	35%	75%	100%	15%	100%
4	III	20%	35%	100%	100%	100%
4	II	45%	70%	100%	100%	100%
4	IV	25%	60%	90%	30%	100%
4	I	35%	60%	100%	100%	100%

Severidad

Tabla 48

Resumen de datos obtenidos en campo sobre severidad de Mildiu en espinaca

DATOS DE SEVERIDAD																								
Tratamientos	BLOQUE I						BLOQUE II						BLOQUE III						BLOQUE IV					
	r1						r2						r3						r4					
	Grado escalar	25 dias	40 dias	58 dias	89 dias	108 dias	Grado escalar	25 dias	40 dias	58 dias	89 dias	108 dias	Grado escalar	25 dias	40 dias	58 dias	89 dias	108 dias	Grado escalar	25 dias	40 dias	58 dias	89 dias	108 dias
T1	0	13	15	0	16	0	0	14	12	2	20	0	0	15	9	2	20	0	0	14	10	0	20	0
	1	7	5	18	4	11	1	6	8	15	0	8	1	5	11	14	0	8	1	6	8	15	0	11
	2	0	0	2	0	8	2	0	0	3	0	9	2	0	0	4	0	7	2	0	2	5	0	7
	3	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	2
	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
T2	0	15	18	6	19	3	0	15	11	4	20	0	0	15	11	5	20	0	0	11	10	3	20	0
	1	5	2	14	1	14	1	5	8	13	0	17	1	5	9	12	0	12	1	9	10	14	0	10
	2	0	0	0	0	3	2	0	1	3	0	3	2	0	0	3	0	7	2	0	0	3	0	6
	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	4
	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
T3	0	14	10	3	15	0	0	16	12	10	18	0	0	12	4	3	20	0	0	13	5	0	17	0
	1	6	10	13	5	12	1	4	8	7	2	12	1	8	14	13	0	7	1	7	13	12	3	8
	2	0	0	4	0	8	2	0	0	2	0	5	2	0	2	4	0	8	2	0	2	8	0	7
	3	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	3	3	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	5
	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0
T4	0	16	13	0	0	0	0	11	6	0	0	0	0	15	8	2	14	0	0	13	8	0	0	0
	1	4	7	6	9	9	1	9	12	9	11	9	1	5	9	9	1	3	1	7	10	10	9	6
	2	0	0	7	6	6	2	0	2	7	9	4	2	0	3	6	1	8	2	0	2	6	8	1
	3	0	0	6	4	1	3	0	0	1	0	3	3	0	0	0	2	1	3	0	0	2	0	9
	4	0	0	1	1	4	4	0	0	3	0	4	4	0	0	3	2	8	4	0	0	2	3	4

Tabla 49

Porcentaje de severidad de Mildiu en espinaca

Tratamiento	Bloque	25 días	40 días	58 días	89 días	108 días
1	**I**	8.75	6.25	27.50	5.00	37.50
1	**II**	7.50	10.00	26.25	0.00	43.75
1	**III**	6.25	13.75	27.50	0.00	46.25
1	**IV**	7.50	15.00	31.25	0.00	38.75
2	**I**	6.25	2.50	17.50	1.25	25.00
2	**II**	6.25	12.50	23.75	0.00	28.75
2	**III**	6.25	11.25	22.50	0.00	36.25
2	**IV**	11.25	12.50	25.00	0.00	42.50
3	**I**	7.50	12.50	26.25	6.25	35.00
3	**II**	5.00	10.00	17.50	2.50	38.75
3	**III**	10.00	22.50	26.25	0.00	48.75
3	**IV**	8.75	21.25	35.00	3.75	46.25
4	**I**	5.00	8.75	52.50	46.25	50.00
4	**II**	11.25	20.00	47.50	36.25	52.50
4	**III**	6.25	18.75	41.25	21.25	67.50
4	**IV**	4,38	10,00	32,50	33,75	51,25

Anexo D. Base de datos para el cálculo de rendimiento de espinaca

Tabla 50

Datos base de rendimiento y comportamientos agronómicos

N°	Altura de la planta (cm)	Num de hojas por planta	Longitud del limbo (cm)	Ancho del limbo (cm)	Peso de hojas fresca (g)
BLOQUE - I TRATAMIENTO 2					
1	22.55	22	18.15	12.75	193
2	21.35	23	15.4	11.45	177
3	19.65	39	14.75	11.15	240
4	18.55	23	16.3	11.7	96
5	25.25	27	18.6	11.5	182
6	22.8	25	17.5	12.25	217
7	19.05	20	14.45	11.2	121
8	19.15	29	15.2	8.9	134
9	23.7	27	13.15	9.2	173
10	24.75	23	17.3	10.85	144
SUMA T	216.8	258	160.8	110.95	1677
PROM	21.68	25.80	16.08	11.10	167.70
TRATAMIENTO 4					
1	25.05	27	17.8	10.65	276
2	26.5	32	17.3	11.85	193
3	23.5	29	15.3	9.2	211
4	18.5	29	11.6	9.5	169
5	21.45	30	14.5	9.4	154
6	24.6	28	19.55	9.55	259
7	21.45	24	15.35	8.75	184
8	25.6	38	18.1	12.25	238
9	22.3	21	15.8	10.85	151
10	19.15	22	14.3	9.2	141
SUMA T	228.1	280	159.6	101.2	1976
PROM	22.81	28.00	15.96	10.12	197.60
TRATAMIENTO 1					
1	26.15	25	18.55	11.45	254
2	26.8	20	98.4	12.5	181
3	23.75	23	16.25	10.8	214
4	26.25	25	19.2	13.1	241
5	18.05	25	14.2	10.65	104
6	23.3	18	17	10.5	151
7	20.15	18	13.75	11.25	148
8	25.95	21	18.35	11.4	188
9	21.45	21	16.8	10.7	178
10	23.85	27	16.45	10.45	163
SUMA T	235.7	223	248.95	112.8	1822
PROM	23.57	22.30	24.90	11.28	182.20
TRATAMIENTO 3					
1	20.8	23	13.75	9.4	127
2	17.85	30	14.7	11.05	179
3	25.05	36	17.15	10.8	329
4	23.45	31	17.5	9.85	314
5	27.05	35	17.15	11	364
6	24.15	24	18.15	11.8	266
7	22.4	27	16.1	11.9	237
8	21.95	23	17.15	10.7	209
9	17.9	31	14.6	10.35	188
10	20.05	25	13.8	8.95	158
SUMA T	220.65	285	160.05	105.8	2371
PROM	22.07	28.50	16.01	10.58	237.10

BLOQUE - II TRATAMIENTO 4					
1	25.9	22	18.1	12.8	219
2	25.3	24	17.9	11.15	191
3	19.2	25	16.75	10.85	192
4	23.4	27	16.05	12.45	258
5	20.25	24	14.45	9.95	106
6	25.35	32	17.4	13.65	220
7	24.2	29	16.3	12.2	210
8	29.5	27	18.2	12.45	325
9	26.25	32	18	13.7	277
10	29.55	33	16.6	11.75	289
SUMA T	248.9	275	169.75	120.95	2287
PROM	24.89	27.50	16.98	12.10	228.70
TRATAMIENTO 1					
1	20.7	21	20.5	12.7	133
2	26.8	25	19.05	11.7	270
3	23.35	31	16.4	10.3	265
4	25.6	20	18.1	10.8	202
5	23.1	34	18.2	11.95	257
6	25.85	25	19.7	12.7	258
7	28	24	19.45	11.4	386
8	24.7	24	16.05	10.7	292
9	24.7	22	19.4	11.75	261
10	16.85	24	14.1	8.9	138
SUMA T	239.65	250	180.95	112.9	2462
PROM	23.97	25.00	18.10	11.29	246.20
TRATAMIENTO 3					
1	22.7	27	15.1	9.05	242
2	24.95	30	17.45	11.55	317
3	19.5	30	14.55	9.95	172
4	19.65	26	15.4	10.9	180
5	23	32	15.9	10.55	267
6	21.1	25	17.05	9	154
7	21.2	27	16.45	9.6	126
8	20.35	27	15.3	9.25	167
9	23.85	26	16.95	10.3	189
10	21.65	32	14.9	10.65	237
SUMA T	217.95	282	159.05	100.8	2051
PROM	21.80	28.20	15.91	10.08	205.10
TRATAMIENTO 2					
1	23.45	26	19.1	11.7	269
2	22.55	30	14.05	11.3	210
3	23.8	24	18.85	11.4	187
4	21.85	24	16.35	9.45	210
5	17.85	29	15.95	11.35	173
6	21.1	17	15.35	11.55	118
7	18.8	27	13.9	9.15	150
8	20.3	28	14.2	9.45	178
9	23	34	16.65	11.85	296
10	21.2	30	17.9	13.45	265
SUMA T	213.9	269	162.3	110.65	2056
PROM	21.39	26.90	16.23	11.07	205.60

BLOQUE III TRATAMIENTO 3					
1	27.1	25	16.35	10.55	228
2	22.85	24	15.1	11.1	144
3	25.75	27	15.25	10.75	248
4	25.9	26	16.6	13.35	283
5	27.3	28	17.7	11.85	385
6	19.65	24	15.85	9.95	169
7	26.85	30	18.5	12	319
8	24.1	27	17.55	11.45	276
9	20.9	31	17.35	10	187
10	23.25	26	16.35	11.45	215
SUMA T	243.65	268	166.6	112.45	2454
PROM	24.37	26.80	16.66	11.25	245.40
TRATAMIENTO 1					
1	28.3	29	19.5	11.55	304
2	20.25	16	19.15	12.05	126
3	22.75	17	18.35	10.8	137
4	26.75	13	18.1	9.55	133
5	25.1	24	18.85	13.6	301
6	24.1	22	15.4	11.05	194
7	23.3	25	17.45	12.35	197
8	19.9	20	15.85	10.95	142
9	20.15	27	18.6	16	316
10	25.6	27	20.2	13.5	319
SUMA T	236.2	220	181.45	121.4	2169
PROM	23.62	22.00	18.15	12.14	216.90
TRATAMIENTO 4					
1	28.9	25	18.9	11.7	266
2	23.65	27	14.9	7.6	131
3	20.95	25	17.7	10.85	197
4	24.6	19	10.9	6.55	153
5	25.3	22	17.15	10.35	157
6	20.1	21	14.55	8.5	137
7	19.85	43	13.4	8.65	121
8	19.5	25	14.7	9.65	159
9	24.8	20	18.25	10.45	143
10	15.8	19	13.65	9.75	60
SUMA T	223.45	246	154.1	94.05	1524
PROM	22.35	24.60	15.41	9.41	152.40
TRATAMIENTO 2					
1	25.1	26	17.75	7.9	183
2	23.75	21	16.95	10.7	138
3	28.1	33	23.25	11.2	308
4	27.75	28	18.85	9.6	206
5	24.3	30	16.6	9.9	230
6	26.85	26	16.3	14.7	273
7	23.65	29	17.7	10.95	241
8	28.8	22	23.05	11.2	219
9	24.5	24	17.8	10.75	161
10	24.2	23	15.8	10.7	192
SUMA T	257	262	184.05	107.6	2151
PROM	25.70	26.20	18.41	10.76	215.10

BLOQUE IV TRATAMIENTO 3					
1	22.95	25	16.6	9.5	229
2	21.75	28	15.4	11.5	165
3	21.6	22	17.25	10.75	174
4	21.4	22	15.95	9.05	147
5	28.4	24	18.05	10.6	252
6	28.9	25	17.6	11.45	292
7	23.1	24	20.5	12.5	205
8	26.3	30	19.45	9.95	353
9	27.2	24	21.2	10.1	210
10	28.7	27	18.25	10.55	323
SUMA T	250.3	251	180.25	105.95	2350
PROM	25.03	25.10	18.03	10.60	235.00
TRATAMIENTO 2					
1	27.65	27	18.55	11.8	199
2	25.8	32	19.3	13	225
3	26.7	23	16.95	10.1	251
4	25.9	24	20.25	10.6	193
5	27.35	23	22.95	13	235
6	30.85	26	21.5	11.4	333
7	23.75	33	20.25	11.55	237
8	31.85	31	21.6	11.85	387
9	24.35	32	20.35	12.3	191
10	30.95	21	19.15	10.1	206
SUMA T	275.15	272	200.85	115.7	2457
PROM	27.52	27.20	20.09	11.57	245.70
TRATAMIENTO 4					
1	28.3	26	20.7	13.75	232
2	28.4	25	17.7	9.6	239
3	22.25	25	15.55	8.9	192
4	17	19	12.2	8.9	79
5	26.6	26	18.9	11.9	300
6	23.95	22	20.9	11.95	108
7	21.05	24	16.4	8.95	201
8	21.9	20	15.95	10.2	300
9	24.95	25	18.05	10.5	229
10	30.1	23	18.3	11.6	191
SUMA T	244.5	235	174.65	106.25	2071
PROM	24.45	23.50	17.47	10.63	207.10
TRATAMIENTO 1					
1	29.2	34	16.2	11.95	228
2	24.7	26	19.35	10.4	257
3	23.3	31	18.9	10.5	229
4	30.55	23	22.2	11.9	262
5	25	24	18.45	8.9	192
6	29.55	27	17.45	10.35	304
7	26.7	26	21.35	12.5	272
8	30	32	21.1	11.85	328
9	23.8	28	16.2	11.15	1243
10	25.55	23	19.4	11.2	223
SUMA T	268.35	274	190.6	110.7	3538
PROM	26.84	27.40	19.06	11.07	353.80

Tabla 51

Promedio de datos para peso de hojas de espinaca

Variable	Tratamiento	Bloque	Cosecha		
			Primera	Segunda	Total
Materia fresca	1	I	112	70,2	182,2
Materia fresca	1	II	179	67,2	246,2
Materia fresca	1	III	152,3	80,75	216,9
Materia fresca	1	IV	185	68,8	253,8
Materia fresca	2	I	87,6	80,1	167,7
Materia fresca	2	II	124,6	81	205,6
Materia fresca	2	III	137	78,1	215,1
Materia fresca	2	IV	152,4	93,3	245,7
Materia fresca	3	I	165,8	71,3	237,1
Materia fresca	3	II	134,9	70,2	205,1
Materia fresca	3	III	148,2	97,2	245,4
Materia fresca	3	IV	165,5	69,5	235
Materia fresca	4	I	113,2	84,4	197,6
Materia fresca	4	II	140,7	88	228,7
Materia fresca	4	III	105,3	47,1	152,4
Materia fresca	4	IV	153	54,1	207,1

Tabla 52

Promedio de datos para altura de la planta

Variable	Tratamiento	Bloque	Cosecha		
			Primera	Segunda	Total
Altura de la planta (cm)	1	I	25,05	22,09	23,57
Altura de la planta (cm)	1	II	25,61	22,32	23,96
Altura de la planta (cm)	1	III	26,08	21,16	23,62
Altura de la planta (cm)	1	IV	29,14	24,53	26,84
Altura de la planta (cm)	2	I	23	20,36	21,68
Altura de la planta (cm)	2	II	23,58	19,2	21,39
Altura de la planta (cm)	2	III	27,55	23,85	25,7
Altura de la planta (cm)	2	IV	27,99	27,04	27,52
Altura de la planta (cm)	3	I	22,48	21,65	22,07
Altura de la planta (cm)	3	II	22	21,59	21,8
Altura de la planta (cm)	3	III	25,05	23,68	24,36
Altura de la planta (cm)	3	IV	27,13	22,93	25,03
Altura de la planta (cm)	4	I	22,01	23,61	22,81
Altura de la planta (cm)	4	II	24,96	24,82	24,89
Altura de la planta (cm)	4	III	24,61	20,08	22,34
Altura de la planta (cm)	4	IV	28,19	20,71	24,45

Tabla 53

Promedio de datos para número de hojas por planta

Variable	Tratamiento	Bloque	Cosecha		
			Primera	Segunda	Total
Núm. de hojas por planta	1	I	10,7	11,6	22,3
Núm. de hojas por planta	1	II	12,1	12,9	25
Núm. de hojas por planta	1	III	11,3	10,7	22
Núm. de hojas por planta	1	IV	13	14,4	27,4
Núm. de hojas por planta	2	I	12,4	13,4	25,8
Núm. de hojas por planta	2	II	12,4	14,5	26,9
Núm. de hojas por planta	2	III	12,7	13,5	26,2
Núm. de hojas por planta	2	IV	14,2	13	27,2
Núm. de hojas por planta	3	I	15,4	13,1	28,5
Núm. de hojas por planta	3	II	14,3	13,9	28,2
Núm. de hojas por planta	3	III	12,1	14,7	26,8
Núm. de hojas por planta	3	IV	12,4	12,7	25,1
Núm. de hojas por planta	4	I	14,7	13,3	28
Núm. de hojas por planta	4	II	14	13,5	27,5
Núm. de hojas por planta	4	III	11,2	12,4	23,6
Núm. de hojas por planta	4	IV	12,8	10,7	23,5

Tabla 54

Promedio de datos para longitud del limbo foliar

Variable	Tratamiento	Bloque	Cosecha		
			Primera	Segunda	Total
Longitud del limbo (cm)	1	I	18,47	15,32	16,89
Longitud del limbo (cm)	1	II	19,93	16,26	18,09
Longitud del limbo (cm)	1	III	20,98	15,31	18,14
Longitud del limbo (cm)	1	IV	21,18	16,94	19,06
Longitud del limbo (cm)	2	I	17,45	14,71	16,08
Longitud del limbo (cm)	2	II	18,09	14,37	16,23
Longitud del limbo (cm)	2	III	20,65	16,16	18,41
Longitud del limbo (cm)	2	IV	20,28	19,89	20,09
Longitud del limbo (cm)	3	I	16,89	15,12	16
Longitud del limbo (cm)	3	II	16,67	15,14	15,9
Longitud del limbo (cm)	3	III	17,2	16,12	16,66
Longitud del limbo (cm)	3	IV	19,62	16,43	18,02
Longitud del limbo (cm)	4	I	15,58	16,34	15,96
Longitud del limbo (cm)	4	II	17,87	16,08	16,98
Longitud del limbo (cm)	4	III	18,03	12,79	15,41
Longitud del limbo (cm)	4	IV	21,24	13,69	17,46

Tabla 55

Promedio de datos para ancho del limbo foliar

Variable	Tratamiento	Bloque	Cosecha		
			Primera	Segunda	Total
Ancho del limbo (cm)	1	I	12,8	9,76	11,28
Ancho del limbo (cm)	1	II	13,68	8,9	11,29
Ancho del limbo (cm)	1	III	13,63	10,15	11,89
Ancho del limbo (cm)	1	IV	13,2	8,94	11,07
Ancho del limbo (cm)	2	I	11,96	10,23	11,1
Ancho del limbo (cm)	2	II	12,88	9,25	11,06
Ancho del limbo (cm)	2	III	12,76	8,76	10,76
Ancho del limbo (cm)	2	IV	12,52	10,62	11,57
Ancho del limbo (cm)	3	I	11,71	9,45	10,58
Ancho del limbo (cm)	3	II	11,14	9,02	10,08
Ancho del limbo (cm)	3	III	12,8	9,69	11,24
Ancho del limbo (cm)	3	IV	13,05	8,14	10,6
Ancho del limbo (cm)	4	I	11,22	9,02	10,12
Ancho del limbo (cm)	4	II	13,92	10,27	12,1
Ancho del limbo (cm)	4	III	11,87	6,94	9,4
Ancho del limbo (cm)	4	IV	13,15	8,1	10,63

Anexo E. Análisis de la varianza para severidad de mildiu en los 5 momentos de evaluación

Tabla 56

ANVA para severidad de mildiu a los 25 días

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
25	16	0.20	0.00	29.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11.72	6	1.95	0.37	0.8794
Tratamiento	0.39	3	0.13	0.02	0.9943
Bloque	11.33	3	3.78	0.72	0.5653
Error	47.27	9	5.25		
Total	58.98	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.05873

Error: 5.2517 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	7.50	4	1.15	A
T1	7.50	4	1.15	A
T4	7.81	4	1.15	A
T3	7.81	4	1.15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 57

ANVA para severidad de mildiu a los 40 días

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
40	16	0.80	0.66	23.82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	365.63	6	60.94	5.95	0.0092
Tratamiento	146.09	3	48.70	4.75	0.0298
Bloque	219.53	3	73.18	7.14	0.0094
Error	92.19	9	10.24		
Total	457.81	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.06488

Error: 10.2431 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	9.69	4	1.60	A
T1	11.25	4	1.60	A
T4	16.25	4	1.60	A
T3	16.56	4	1.60	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 58

ANVA para severidad de mildiu a los 58 días

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
58	16	0.88	0.80	15.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1469.53	6	244.92	11.09	0.0010
Tratamiento	1401.95	3	467.32	21.15	0.0002
Bloque	67.58	3	22.53	1.02	0.4285
Error	198.83	9	22.09		
Total	1668.36	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.37546

Error: 22.0920 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2	22.19	4	2.35	A	
T3	26.25	4	2.35	A	
T1	28.13	4	2.35	A	
T4	46.56	4	2.35		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 59

ANVA para severidad de mildiu a los 89 días

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
98	16	0.94	0.90	51.22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4087.30	6	681.22	23.35	0.0001
Tratamiento	3890.92	3	1296.97	44.45	<0.0001
Bloque	196.39	3	65.46	2.24	0.1524
Error	262.60	9	29.18		
Total	4349.90	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=11.92378

Error: 29.1775 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2	0.31	4	2.70	A	
T1	1.25	4	2.70	A	
T3	3.13	4	2.70	A	
T4	37.50	4	2.70		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 60

ANVA para severidad de mildiu a los 108 días

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
108	16	0.92	0.87	9.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1770.90	6	295.15	18.17	0.0001
Tratamiento	1343.26	3	447.75	27.57	0.0001
Bloque	427.64	3	142.55	8.78	0.0049
Error	146.19	9	16.24		
Total	1917.09	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=8.89671

Error: 16.2435 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2	33.13	4	2.02	A	
T1	41.56	4	2.02	A	B
T3	42.19	4	2.02		B
T4	58.44	4	2.02		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo F. Análisis de la varianza para peso de hojas en espinaca

Tabla 61

ANVA para peso de hojas en la primera cosecha

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Materia fresca Primera	16	0.67	0.45	14.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7417.69	6	1236.28	3.01	0.0670
Tratamiento	3312.90	3	1104.30	2.69	0.1091
Bloque	4104.80	3	1368.27	3.33	0.0700
Error	3693.22	9	410.36		
Total	11110.91	15			

Tabla 62

ANVA para peso de hojas en la primera cosecha

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Materia fresca Segunda	16	0.22	0.00	19.97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	570.34	6	95.06	0.42	0.8466
Tratamiento	497.59	3	165.86	0.74	0.5557
Bloque	72.75	3	24.25	0.11	0.9534
Error	2023.86	9	224.87		
Total	2594.19	15			

Anexo G. Análisis de la varianza para altura de la planta en espinaca

Tabla 63

ANVA para altura de la planta en espinaca en la primera cosecha

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Longitud de planta cm Prim..	16	0.16	0.00	10.80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9.74	6	1.62	0.28	0.9348
Tratamiento	0.20	3	0.07	0.01	0.9982
Bloque	9.54	3	3.18	0.54	0.6673
Error	53.08	9	5.90		
Total	62.81	15			

Tabla 64

ANVA para altura de la planta en espinaca en la segunda cosecha

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Longitud de planta cm Segu..	16	0.89	0.81	3.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	69.19	6	11.53	11.69	0.0008
Tratamiento	11.34	3	3.78	3.83	0.0510
Bloque	57.85	3	19.28	19.54	0.0003
Error	8.88	9	0.99		
Total	78.07	15			

Anexo H. Análisis de la varianza para número de hojas en espinaca

Tabla 65

ANVA para número de hojas en espinaca en la primera cosecha

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Núm. de hojas por planta P..	16	0.48	0.13	9.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12.78	6	2.13	1.38	0.3195
Tratamiento	7.03	3	2.34	1.51	0.2763
Bloque	5.75	3	1.92	1.24	0.3514
Error	13.92	9	1.55		
Total	26.70	15			

Tabla 66

ANVA para número de hojas en espinaca en la segunda cosecha

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Núm. de hojas por planta S..	16	0.37	0.00	9.48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.94	6	1.32	0.87	0.5523
Tratamiento	5.42	3	1.81	1.18	0.3692
Bloque	2.53	3	0.84	0.55	0.6592
Error	13.72	9	1.52		
Total	21.66	15			

Anexo I. Análisis de la varianza para longitud del limbo foliar en espinaca

Tabla 67

ANVA pa<< ra longitud del limbo foliar en espinaca en la primera cosecha

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Longitud del limbo (cm) Pr..	16	0.85	0.75	4.81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41.57	6	6.93	8.50	0.0027
Tratamiento	14.90	3	4.97	6.09	0.0150
Bloque	26.67	3	8.89	10.91	0.0024
Error	7.34	9	0.82		
Total	48.91	15			

Tabla 68

ANVA para longitud del limbo en espinaca en la segunda cosecha

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Longitud del limbo (cm)	Se.. 16	0.32	0.00	10.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11.81	6	1.97	0.70	0.6564
Tratamiento	5.41	3	1.80	0.64	0.6068
Bloque	6.41	3	2.14	0.76	0.5437
Error	25.25	9	2.81		
Total	37.07	15			

Anexo J. Análisis de la varianza para en ancho de hoja en espinaca

Tabla 69

ANVA para ancho del limbo foliar en la primera cosecha

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Ancho del limbo (cm)	Prime.. 16	0.53	0.22	5.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.71	6	0.95	1.69	0.2291
Tratamiento	2.84	3	0.95	1.69	0.2386
Bloque	2.86	3	0.95	1.70	0.2361
Error	5.06	9	0.56		
Total	10.77	15			

Tabla 70

ANVA para ancho del limbo foliar en la segunda cosecha

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Ancho del limbo (cm)	Segun.. 16	0.32	0.00	11.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.31	6	0.72	0.70	0.6599
Tratamiento	2.87	3	0.96	0.93	0.4659
Bloque	1.44	3	0.48	0.46	0.7141
Error	9.29	9	1.03		
Total	13.60	15			

Anexo K. Planilla de control de riego

Tabla 71

Planilla de riego con frecuencia de tres días

PLANILLAS DE CALCULO - MANEJO DE AGUA PARA RIEGO POR MICROASPERSION 2023

		Provincia :	Cusco		Ln para llegar a CC (mm):	20.54	Area del terreno (ha)	0.02	CC (%)	27.64						
		Distrito :	Cusco		Ln - mínimo en suelo (mm):	12.32	Cultivo	Espinaca	PMP (%)	14.04						
		Lugar:	C. A. K'ayra		Eficiencia de riego:	0.90	Responsable	Florcita Mejia Qqueccaño	Da	1.51						
		Sector :	Potrero C2		Fecha trasplante:	29/03/2023			Z	10						
									f	0.4						
Fenologia del cultivo para determinacion del KC	Días despues del trasplante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		fecha	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm	Reposición de agua de riego			Consumo de agua		Tiempo de riego h	Tiempo en min
										Pp	Nec. Neta	Nec. Totales	C.C.	Descenso		
Fase inicial	1	29/03/2023	2.0	79.3	0.80	3	2.40	0.7	1.68	2.4	0.00	0.00	20.54	18.86	0.0	0
	2	30/03/2023	0.7	71	0.85	2.7	2.30	0.7	1.61	0			18.86	17.25		
	3	31/03/2023	1.3	73.7	0.85	4.4	3.74	0.7	2.62	0			17.25	14.63		
	4	1/04/2023	0.0	75.2	0.85	1.0	0.85	0.7	0.60	2.0	5.90	6.54	20.54	21.94	0.4	23.1
	5	2/04/2023	2.0	76	0.80	4.7	3.76	0.7	2.63	10.5			21.94	29.81		
	6	3/04/2023	1.5	76.1	0.85	2.4	0.60	0.7	0.42	2.9			29.81	32.29		
	7	4/04/2023	2.5	77.2	0.80	2.2	1.76	0.7	1.23	.1	-11.76	0.00	20.54	41.16	0.0	0.0
	8	5/04/2023	2.7	71.5	0.80	5.5	4.40	0.7	3.08	0.0			41.16	38.08		
	9	6/04/2023	3.2	73	0.80	2.4	1.92	0.7	1.34	0.0			38.08	36.74		
	10	7/04/2023	2.6	76.2	0.80	3.8	3.04	0.7	2.13	0.0	-4.44	0	20.54	34.61	0.0	0
Desarrollo del cultivo	11	8/04/2023	3.4	75.8	0.80	2.2	1.76	0.7	1.23	0.0			34.61	33.38		
	12	9/04/2023	2.9	69.2	0.75	2.0	1.50	0.71	1.07	0.0			33.38	32.31		
	13	10/04/2023	0.7	72.9	0.85	1.0	0.85	0.72	0.61	0.0	4.43	0	20.54	31.70	0.0	0
	14	11/04/2023	1.3	68.9	0.80	2.8	2.24	0.72	1.61	0.8			31.70	30.89		
	15	12/04/2023	0.7	78.1	0.85	2.2	1.87	0.73	1.37	0.0			30.89	29.52		
	16	13/04/2023	1.3	75.7	0.85	3.0	2.55	0.74	1.89	0.0	2.79	0	20.54	27.63	0.0	0.0
	17	14/04/2023	1.3	70.4	0.85	1.4	1.19	0.74	0.88	1.2			27.63	27.95		
	18	15/04/2023	1.5	77.6	0.85	3.2	2.72	0.75	2.04	1.9			27.95	27.76		
	19	16/04/2023	1.2	86.6	0.85	3.1	2.64	0.76	2.00	0.0	1.76	0	20.54	25.76	0.0	0.0
	20	17/04/2023	1	80.3	0.85	2.2	1.87	0.76	1.42	0.0			25.76	24.34		
	21	18/04/2023	1.3	78.2	0.85	1.8	1.53	0.77	1.18	0.0			24.34	23.16		
	22	19/04/2023	1.3	72.4	0.85	4.0	3.40	0.78	2.65	0.0	4.60	0	20.54	20.51	0.0	0.0
	23	20/04/2023	2.0	81.9	0.80	1.1	0.88	0.78	0.69	0.0			20.51	19.82		
	24	21/04/2023	2.0	77	0.80	4.2	3.36	0.79	2.65	0.0			19.82	17.17		
	25	**22/04/2023**	**2.1**	**79.8**	**0.80**	**2.1**	**1.68**	**0.8**	**1.34**	**0.0**	**5.99**	**6.64**	20.54	19.19	0.4	23.5
	26	**23/04/2023**	**1.3**	**75.7**	**0.85**	**3.1**	**2.64**	**0.8**	**2.11**	**0.0**			19.19	17.08		
	27	**24/04/2023**	**2.7**	**76.4**	**0.80**	**1.1**	**1.50**	**0.81**	**1.22**	**0.0**			17.08	15.87		
	28	**25/04/2023**	**0.7**	**68.8**	**0.80**	**4.1**	**1.40**	**0.82**	**1.15**	**0.0**	**4.67**	**5.17**	20.54	19.39	**0.3**	**18.3**
	29	26/04/2023	0.0	64.1	0.80	3.1	1.20	0.82	0.98	0.0			19.39	18.40		
	30	27/04/2023	2.0	72	0.80	3.0	2.40	0.83	1.99	0.0			18.40	16.41		
	31	28/04/2023	0.7	68.4	0.80	2.1	1.68	0.84	1.41	0.0	4.12	4.57	20.54	19.12	0.3	16.2
	32	29/04/2023	0.5	74.3	0.85	5.3	4.51	0.84	3.78	0.0			19.12	15.34		
	33	30/04/2023	0.6	74.9	0.85	5.8	4.93	0.85	4.19	0.0			15.34	11.15		
	34	1/05/2023	1.4	72.5	0.85	3.2	2.72	0.86	2.34	0	9.39	10.40	20.54	18.20	0.6	36.8
	35	2/05/2023	2.2	77	0.8	2.6	2.08	0.86	1.79	0			18.20	16.41		
	36	3/05/2023	2	80.25	0.8	2.6	2.08	0.87	1.81	0			16.41	14.60		
	37	4/05/2023	0.3	83.5	0.85	2.7	2.30	0.88	2.02	6.3	5.94	6.58	20.54	24.82	0.4	23.3

Fenologia del cultivo	Días despues del	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		fecha	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm	Reposición de agua de riego			Consumo de agua		Tiempo de riego h	Tiempo en min
										Pp	Nec. Neta	Nec. Totales	C.C.	Descenso		
Desarrollo del cultivo	38	5/05/2023	0.2	83.3	0.85	0.3	0.255	0.88	0.22	1.2			24.82	25.79		
	39	6/05/2023	0.3	71.2	0.85	2.4	2.04	0.89	1.82	2.5			25.79	26.48		
	40	7/05/2023	0	85.8	0.85	0.1	0.09	0.9	0.08	3.4	-5.94	0.00	20.54	29.80	0.0	0.0
	41	8/05/2023	1.3	91.2	0.85	1.8	1.53	0.9	1.38	3.4			29.80	31.82		
	42	9/05/2023	1.1	84.7	0.85	0.9	0.765	0.91	0.70	0			31.82	31.13		
	43	10/05/2023	1.4	75.7	0.85	1.3	1.11	0.92	1.02	0	-4.65	0.00	20.54	30.11	0.0	0.0
	44	11/05/2023	1.4	70.9	0.85	2.1	1.785	0.92	1.64	0			30.11	28.47		
	45	12/05/2023	0.3	74.5	0.85	1.7	1.445	0.93	1.34	0			28.47	27.12		0.0
	46	13/05/2023	0.4	75.3	0.85	3.3	2.81	0.94	2.64	0	4.00	4.44	20.54	24.49	0.3	
	47	14/05/2023	0.7	71.8	0.85	2.4	2.04	0.94	1.92	0			24.49	22.57		
	48	15/05/2023	0.6	68.2	0.8	2.3	1.84	0.95	1.75	0			22.57	20.82		
	49	16/05/2023	1.4	70.8	0.85	3.8	3.23	0.96	3.10	0	6.30	6.98	20.54	17.72	0.4	24.7
	50	17/05/2023	1.3	71.9	0.85	3.9	3.315	0.96	3.18	0			17.72	14.54		
	51	18/05/2023	1	75.1	0.85	3.7	3.145	0.7	2.20	0			14.54	12.34		
	52	19/05/2023	2.1	67.1	0.8	3.3	2.64	0.98	2.59	0	8.48	9.40	20.54	17.95	0.6	33.2
	53	20/05/2023	1.9	73.2	0.85	3.8	3.23	0.98	3.17	0			17.95	14.78		
	54	21/05/2023	2.1	67.4	0.8	2.1	1.68	0.99	1.66	0			14.78	13.12		
	55	22/05/2023	1.1	66.4	0.8	2.6	2.08	1	2.08	0	7.42	8.22	20.54	18.46	0.5	29.0
Fase medio	56	23/05/2023	0.6	69.9	0.8	3.6	2.88	1	2.88	0			18.46	15.58		
	57	24/05/2023	1.4	70.65	0.85	2.4	2.04	1	2.04	0			15.58	13.54		
	58	25/05/2023	0.6	71.4	0.85	1.2	1.02	1	1.02	0	7.00	7.76	20.54	19.52	0.5	27.4
	59	26/05/2023	0.0	72.15	0.85	2.7	2.295	1	2.30	0			19.52	17.22		
	60	27/05/2023	0.1	72.9	0.85	1.2	1.02	1	1.02	0			17.22	16.20		
	61	28/05/2023	0.0	81.4	0.85	1.6	1.36	1	1.36	0	4.34	4.80	20.54	19.18	0.3	17.0
	62	29/05/2023	1.3	76.5	0.85	2.8	2.38	1	2.38	0			19.18	16.80		
	63	30/05/2023	0.0	68.1	0.8	3.5	2.8	1	2.80	0			16.80	14.00		
	64	31/05/2023	0.7	68.5	0.8	3.2	2.56	1	2.56	0	6.54	7.25	20.54	17.98	0.4	25.6
	65	1/06/2023	0.6	73.8	0.85	3.6	3.06	1	3.06	0			17.98	14.92		
	66	2/06/2023	0.9	69.2	0.8	3.2	2.56	1	2.56	0			14.92	12.36		
de desarrollo	67	3/06/2023	1.2	73.7	0.85	2.7	2.295	1	2.30	0	8.18	9.06	20.54	18.24	0.5	32.0
	68	4/06/2023	1.5	72.4	0.85	1.9	1.615	1	1.62	0			18.24	16.63		
	69	5/06/2023	0.0	64.4	0.8	4.1	3.28	1	3.28	0			16.63	13.35		
	70	6/06/2023	0.6	78.5	0.85	2.2	1.87	1	1.87	0	7.19	7.97	20.54	18.67	0.5	28.2
	71	7/06/2023	0.8	75.4	0.85	3.3	2.805	1	2.81	0			18.67	15.86		
	72	8/06/2023	0.1	76.45	0.85	2.4	2.04	1	2.04	0			15.86	13.82		
	73	9/06/2023	0.0	77.5	0.85	3.0	2.55	1	2.55	0	6.72	7.44	20.54	17.99	0.4	26.3
	74	10/06/2023	1.3	77	0.85	4.5	3.825	1	3.83	0			17.99	14.16		
	75	11/06/2023	0.0	76.5	0.85	1.6	1.36	1	1.36	0			14.16	12.80		
	76	12/06/2023	2.0	76	0.8	2.4	1.92	1	1.92	0	7.74	8.57	20.54	18.62	0.5	30.3
	77	13/06/2023	2.0	75.5	0.8	3.1	2.48	1	2.48	0			18.62	16.14		
	78	14/06/2023	2.0	74.5	0.8	3.0	2.4	1	2.40	0			16.14	13.74		
	79	15/06/2023	1.5	73.8	0.85	2.8	2.38	1	2.38	0	6.80	7.54	20.54	18.16	0.4	26.6
	80	16/06/2023	1.6	77.4	0.85	3.3	2.805	1	2.81	0			18.16	15.35		
	81	17/06/2023	0.4	72.3	0.85	3.0	2.55	1	2.55	0			15.35	12.80		
	82	18/06/2023	0.0	67.4	0.8	3.0	2.4	1	2.40	0	7.74	8.57	20.54	18.14	0.5	30.3
	83	19/06/2023	1.3	67.3	0.8	2.9	2.32	1	2.32	0			18.14	15.82		
	84	20/06/2023	0.2	75.1	0.85	4.8	4.08	1	4.08	0			15.82	11.74		
	85	21/06/2023	0.0	68.3	0.8	1.7	1.36	1	1.36	0	8.80	9.75	20.54	19.18	0.6	34.5

Fenología del cultivo para	Días despues del trasplante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		fecha	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	Reposición de agua de riego			Consumo de agua		Tiempo de riego h	Tiempo en min
										Pp	Nec. Netas	Nec. Totales	C.C.	Descenso tolerable		
Fase de desarrollo	86	22/06/2023	1.3	78.4	0.85	5.0	4.25	1	4.25	0			19.18	14.93		
	87	23/06/2023	0.3	73.7	0.85	3.5	2.975	1	2.98	0			14.93	11.95		
	88	24/06/2023	0.5	69.9	0.8	1.3	1.04	1	1.04	0	8.59	9.51	20.54	19.50	0.6	33.6
	89	25/06/2023	0.0	67.8	0.8	2.8	2.24	1	2.24	0			19.50	17.26		
	90	26/06/2023	1.3	71.9	0.85	2.3	1.955	1	1.96	0			17.26	15.30		
	91	27/06/2023	0.0	74.6	0.85	5.6	4.76	1	4.76	0	5.24	5.80	20.54	15.78	0.3	20.5
	92	28/06/2023	1.3	70.7	0.85	3.6	3.06	1	3.06	0			15.78	12.72		
	93	29/06/2023	0.7	75.7	0.85	2.1	1.785	1	1.79	0			12.72	10.93		
	94	30/06/2023	1.3	71.5	0.85	2.8	2.38	1	2.38	0	9.61	10.64	20.54	18.16	0.6	37.6
	95	1/07/2023	0.0	62.3	0.8	3.6	2.88	1	2.88	0.0			18.16	15.28		
	96	2/07/2023	3.3	71.2	0.8	3.0	2.4	1	2.40	0.0			15.28	12.88		
	97	3/07/2023	0.0	69.2	0.8	2.3	1.84	1	1.84	0.0	7.66	8.49	20.54	18.70	0.5	30.0
	98	4/07/2023	2.0	73.6	0.8	3.4	2.72	1	2.72	0.0			18.70	15.98		
	99	5/07/2023	1.3	66.0	0.8	4.0	3.2	1	3.20	0.0			15.98	12.78		
	100	6/07/2023	1.3	68.7	0.8	4.3	3.44	1	3.44	0.0	7.76	8.60	20.54	17.10	0.5	30.4
	101	7/07/2023	0.0	69.5	0.8	3.4	2.72	1	2.72	0.0			17.10	14.38		
	102	8/07/2023	2.0	64.9	0.75	2.6	1.95	1	1.95	0.0			14.38	12.43		
	103	9/07/2023	0.0	64.3	0.8	2.0	1.6	1	1.60	0.0	8.11	8.99	20.54	18.94	0.5	31.8
Fase medio	104	10/07/2023	0.7	72.7	0.85	4.1	3.485	1	3.49	0.0			18.94	15.45		
	105	11/07/2023	0.7	71.6	0.85	3.3	2.805	1	2.81	0.0			15.45	12.65		
	106	12/07/2023	0.7	69.4	0.8	4.6	3.68	1	3.68	0.0	7.89	8.74	20.54	16.86	0.5	30.9
	107	13/07/2023	2.0	68.4	0.75	2.7	2.025	1	2.03	0.0			16.86	14.83		
	108	14/07/2023	1.3	67.4	0.8	2.7	2.16	1	2.16	0.0			14.83	12.67		
	109	15/07/2023	0.7	65.7	0.8	3.6	2.88	1	2.88	0.0	7.87	8.72	20.54	17.66	0.5	30.8
	110	16/07/2023	0.7	65.4	0.8	4.0	3.2	1	3.20	0.0			17.66	14.46		
	111	17/07/2023	2.7	70.0	0.8	2.9	2.32	1	2.32	0.0			14.46	12.14		
	112	18/07/2023	2.7	70.0	0.8	4.7	3.76	1	3.76	0.0	8.40	9.31	20.54	16.78	0.5	32.9
	113	19/07/2023	0.0	71.3	0.85	4.0	3.4	1	3.40	0.0			16.78	13.38		
	114	20/07/2023	1.3	73.6	0.85	1.5	1.275	1	1.28	0.0			13.38	12.10		
	115	21/07/2023	2.7	70.0	0.8	4.6	3.68	1	3.68	0.0	8.44	9.35	20.54	16.86	0.6	33.0
	116	22/07/2023	0.0	66.7	0.8	3.6	2.88	1	2.88	0.0			16.86	13.98		

Tabla 72

Cálculo de coeficiente de uniformidad de caudales (%)

19.75	21.83	21.00	20.58
21.92	20.17	23.17	21.58
25.75	19.75	24.00	26.75
22.75	22.17	26.58	23.50
Qmin	20.38	ml/min	
Qmedio	22.58	ml/min	
CUC	90.2	%	

Anexo L. Análisis de suelo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAN DEL CUSCO

- APARTADO POSTAL N°921-Cusco-Perú
- FAX:238156-238173-222512
- RECTORADO Calle Tigre N°127 Teléfonos:222271-224891-224181-
- CIUDAD UNIVERSITARIA Av. La Cultura N°733- Teléfonos: 228661-222512-232370-232375-232226
- CENTRAL TELEFONICA: 232398-252210-243835-243836-243837-243838
- LOCAL CENTRAL Plaza de Armas s/n Telefonos:227571-227521-224015
- MUSEO INKA Cuesta del Almirante N°103-Teléfono:237380
- CENTRO AGRONOMICO K'AYRA San Jerónimo s/n Cusco-Teléfonos: 277145-277246
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA" Av. De la Cultura N°721 "Estadio Universitario" – Teléfono: 227192

SOLICITANTE: FLORCITA MEJIA QQUECCAÑO
PREDIO: PARCELA EN AREA DE INGENIERIA DE RIEGO
MATRIZ: SUELO AGRICOLA
LUGAR: San Jerónimo
FECHA: 27/03/2023

HE (%)	C.C. (%)	Da.	Dr.	PMP(%)	POROSIDAD
28.93	27.64	1.51	2.5	14.04	39.6



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
PREDIO : MEJIA QQECCAÑO FLORCITA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS Nº : 318-03S -2023
LUGAR : Cusco
FECHA DE RECEP. : 18/03/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACION CON MICRONUTRIENTES DISPONIBLES
MUESTRA : PARCELA 03 - GEIR - 06-03-23

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	30.00	%		
Limo	37.65	%		
Arcilla	32.35	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARCILLOSO			
Carbonato de Calcio Total	1.72	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	2.05	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 27.4 °C	7.62		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	21.60	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	2.72	%	MES - 007	Walkley y Black
Densidad Aparente	1.18	g/cm^3	MES - 038	Gravimétrico
Potasio Disponible	129.00	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				**Extractante:Ac. Amonio**
Calcio	20.87	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.13	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.66	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.33	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	2.85	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	22.99	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Micronutrientes Disponibles				**Extractante: DTPA**
Cobre	2.51	ppm.	MES - 018	FAAS
Zinc	0.71	ppm.	MES - 019	FAAS
Manganeso	23.45	ppm.	MES - 020	FAAS
Hierro	13.54	ppm.	MES - 021	FAAS
				Extractante: $CaCl_2.2H_2O$
Boro	0.32	ppm.	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:
E.S : Extracto de Saturación.
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.

% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
MES : Método Propio del Laboratorio.
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:
1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo M. Análisis de agua

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0017-23-LAQ

SOLICITANTE : FLORCITA MEJIA QQUECCAÑO
INSTITUCION : Fc. AGRONOMIA UNSAAC
MUESTRA : AGUA
FUENTE : MANANTE INTIPATA
UBICACIÓN : GRANJA KAYRA
DISTRITO : SAN JERONIMO
PROVINCIA : CUSCO CUSCO
REGION :

FECHA : C/18/01/2023

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

pH	7,70
C.E. uS/cm.	628,00
Dureza ppm CaCO3	312,00
Calcio ppm	106,40
Magnesio ppm	9,20
Sodio ppm	5,00
Potasio ppm	1,80
Cloruros ppm	8,75
Sulfatos ppm	186,20
Bicarbonatos ppm	136,00
Carbonatos ppm	0
Hierro ppm	0,14
Boro ppm	0,04
Sales solubles total ppm	592,70

ANALISIS DEL AGUA, JEAN RODIER,9ºEDICION

NOTA: Agua apto para riego.

Cusco, 23 de Enero 2023

Escaneado con CamScanner

Anexo N. Datos de meteorológicas SENAMHI 2023

Tabla 73

Velocidad media del viento diaria

	Estación:	**Granja K'ayra**			
Departamento :	Cusco	Provincia:	Cusco	Distrito :	San Jerónimo
Latitud:	13°33'24.29"	Longitud:	71°52'30.61"	Altitud:	3219 msnm
Tipo:	MAP-Meteorológica	Código:	100044		

Velocidad media del viento diaria en (m/s)

DÍA	ENERO 2023	FEBRERO 2023	MARZO 2023	ABRIL 2023	MAYO 2023	JUNIO 2023	JULIO 2023
1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.7	1.3	2.0	2.0	0.0	3.3
3	0.0	0.0	1.3	0.7	0.0	0.0	0.0
4	0.0	1.3	0.0	0.0	2.0	0.0	2.0
5	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
6	1.3	0.7	2.0	0.0	0.0	0.0	1.3
7	2.7	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0
8	1.3	2.7	1.3	1.3	0.0	0.0	2.0
9	2.0	0.0	4.7	0.0	2.7	0.0	0.0
10	2.7	1.3	2.0	0.7	0.0	1.3	0.7
11	0.7	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.7
12	1.3	0.7	0.0	0.7	1.3	2.0	0.7
13	0.7	1.3	2.7	1.3	0.7	2.0	2.0
14	1.3	0.0	2.0	1.3	0.0	2.0	1.3
15	4.0	1.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.7
16	0.7	2.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.7
17	0.0	3.3	1.3	0.0	1.3	0.0	2.7
18	0.0	0.0	0.0	1.3	0.7	0.0	2.7
19	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	1.3	0.0
20	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.3
21	1.3	1.3	0.0	2.0	0.0	0.0	2.7
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.3	0.0
23	1.3	0.0	2.0	1.3	0.7	0.0	1.3
24	0.0	1.3	0.0	2.7	3.3	0.0	2.7
25	0.0	4.0	0.0	0.7	0.7	0.0	2.7
26	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.3	3.3
27	3.3	2.0	1.3	2.0	0.0	0.0	2.0
28	1.3	1.3	1.3	0.7	0.0	1.3	1.3
29	0.0		2.0	0.0	1.3	0.7	0.0
30	0.0		0.7	0.0	0.0	1.3	1.3
31	2.7		1.3		0.7		3.3
Promedio	**0.9**	**0.9**	**1.2**	**0.8**	**0.6**	**0.5**	**1.4**

Tabla 74

Humedad relativa total diaria

	Estación:	**Granja K'ayra**			
Departamento:	Cusco	Provincia:	Cusco	Distrito:	San Jerónimo
Latitud:	13°33'24.29"	Longitud:	71°52'30.61"	Altitud:	3219 msnm
Tipo:	MAP-Meteorológica	Código:	100044		

Humedad relativa total diaria en (%)

DÍA	ENERO 2023	FEBRERO 2023	MARZO 2023	ABRIL 2023	MAYO 2023	JUNIO 2023	JULIO 2023
1	70.4	78.4	69.3	75.2	72.5	73.8	62.3
2	76.1	73.6	77.5		77.0	69.2	71.2
3	81.1	74.8	77.7	76.1	80.1	73.7	69.2
4	77.6	83.0	76.0	77.2	83.5	72.4	73.6
5	82.8			71.5	83.3	64.4	66.0
6	80.5	74.3	70.5		71.2	78.5	68.7
7	73.5	83.1	73.8	76.2	85.8	75.4	69.5
8	69.4		74.7	75.8	91.2		64.9
9	73.8	79.1	84.1	69.2	84.7	77.5	64.3
10		71.2		72.9	75.7		72.7
11	66.5	80.1		68.3	70.9		71.6
12	71.3			79.1	74.5		69.4
13			72.7	75.7	75.3	75.5	68.4
14	72.0		79.8		71.8	74.5	67.4
15	68.4		74.9	77.6	68.2	73.8	65.7
16	60.5	83.1		86.6	70.8	77.4	65.4
17		74.2	75.8	80.3	71.9	72.3	70.0
18		78.4	78.8	78.2	75.1	67.4	70.0
19		67.1	88.1	74.3	67.1	67.3	71.3
20	67.1	70.1	77.1	81.9	73.2	75.1	73.6
21	74.4	70.5	81.0	77.0	67.4	68.3	70.0
22	69.9	67.2	90.6	79.8	66.4	78.4	66.7
23		72.8	73.1	76.1	69.9	73.7	
24	70.3	79.7	80.8			69.9	
25	78.9	82.1	86.9	68.8		67.8	
26		74.1	80.7	64.1		71.9	67.2
27	78.9	77.3		72.0	72.9	74.6	68.2
28	76.1	68.2	72.3	68.4	81.4	70.7	
29			79.3	74.3	76.5	75.7	
30	77.0		71.0	74.9	68.1	71.5	
31	79.7		73.7		68.5		72.9
Promedio	**73.7**	**75.6**	**77.6**	**75.1**	**74.8**	**72.7**	**68.8**

Tabla 75

Evapotranspiración total diaria

	Estación:	**Granja K'ayra**			
Departamento:	Cusco	Provincia:	Cusco	Distrito:	San Jerónimo
Latitud:	13°33'24.29"	Longitud:	71°52'30.61"	Altitud:	3219 msnm
Tipo:	MAP-Meteorológica	Código:	100044		

Evaporación total diaria en (mm)

DÍA	ENERO 2023	FEBRERO 2023	MARZO 2023	ABRIL 2023	MAYO 2023	JUNIO 2023	JULIO 2023
1	1.7	1.0	2.5	1.0	3.2	3.6	3.6
2	0.3	6.0	6.7	4.7	2.6	3.2	3.0
3	6.8	0.5	2.0	2.4	2.6	2.7	2.3
4	2.3	3.3	3.5	2.2	2.7	1.9	3.4
5	1.3	1.0	2.0	5.5	0.3	4.1	4.0
6	3.1	4.0	2.4	2.4	2.4	2.2	4.3
7	5.3	2.4	6.0	3.8	0.1	3.3	3.4
8	3.4	2.2	3.9	2.2	1.8	2.4	2.6
9	3.8	1.4	3.4	2.0	0.9	3.0	2.0
10	9.1	3.6	2.0	1.0	1.3	4.5	4.1
11	3.0	3.0	2.5	2.8	2.1	1.6	3.3
12	3.4	2.5	3.4	2.2	1.7	2.4	4.6
13	4.8	3.3	4.8	3.0	3.3	3.1	2.7
14	4.0	2.3	3.5	1.4	2.4	3.0	2.7
15	5.0	2.8	2.1	3.2	2.3	2.8	3.6
16	4.5	3.7	1.2	3.1	3.8	3.3	4.0
17	2.3	2.7	3.2	2.2	3.9	3.0	2.9
18	4.6	1.8	3.5	1.8	3.7	3.0	4.7
19	4.8	3.7	1.0	4.0	3.3	2.9	4.0
20	2.1	3.8	2.2	1.1	3.8	4.8	1.5
21	4.3	2.9	0.7	4.2	2.1	1.7	4.6
22	3.3	4.4	0.4	2.1	2.6	5.0	3.6
23	3.1	7.7	2.5	3.1	3.6	3.5	4.0
24	2.5	2.5	0.3	1.1	2.4	1.3	5.2
25	4.1	4.0	1.0	4.1	1.2	2.8	4.2
26	3.0	4.0	0.9	3.1	2.7	2.3	3.7
27	2.6	2.9	2.5	3.0	1.2	5.6	3.9
28	3.0	2.9	3.9	2.1	1.6	3.6	4.4
29	1.2		3.0	5.3	2.8	2.1	4.0
30	2.2		2.7		3.5	2.8	2.1
31	3.2		4.4		3.2		1.1
Promedio	**3.5**	**3.1**	**2.7**	**2.8**	**2.4**	**3.1**	**3.5**

Tabla 76

Precipitación total diaria mm

	Estación:	**Granja K'ayra**			
Departamento:	Cusco	Provincia:	Cusco	Distrito:	San Jerónimo
Latitud:	13°33'24.29"	Longitud:	71°52'30.61"	Altitud:	3219 msnm
Tipo:	MAP-Meteorológica	Código:	100044		

Precipitación total diaria en (mm)

DÍA	Enero 2023	Febrero 2023	Marzo 2023	Abril 2023	Mayo 2023	Junio 2023	Julio 2023
1	1.3	3.2	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0
2	13.1	1.0	0.0	10.5	0.0	0.0	0.0
3	0.0	3.3	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0
4	0.9	1.5	4.7	10.1	6.3	0.0	0.0
5	4.6	2.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
6	0.0	4.5	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0
7	0.0	18.5	0.0	0.0	32.4	0.0	0.0
8	0.4	16.1	5.4	0.0	3.4	0.0	0.0
9	11.8	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
10	27.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
12	0.0	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	7.5	21.3	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0
15	0.0	14.9	1.4	13.6	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	4.6	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.6	0.0	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0
21	2.3	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	1.8	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
24	4.2	14.4	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
25	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	1.4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	5.6		2.4	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	7.1		0.0		0.0		0.0
Promedio	**96.2**	**106.2**	**66.1**	**42.5**	**45.8**	**0.0**	**0.0**

Anexo Ñ. Nivel de fertilización

La fertilización con dosis (160N-120P2O5-80K2O), el cálculo de fertilizacion se realizó de acuerdo al análisis de suelo.

Materia orgánica	:	2.72%
Fosforo (P2O5)	:	21.6 ppm
Potasio (K2O)	:	129 ppm
Densidad aparente	:	1.51 g/cm3

- **Se determina el Nitrógeno total a partir de la Materia Orgánica al 5%**

  Nt =M.O. * 0.05

  Nt = 2.72 *0.05

  Nt = 0.136 %

Volumen del suelo:

VS = 100 m * 100m * 0.10 m

VS = 1000 m3

Masa del suelo:

MS = Vs * Da

MS = 1000 m3/ha * 1. 51 t/m3

MS = 1510 t/ha

- **Se determina el nitrógeno disponible que existe en el suelo:**

100 kg de suelo ---------- 0.136 kg de Nitrógeno

1510000 kg de suelo ---------- X

X = (1510000 kg de suelo * 0.136 kg de Nitrógeno)/ 100 kg de suelo = 2053.6 kg de N.

- **Porcentaje de mineralización de nitrógeno (2%)**

2053.6 kg de N.----------100%

X----------2%

X = (2% * 2053.6 kg de N)/ 100 % = 41.07 kg de Nitrógeno

- **Nitrógeno asimilable (80%)**

41.07 kg de Nitrógeno----------100%

X ----------80%

X = (41.07 kg de Nitrógeno * 80%)/100% = 32.858 kg de Nitrógeno disponible

- **Hallaremos el Fósforo disponible en el suelo:**

1000000 kg del suelo ----------21.6 kg de Fósforo

1510000 kg de suelo ----------X

X = (1510000 kg de suelo * 21.6 kg de Fósforo)/ 1000000 kg del suelo = 32.62 kg de Fósforo

- **Porcentaje de mineralización de Fósforo CRU (15%)**

32.62 kg de Fósforo----------100%

X---------- 15%

X = 15% × 32.62 kg de Fósforo 100 % X = 4.89 kg de Fósforo disponible

Se determinó el Potasio disponible en el suelo:

1000000 kg de suelo ----------129 kg de Potasio

1510000 kg de suelo ----------X

X = (1510000 kg de suelo * 129 kg de Potasio)/ 1000000 kg del suelo = 194.79 kg de Potasio

- **Porcentaje de mineralización de Potasio CRU (50%)**

194.79 kg de Potasio ----------100%

X---------- 50%

X =(50% × 194.79 kg de Potasio)/ 100 % = 97.40 kg de Potasio disponible

Tabla 77

Tabla de los nuevos niveles de nutrientes:

	Nivel	Contenido del suelo	Diferencia
Nitrógeno kg/ha	160	32.85	127.15
Fósforo kg/ha	120	4.89	115.11
Potasio kg/ha	80	97.4	0

Nuevo nivel de fertilización es 127.15 - 115.11 - 0 de NPK

Cálculo del fertilizante

• Fertilizante foliar NIT FOSKA 20-20-20 con 0.2 kg de Nitrógeno para el nivel 127.15 a requerir:

1 L de NIT FOSKA---------- 0.2 kg de Nitrógeno

X ----------127.15 kg de Nitrógeno

X = (1 L de NIT FOSKA *127.15 kg de Nitrógeno)/ 0.2 kg de Nitrógeno = 635.75 l/ha NIT FOSKA

. Para 194.4 m2.

635.75 l de NIT FOSKA ----------10000 m2

X ---------- 194.4 m2

X = 635.75 l de NIT FOSKA *194.4 m2)/ 10000 m2 = 12.36 l de NIT FOSKA

• Fertilizante NIT FOSKA 20-20-20 con 0.2 kg de Fosforo para el nivel 115.11 a requerir:

1 L de NIT FOSKA---------- 0.2 kg de Fósforo

X ----------115.11 kg de Fósforo

X = (1 L de NIT FOSKA *115.11 kg de Fósforo)/ 0.2 kg de Fósforo = 575.55 l/ha

. Para 194.4 m2.

575.55 l de NIT FOSKA ----------10000 m2

X ---------- 194.4 m2

X = 594.65 l de NIT FOSKA *194.4 m2)/ 10000 m2 = 11.19 l de NIT FOSKA

En caso de Potasio no es necesario incorporar ya que el suelo ya posee esa cantidad.

Tabla 78

Tabla de los nuevos niveles de nutrientes:

Macronutrientes	**Nivel**	**Contenido del suelo**	**Valor a aplicar en kg/ha**	**Valor a aplicar en 194.4 m2**	**Fertilizante**
Nitrógeno kg/ha	160	32.85	127.15	12.36 l	NIT FOSKA 20% de Nitrógeno
Fósforo kg/ha	120	4.89	115.11	11.19 l	NIT FOSKA de Fósforo
Potasio kg/ha	80	97.4	0	0	NIT FOSKA 20 % DE Potasio

Anexo O. Fichas técnicas de microaspersores, fungicidas y fertilizante

MICROASPERSORES

Especialmente indicados para el riego de cultivos agrícolas (frutales, hortalizas), invernaderos, jardinería, etc.

Descripción

- Componentes desmontables e intercambiables.
- Aptos para trabajar con agroquímicos en las proporciones habituales en los cultivos.
- Uniformidad de riego y gran cobertura.
- Base con toma para estaca de 4 '5 mm. Conexión dentada para tubería de PE ó roscada para PVC.
- Boquillas con amplia gama de caudales codificados por colores.







1. Puente
2. Difusor
3. Base
4. Boquilla
5. Bailarina

Rango de caudales (l/h)

Presión (Atm)	1´0	1´5	2´0	2´5	3´0
MARRÓN	24	31	34	37	40
VIOLETA	36	45	52	56	64
GRIS	48	60	70	79	86
VERDE	71	88	104	117	129
NEGRA	90	110	130	146	160
AZUL	120	150	175	200	220
ROJA	137	174	203	226	250
MARFIL	170	213	250	280	300

Tabla de diámetro efectivo de riego (m)											
			Bailarinas			Difusores					
Boquilla	Presión Atm.	Caudal L/h	Negra	Gris	Anti-insectos	Azul	Rojo	Amarillo	Marrón	Naranja	Violeta
Marrón	1'00	24	5'00	-	3'50	3'00	2'00	3'00	1'50	2'00	1'50
0'80 mm.	1'50	31	5'00	-	4'00	3'00	2'50	2'00	2'00	2'00	2'00
	2'00	34	5'00	-	4'50	3'50	3'00	2'00	2'00	2'00	1'50
	2'50	37	-	-	-	4'00	3'00	2'00	2'00	1'50	1'50
Violeta	1'00	36	5'50	-	4'50	3'50	3'50	2'00	1'50	1'50	3'00
1'00 mm.	1'50	45	5'50	-	5'00	4'00	3'50	2'50	1'00	1'50	3'00
	2'00	52	6'00	-	5'00	4'50	3'50	2'50	1'00	1'50	2'50
	2'50	56	-	-	-	4'50	4'00	2'50	1'00	1'50	2'50
Gris	1'00	48	6'00	-	4'50	3'00	4'50	2'50	1'00	1'50	2'50
1'15 mm.	1'50	60	6'00	8'50	5'00	4'00	5'00	2'50	1'00	1'50	2'50
	2'00	70	6'50	9'00	5'50	4'50	4'50	3'00	1'00	1'50	2'50
	2'50	79	-	9'00	-	4'50	5'00	3'50	1'00	1'50	2'50
Verde	1'00	71	6'50	-	5'00	4'50	5'00	3'00	0'50	1'50	2'00
1'40 mm.	1'50	88	7'00	8'50	6'00	5'50	5'00	3'00	0'50	1'50	2'50
	2'00	104	7'00	9'00	6'50	6'00	5'00	3'00	0'50	1'50	2'50
	2'50	117	-	9'00	-	6'00	5'50	3'50	0'50	1'50	3'00
Negro	1'00	90	6'50	-	5'50	4'50	4'50	3'50	1'00	1'00	2'50
1'60 mm.	1'50	110	7'00	9'00	6'50	5'00	4'50	4'00	0'50	1'00	3'00
	2'00	130	7'00	9'00	6'50	5'50	5'00	4'00	0'50	1'00	4'00
	2'50	146	-	9'00	-	5'50	5'50	4'50	0'50	1'00	3'50
Azul	1'00	120	6'50	-	5'50	5'00	7'50	4'00	0'50	1'00	2'50
1'90 mm.	1'50	150	7'50	9'00	6'50	5'50	7'50	4'00	0'50	1'00	3'00
	2'00	175	8'00	10'00	6'50	6'00	7'50	4'00	0'50	1'00	3'50
	2'50	200	-	10'00	-	6'00	7'50	5'00	0'50	1'00	4'00
Rojo	1'00	137	-	-	-	3'00	6'00	3'00	1'00	-	3'00
2'20 mm.	1'50	174	-	9'00	-	4'00	7'50	4'00	1'00	-	3'50
	2'00	203	-	10'50	-	4'50	7'50	4'50	1'00	-	4'00
	2'50	226	-	10'00	-	4'50	7'50	5'00	1'00	-	4'50
Marfil	1'00	170	-	-	-	4'00	6'50	5'50	1'50	-	4'50
2'40 mm.	1'50	213	-	9'00	-	5'00	7'50	7'00	1'50	-	5'00
	2'00	250	-	10'50	-	6'00	7'50	7'50	1'50	-	5'00
	2'50	280	-	10'50	-	6'50	7'5	7'50	1'50	-	5'00

Anexo P. Fichas técnicas de fungicidas

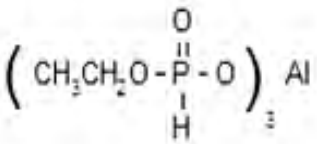
FICHA TECNICA
TRASLATE 80 WP

DATOS DE LA EMPRESA

Empresa Comercializadora : FARMAGRO S.A.
Titular de Registro : FARMAGRO S.A.
Número de Registro : PQUA N°1114-SENASA

IDENTIDAD

Composición : Fosetil Aluminio
Concentración : 800 g/Kg
Formulación : Polvo mojable
Grupo Químico : Organofosfonatos
Clase de Uso : Fungicida
Fórmula Empírica : $C_6H_{18}AlO_9P_3$
Fórmula Estructural:



CARACTERÍSTICAS

Traslate 80% WP; es un fungicida, muy utilizado para el tratamiento de enfermedades producidas por hongos Oomicetos, en particular Mildiu, Phytophthora y Pythium. Además estimula mecanismos naturales de defensa en la planta, minimizando la posibilidad de aparición de cepas resistentes.

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

•Densidad Relativa : No aplicable
•pH : 3.0-5.0
•Estado Físico : Sólido
•Color : Insignificante
•Olor : Blanco
•Explosividad : No explosivo
•Corrosividad : No corrosivo
•Estabilidad en Almacenamiento : Es estable bajo condiciones normales de manipulación y almacenamiento por 2 años.

FARMAGRO
MEJORES PRODUCTOS PARA MEJORES COSECHAS

MODO DE ACCIÓN
Traslate 80% WP, tiene actividad sistémica completa: ascendente y descendente, una rápida penetración y acción preventiva y curativa.

MECANISMO DE ACCIÓN
Traslate 80% WP, actúa inhibiendo la germinación de esporas, bloquea el desarrollo del micelio y la esporulación. También actúa incrementando los mecanismos de defensa natural de la planta (fitoalexinas) frente a posibles ataques de enfermedades.

RECOMENDACIONES DE USO

Cultivo	ENFERMEDAD		Dosis	PC (días)	LMR (ppm)
	Nombre Común	Nombre Científico	kg/Cil		
Cebolla	"Mildiú"	*Peronospora destructor*	0.75	14	50

PC: Periodo de Carencia LMR: Límite máximo de residuos

CONDICIONES DE APLICACIÓN
Se recomienda realizar un riego antes de la aplicación, realizar como máximo 1 aplicación por campaña/año.

COMPATIBILIDAD
Traslate 80% WP no es compatible con agentes oxidantes.

REINGRESO A UN ÁREA TRATADA
No ingresar a las áreas tratadas hasta 24 horas después de la aplicación.

FITOTOXICIDAD
Traslate 80% WP no es fitotoxico siguiendo las recomendaciones de la etiqueta.

CATEGORIA TOXICOLÓGICA
Ligeramente Peligroso

Ficha Técnica

Última revisión: 05.2023

PHYTON 27®

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Nombre del producto:	**Phyton 27®**
Clase de uso:	Fungicida – bactericida agrícola
Ingrediente activo:	Sulfato de cobre pentahidratado sistémico
N° CAS:	7758-98-7
Grupo químico:	Compuesto de Cobre
Nombre IUPAC:	Copper sulfate 0
Fórmula química:	$CuH_{10}O_9S$
Composición:	Sulfato de cobre pentahidratado (*) .....247 g/L Ingredientes inertes..... c.s.p. 1L (*) contenido máximo de cobre metálico 5,5%
Formulación:	Suspensión Concentrada (SC)
Clasificación toxicológica:	Ligeramente peligroso
Titular de registro:	SERFI S.A.
Registro SENASA:	N° 314-96-AG-SENASA

Presentaciones del producto: 0.2 L, 0.5 L, 1 L, 10 L y 200 L

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Phyton 27® es un fungicida – bactericida sistémico, con acción preventiva y curativa, sobre los hongos y bacterias que atacan a las diferentes partes de las plantas: raíz, tallos, hojas y frutos. Puede ser usado en cultivos de exportación.

PRIMEROS AUXILIOS

- **Indicaciones generales:** En caso de molestias o sospecha de malestar, detener el trabajo y buscar rápidamente asistencia médica.
  Retirar al afectado de la zona de peligro. Preferiblemente al aire libre. Abrigar al afectado y mantenerlo en reposo.
- **En caso de inhalación:** Retirar al afectado de la zona de peligro. Preferiblemente al aire libre. Abrigar al afectado y mantenerlo en reposo. Llamar a un médico.
- **En caso de contacto con la piel:** Retirar rápidamente la ropa contaminada. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón. Llamar a un médico si se irrita la piel.
- **En caso de contacto con los ojos:** Lavarlos con grandes cantidades de agua durante 15 minutos, con los parpados abiertos. Consultar al médico oftalmólogo.
- **En caso de ingestión:** Acudir al médico. Llevar la etiqueta del producto o la hoja de seguridad. Consultar al centro toxicológico. No inducir al vómito. Si ocurre espontáneamente mantener las vías respiratorias despejadas. No suministrar nada por vía oral a la persona inconsciente o con convulsiones. Aplicar tratamiento base.
- **Nota para el médico:** Tratar sintomáticamente.

Teléfonos de emergencia:
SAMU: 106
SERFI: (01) 710-4068

RECOMENDACIONES DE USO

CULTIVO	PLAGA		DOSIS		PC	LMR
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	(L/200 L)	(L/ha)	(días)	(ppm)
Alcachofa	Pudrición blanda	*Pectobacterium carotovorum*	0.4 – 0.6	---	7	20
Arándano	Pudrición radicular	*Phytophthora cinnamomi*	0.8	---	1	5
	Muerte regresiva	*Lasiodiplodia theobromae*	0.50 – 0.60	1 – 1.5	7	5
Arroz	Pudrición de vainas	*Nakataea sigmoidea*	0.3	---	7	10
	Podredumbre de la vaina del arroz	*Gaeumannomyces graminis*	0.3	---	7	10
	Pudrición del grano	*Burkholderia glumae*	0.7 – 0.8	1	7	10
Banano(2)	Pudrición blanda (2)	*Pectobacterium carotovorum*	0.8	---	14	20
Café	Roya del cafeto	*Hemileia vastatrix*	0.5	---	8	50
Cebolla	Marchitez	*Fusarium oxysporum*	0.5	---	7	5
Espárrago	Pudrición blanda	*Pectobacterium carotovorum*	0.5	0.6 – 1.0	7	5
Fresa	Podredumbre gris	*Botrytis cinerea*	0.4 – 0.7	0.8–1.4	1	5
Holantao	Marchitez	*Fusarium oxysporum*	0.4 – 0.5	---	7	20
Kion	Pudrición blanda	*Pectobacterium carotovorum*	0.5 - 0.6	2.0 – 2.4	1	40
Mandarina	Gomosis del cuello	*Phytophthora spp.*	0.5	---	21	20
Mango(1)	Muerte regresiva	*Lasiodiplodia theobromae*	0.6 0.4 0.2	---	7	20
	Antracnosis(1)	*Colletotrichum gloesporioides*	0.6 (1° aplic) 0.4 (2° aplic) 0.2 (3° aplic)	---	7	20
Palto	Pudrición radicular	*Phytophthora cinnamomi*	0.4	---	7	20
	Muerte regresiva	*Lasiodiplodia theobromae*	0.4	1.6 – 2.0	7	20
Pimiento Páprika	Marchitez	*Fusarium oxysporum*	0.5	---	7	5
Piña	Marchitez	*Fusarium oxysporum*	0.5	1.0	1	20
Quinua	Mildiú	*Peronospora farinosa*	0.5	---	14	10
Vid	Muerte regresiva	*Lasiodiplodia theobromae*	0.5 – 0.6	---	7	50
	Oidiosis	*Erysiphe necator*	0.5	1.8-2	7	50
	Agalla de la corona	*Rhizobium radiobacter*	0.5	1.5-1.8	7	50
	Pudrición ácida	*Acetobacter aceti*	0.5	2.0	7	50

PC: Periodo de Carencia / LMR.: Límite Máximo de Residuos (ppm: partes por millón)
(1) Se recomienda hacer las aplicaciones con intervalo de 21 días.
(2) Considerar 200 L la solución por hectárea.

FRECUENCIA Y ÉPOCA DE APLICACIÓN

- Como medida general recomendamos iniciar las aplicaciones cuando hay indicios de la presencia de la enfermedad, el cultivo esté en plena etapa de desarrollo y según las condiciones climáticas.
- Café, cebolla, fresa, holantao, kion, mandarina, palto, pimiento páprika y vid: realizar un máximo de 01 aplicación por campaña, considerando una campaña al año.
- Alcachofa, arándano, arroz, banano, espárrago, quinua y piña: realizar un máximo de 02 aplicaciones por campaña, con un intervalo de 07 -10 días para alcachofa, 12 – 15 días para quinua, 15 – 20 días para arroz, banano y espárrago, 14 días para arándano y 15 días como mínimo para piña, considerando una campaña al año.
- Mango: realizar un máximo de 03 aplicaciones por campaña con un intervalo de 21 días, considerando una campaña al año.

CONDICIONES DE APLICACIÓN

- **Preparación:** Para óptimos resultados de **Phyton 27®** preparar con BB5 Plus el agua que se va a emplear en la aplicación poniéndola a pH de 4.5 a 5.5 (color rojo grosella)
- **Aplicación:** Puede hacer de dos formas:
  1. Aplicación al follaje: preparar la solución de **Phyton 27®** y hacer la pulverización.
  2. Al cuello de la planta: preparar la solución de aplicación y hacer un hoyo al contorno del cuello de la planta y aplicar de 4 a 5 litros de la solución por planta.
- **Calibración:** Previo a la aplicación, calibrar correctamente el equipo para usar la cantidad necesaria del producto y evitar la deriva.

PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS DE USO Y APLICACIÓN

- No comer, beber o fumar durante las operaciones de mezcla y aplicación.
- Conservar el producto en el envase original, etiquetado y cerrado.
- Después de usar el producto cámbiese, lave la ropa contaminada y báñese con abundante agua y jabón.
- Utilice ropa protectora durante el manipuleo y aplicación para ingresar al área tratada en las primeras 24 horas.
- Causa ligera irritación cutánea y ocular.
- No almacenar ni transportar conjuntamente con alimentos, medicinas, bebidas ni forrajes.
- Realice la aplicación siguiendo la dirección del viento.
- El equipo de aplicación debe calibrarse antes de su uso.

PERIODO DE REINGRESO

No ingresar al área tratada antes de 24 horas de realizada la aplicación.

FITOTOXICIDAD

No es fitotóxico usado a la dosis recomendada ni en sistemas de aplicación y cultivos recomendados. Considerando que no es posible ensayar en todas las especies, variedades ni cultivares, y que los factores ambientales y las etapas de crecimiento de cada cultivo podrían afectar la expresión fitotóxica; se recomienda realizar pruebas en un pequeño grupo de plantas a la dosis recomendada y con el uso de BB5 Plus.

COMPATIBILIDAD

Es compatible con la mayoría de plaguicidas registrados de uso común. No obstante, antes de incorporar el uso de coadyuvantes o aditivos y/o combinaciones para aplicaciones generales, se recomienda hacer una prueba previa de compatibilidad antes de realizar la mezcla.
Condiciones que deben evitarse: Altas temperatura, Baja Temperaturas por debajo de 6 °C, Materiales oxidantes incompatibles (hidroxilo metálico magnesio), exposición a agua o humedad.

Producto	:	TREBEN® 500 WP
Ingrediente activo	:	Benomyl
Concentración	:	500 g/kg
Formulación	:	Polvo mojable (WP)
Clase de uso	:	Fungicida Agrícola
Grupo químico	:	Benzimidazoles
Registro	:	PQUA N° 2305 - SENASA
Titular	:	NEOAGRUM S.A.C.
Distribuidor	:	SILVESTRE PERÚ S.A.C.

TOXICOLOGÍA DEL PRODUCTO

TREBEN® 500 WP es un fungicida agrícola categorizado como **LIGERAMENTE PELIGROSO.**

MECANISMO Y MODO DE ACCIÓN

TREBEN® 500 WP es un fungicida preventivo y sistémico, eficiente contra una gama de hongos que dañan diversos cultivos en campo.

TREBEN® 500 WP se transloca vía apoplasto y actúa inhibiendo la formación de la beta tubulina que es indispensable para la síntesis de los microtúbulos cromosómicos interfiriendo de esta manera con la división nuclear del hongo, bloqueando la mitosis. El producto detiene el desarrollo del tubo germinativo, inhibe la multiplicación celular, el crecimiento del micelio, inhibe la formación del apresorio y provocando la muerte del hongo.

De acuerdo con la clasificación de la FRAC (Fungicide Resistance Action Committee), el producto **TREBEN® 500 WP** (Benomyl) forma parte del Grupo 01.

CONSIDERACIONES PARA LA APLICACIÓN

- **TREBEN® 500 WP** debe ser aplicado mediante una mezcla uniforme del producto, esto se obtiene pre mezclando el polvo mojable con agua antes verterlo al tanque de equipo de aplicación.
- **TREBEN® 500 WP** es un fungicida de acción sistémica y de contacto y debe ser aplicado mediante equipos de pulverización coberturando toda la planta, la aplicación debe realizarse de manera preventiva o en etapas iniciales del ataque de la enfermedad.
- **TREBEN® 500 WP** puede ser usado para desinfección de semillas, mediante inmersión durante 5 minutos de la semilla a tratar para una mejor impregnación, también puede ser usado para aplicaciones dirigidas al cuello de planta (drench), en ataque iniciales de chupaderas fungosas.
- **TREBEN® 500 WP** se debe aplicar a primeras horas de la mañana o por la tarde.
- **TREBEN® 500 WP** se debe usar equipo de protección personal durante la manipulación, mezcla y aplicación del producto.
- **TREBEN® 500 WP** se debe asegurar que la aplicación del producto sea uniforme, verificando que los equipos de aplicación se encuentren debidamente calibrados.

- **TREBEN® 500 WP** se debe rotar con productos de diferente modo de acción para evitar el desarrollo de resistencia de la plaga objetivo.

COMPATIBILIDAD

TREBEN® 500 WP es compatible con la mayoría de los plaguicidas de uso común excepto con aguas carbonatadas, productos a base de cobre y con productos de reacción alcalina. Se recomienda realizar una prueba previa de compatibilidad.

FITOTOXICIDAD

TREBEN® 500 WP no es fitotóxico en los cultivos si se siguen las recomendaciones dadas en el cuadro de usos.

CUADRO DE USOS

CULTIVO	PLAGA		DOSIS		PC (días)	LMR (ppm)
	Nombre Común	Nombre Científico	Kg/200L	Kg/ha		
ESPÁRRAGO	Marchitez	*Fusarium oxysporum*	0.2 - 0.3	0.4 - 0.6	1	0.1
VID	Muerte regresiva	*Lasiodiplodia theobromae*	--	3.0	15	0.3
ZAPALLO	Oidium	*Erysiphe cichoracearum*	0.2	0.4	7	2
TRATAMIENTO DE SEMILLAS*						
ALGODÓN	Chupadera fungosa	*Rhizoctonia solani*	3.5 - 4.0 g/kg de semilla ó 0.165 Kg por quintal de semilla *			
FRIJOL	Chupadera fungosa	*Rhizoctonia solani*	3.0 - 4.0 g/kg de semilla *			
PAPA	Chupadera fungosa	*Rhizoctonia solani*	0.2 kg / 200 L. Sumergir por 3 minutos en la solución *			

PC: Periodo de Carencia (días) LMR: Límite máximo de residuos (ppm: partes por millón)

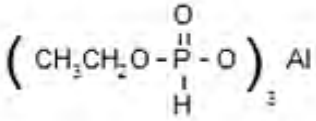
FICHA TECNICA
TRASLATE 80 WP

DATOS DE LA EMPRESA

Empresa Comercializadora	: FARMAGRO S.A.
Titular de Registro	: FARMAGRO S.A.
Número de Registro	: PQUA N°1114-SENASA

IDENTIDAD

Composición	: Fosetil Aluminio
Concentración	: 800 g/Kg
Formulación	: Polvo mojable
Grupo Químico	: Organofosfonatos
Clase de Uso	: Fungicida
Fórmula Empírica	: $C_6H_{18}AlO_9P_3$
Fórmula Estructural:	



CARACTERÍSTICAS

Traslate 80% WP; es un fungicida, muy utilizado para el tratamiento de enfermedades producidas por hongos Oomicetos, en particular Mildiu, Phytophthora y Pythium. Además estimula mecanismos naturales de defensa en la planta, minimizando la posibilidad de aparición de cepas resistentes.

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

•Densidad Relativa	: No aplicable
•pH	: 3.0-5.0
•Estado Físico	: Sólido
•Color	: Insignificante
•Olor	: Blanco
•Explosividad	: No explosivo
•Corrosividad	: No corrosivo
•Estabilidad en Almacenamiento	: Es estable bajo condiciones normales de manipulación y almacenamiento por 2 años.

Anexo Q. Fichas técnica de fertilizante

CONSORCIO PYB S.A.C.
LOS OLIVOS - LIMA - PERU
ESPECIALISTAS EN NUTRICIÓN VEGETAL
20609303761

"ESPECIALISTAS EN NUTRICIÓN VEGETAL"

NIT FOSKA 20-20-20

FICHA TÉCNICA

IDENTIFICACIÓN:

NOMBRE COMERCIAL:	NIT FOSKA 20-20-20
NOMBRE COMÚN:	N-P-K 20-20-20
CLASE DE USO:	FERTILZANTE FOLIAR
TIPO DE FORMULACIÓN:	Concentrado soluble (SL)
FABRICANTE / FORMULADOR:	CONSORCIO PYB S.A.C

COMPOSICIÓN QUÍMICA:

	p/v
Nitrógeno (N)	20.00 %
Fosforo (P2O5)	20.00 %
Potasio (K2O)	20.00%
Ácido Policarboxilicos	0.50 %
Microelementos (Fe, Cu, Mn, B)	0.50%
Lignosulfonato Vegetal	1.00%

GENERALIDADES DEL PRODUCTO:

- **Nit Foska 20-20-20** es un fertilizante foliar a base de Nitrógeno (N), Fosforo (P2O5), Potasio (K2O) y Microelementos (Fe, Cu, Mn, B), enriquecidos con Ácidos Policarboxilicos que sirven como complemento de una adecuada fertilización de todos los cultivos.

- **Nit Foska 20-20-20** Ayuda a obtener y mantener el equilibrio nutricional en los cultivos, recomendando su aplicación en las etapas iniciales, en momentos que es necesario prevenir y corregir deficiencias. Además, contiene micronutrientes para una adecuada nutrición de la planta.

WHATSAPP: 954 163 690 / 984 209 281 / 932 152 733
CONSORCIO PYB SAC

- **Nit Foska 20-20-20** Contiene Ácidos **Policarboxilicos** y Lignosulfonatos vegetales los cuales ayudan a que los elementos sean rápidamente asimilables y transportados metabólicamente donde el cultivo lo requiere.

CUADRO DE USOS:

CULTIVOS	DOSIS (L/200L)	RECOMENDACIÓN Y MOMENTO DE LA APLICACIÓN
PAPA: SIERRA Y COSTA CAMOTE	1-2	1° a los 25 dias de la siembra. 2° 15 a 20 dias despues de la primera aplicación. 3° 15 a 20 dias despues de la segunda aplicación.
HORTALIZAS, ESPARRAGOS, LECHUGA, COL, BROCOLI, APIO	1-2	1° a los 7 dias del campo establecido 2° 15 dias despues de la primera aplicación. 3° 15 a 20 dias despues de la segunda aplicación.
CUCURBITACEAS: MELÓN, SANDIA, ZAPALLO Y PEPINILLO	1-2	1° Cuando las plantas tienen 4 hojas verdaderas 2° 15 dias despues de la primera aplicación. 3° 15 dias despues de la segunda aplicación.
SOLANACEAS: TOMATE, PIMIENTO, AJI, PÁPIKRA	1-2	1° 25 dias despues del transplante 2° 15 dias despuesta de la primera aplicación. 3° 15 dias despues de la segunda aplicación.
LEGUMINOSAS: FRIJOL, ARVEJA, HOLANTAO, VAINITA	1-2	1° A los 20 dias de la siembra 2° 15 días despues de la primera aplicación. 3° 15 dias despues de la segunda aplicación.
ALGODÓN	1-2	1° Despues del desahije 2° 15 dias despues de la primera aplicación. 3° 15 dias despues de la segunda aplicación.
FRUTALES: CÍTRICOS, PALTO, MANGO	3-4 L/ha	1° Inicio de brotamiento 2° 15 días después de la primera aplicación. 3° 15 dias después de la segunda aplicación.
ARROZ VID	1-2 3-4 L/ha	Aplicar al inicio del macollamiento y a los 15 dias después de repetir la aplicación 1° Inicio de brotamiento 2° 15 dias despues de primera aplicación 3° 15 dias despues de la segunda aplicación.
ALCACHOFA	1-2	1° 25 dias despues del transplante 2° 15 dias despues de la primera aplicación. 3° 15 dias despues de la segunda aplicación.

Anexo R. Ficha técnicas de variedad de espinaca

ESPINACA HIBRIDA SEMINIS SV1714

Una empresa anasac



- Espinaca que pertenece al grupo "Smooth" o de "Hoja Lisa"
- Desarrollada y producida por Seminis, la Línea de Hortalizas de Bayer.
- Presentaciones: Bolsa x 500 gr

Densidad de Siembra: 15 a 17 Kg / Ha

CARACTERISTICAS

Una empresa anasac

ESPINACA HIBRIDA SEMINIS SV1714	
Tipo	Smooth o de Hoja Lisa
Clima	Templado (Zonas de Sierra, todo el año)
Forma de Hoja	Ovalada, con punta redonda
Textura	Lisa, suave y flexible (no quebradiza)
Peciolo	Ligeramente alargado
Color	Verde intenso
Resistencias	Mildiu (Peronospora farinosa) razas: 1-13, 15.



hortus

Una empresa anasac

ADAPTABILIDAD



- Híbrido para clima templado (fresco, frío)
- Excelente adaptación a zonas de cultivo de la sierra peruana, donde se puede sembrar todo el año.
- Excelente performance en épocas de lluvia y en épocas frías.

- Principales Zonas de Cultivo: Tarma, Chupaca (Junín)
- Zonas con Potencial: Cajamarca, Ayacucho, Abancay, Arequipa, Cusco.

Principales Zonas de Cultivo

Zonas con Potencial

hortus



SV1714VC

· Espinaca de hoja plana y redondeada.
· Porte erguido, hojas de color de verde medio uniforme y de buen espesor.
· Producción caracterizada por un rápido crecimiento, asociado con una buena ventana cosecha.

Resistencia: Pf 1-13 y 15

Transplante	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Cuyo		■	■	■	■	■	■	■				
Bs As			■	■	■	■	■	■	■			
NEA		■	■	■	■	■	■	■	■			
NOA	■	■	■						■	■	■	■

NOTA ACLARATORIA:
La información y descripciones que se presentan en esta publicación están basadas en observaciones y mediciones realizadas en condiciones de investigación en diversos ambientes, tipos de suelo y manejos agronómicas. No obstante, dichas descripciones están basadas en observaciones hechas en el pasado, por lo que no se pretende predecir o garantizar resultados bajo ningún tipo de condiciones. La información relativa a madurez, altura de la planta, dimensiones de los frutos, reacción a enfermedades, entre otras características, representa un promedio y se presenta únicamente con propósitos de comparación entre híbridos de nuestra empresa, por lo que se puede esperar que estas varíen dependiendo de la localidad, fecha de siembra, tipo de suelo. Labores culturales, manejo agronómico, seguimiento de manuales de manejo, entre otros factores que no dependen de nuestra empresa.

Seminis® es una marca registrada de Seminis Vegetable - Seeds.Inc. © 2021 Seminis Vegetable Seeds, Inc.