



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Respuesta agronómica y espectral del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) por efecto del pretratamiento de semilla con radiación solar UVB y la aplicación de *Bacillus subtilis* en los genotipos INIAP 450 - Andino y F3 (ECU 2658 x ECU 8415) en 3 estados fenológicos del cultivo

Ron Cruz, Joel Amador

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Falconí Saá, César Eduardo, PhD.

17 de agosto del 2022

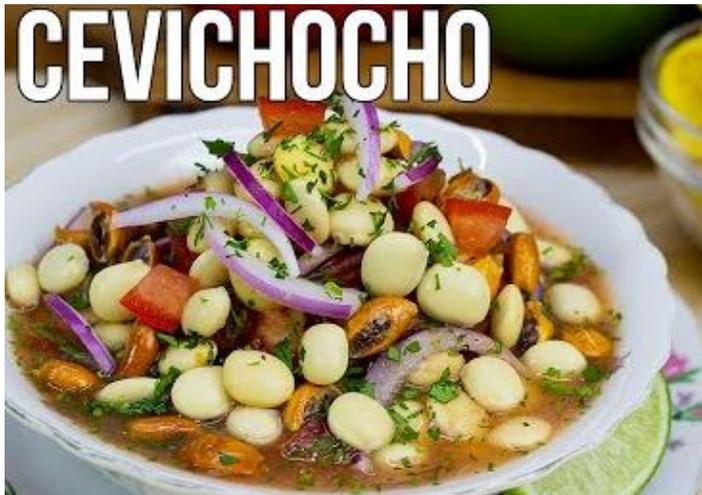


ANTECEDENTES:



El altramuz Andino (*Lupinus mutabilis Sweet*), chocho o tarwi es una leguminosa originaria y cultivada en la Zona Andina de América del Sur hace mas de 2000 años.

Presenta alto contenido proteico (45%), superando el de otras leguminosas de fama mundial como la soya (36%), frejol (25%) y lenteja (18%).



Se constituye de aminoácidos esenciales como lisina, cistina y metionina indispensables para el óptimo crecimiento de los tejidos (Basantes, 2015).



ANTECEDENTES: Objetivos

Objetivo General:

Determinar el comportamiento agronómico y espectral en diferentes estados fenológicos del cultivo de chocho *L. mutabilis*. por efecto del pretratamiento de semillas con radiación UVB y aplicación de *B. subtilis*.

Objetivos Específicos:

- Describir características agronómicas en los diferentes estados fenológicos del cultivo de chocho *L. mutabilis*, por efecto del pretratamiento de semillas con radiación solar y aplicación de *B. subtilis*.
- Identificar el Índice Normalizado de Vegetación (NDVI) mediante la utilización de UAVs en los diferentes estados fenológicos del cultivo de chocho *L. mutabilis*.
- Relacionar el Índice Normalizado de Vegetación NDVI con el Índice de Contenido de Clorofila CCI para la obtención de un sistema de diagnóstico de los diferentes estados fenológicos del cultivo de chocho *L. mutabilis*.



MARCO TEÓRICO

Características de los Genotipos de chocho:

I 450 ANDINO:

- Población introducida de Perú (ECU 2658).
- Ciclo productivo: 6 meses.
- Numero de vainas por planta: 28 -32
- Altura: 1,4 – 1,6 m.
- Rendimiento: 1,5 Tn/Ha
- Tolerancia a plagas y enfermedades.

CRUZAMIENTO F3 (ECU 2658 X ECU 8415)

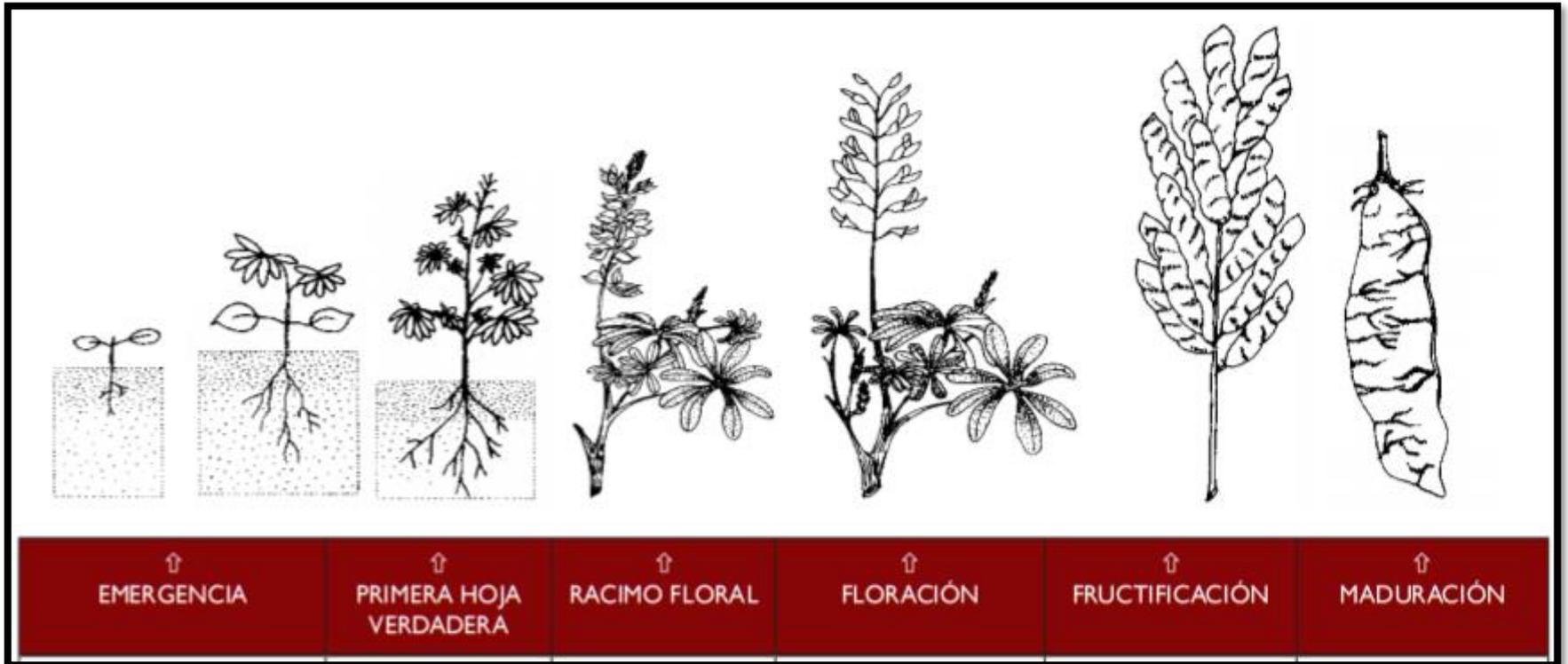
- Cruzamiento entre ECU 2658 X ECU 8415.
- Ciclo productivo: 7 meses.
- Numero de vainas por planta: 40 – 44.
- Altura: 1,5m – 1,7m
- Rendimiento: 1,2 Tn/Ha.
- 42 % de semilla no comercial.



MARCO TEÓRICO

Estados Fenológicos del Chocho:

Los estados o etapas fenológicas son los cambios morfológicos y fisiológicos que tiene un cultivo desde la siembra hasta la producción Yzarra y López (2012)



Fuente: (Yzarra y López, 2012).



ANTECEDENTES: Introducción

Antracnosis: *Collectrotrichum acutatum*



Fuente: (Tarwi, 2018).



Fuente: (Falconí, 2022).

C. acutatum es una enfermedad patogénica que se transmite de la semilla a la planta y puede provocar una disminución de productividad de hasta el 100 % (Falconí, 2013)

El método de desinfección tradicional para la antracnosis en la semilla se realiza con vitavax, que recubre de forma superficial y no penetra donde se encuentra alojado el patógeno (Andrade, 2017).

En los últimos años se ha promovido la investigación y uso de nuevas tecnologías para el control eficiente de la antracnosis.

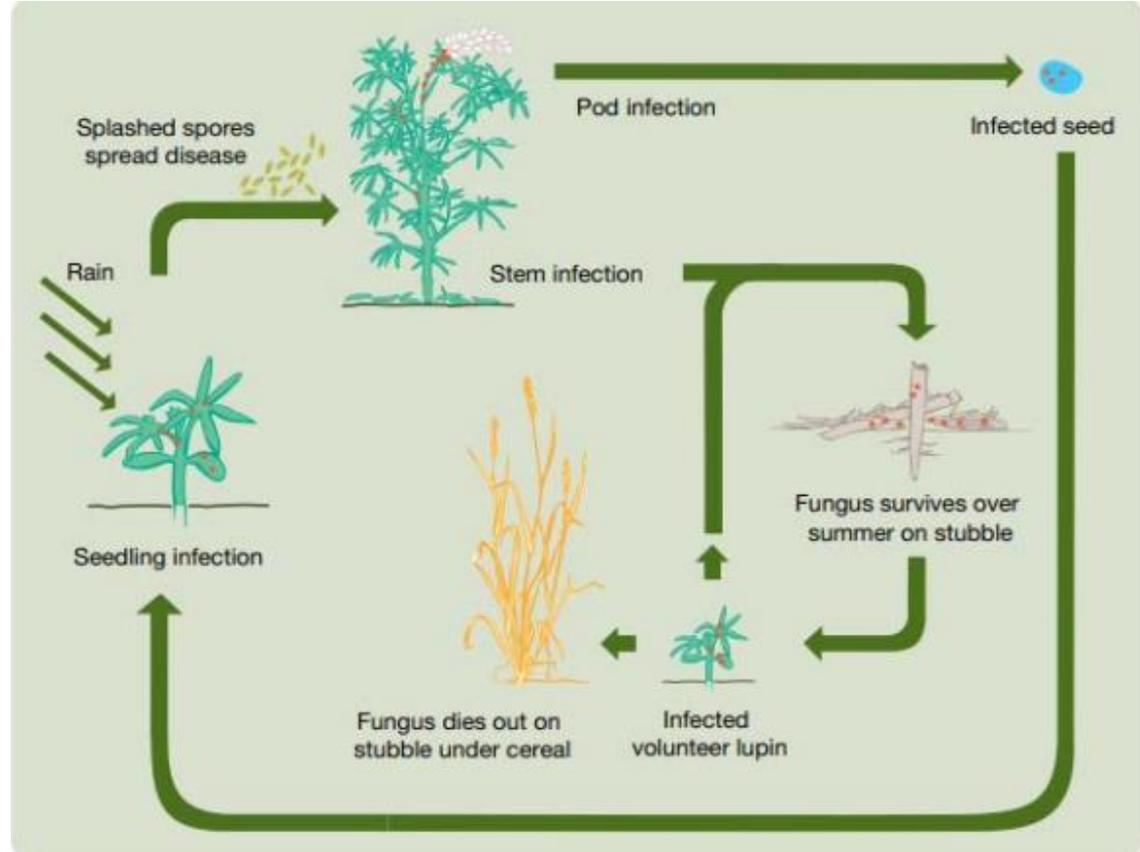


MARCO TEÓRICO

Ciclo de vida de la antracnosis:

El primer punto de transmisión es por las semillas y posteriormente por esporas entre plantas infectadas por acción del viento y el agua (Falconi,2021)

El patógeno se activa en el estado fenológico vegetativo y floración afectando el tallo, hojas, ápice, brotes terminales, vainas y semillas (Falconí, 2012)



Fuente: (Falconí y Yáñez - Mendizábal, 2022).



ANTECEDENTES: Justificación

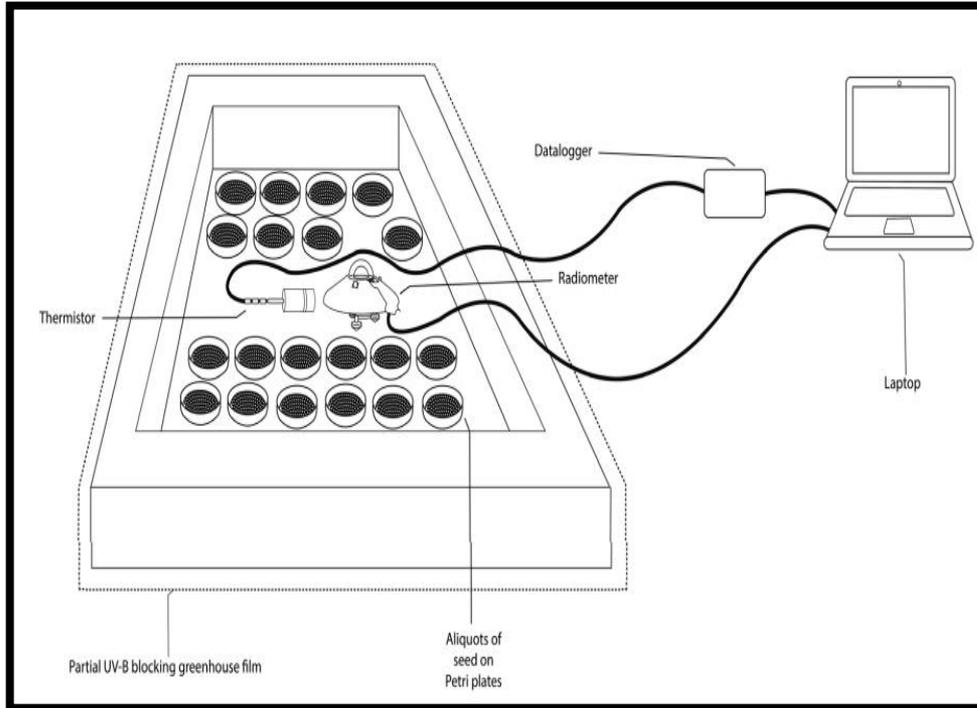
Meto de Control Físico: Radiación UVB.

Consiste en la exposición de las semillas de chocho a radiación solar (MJ m^{-2}) durante 45 minutos en la estufa de solarización, lo que tiende a reducir la infección de la antracnosis en semilla hasta un 95 % (Falconí y Yáñez - Mendizabal, 2019).



MARCO TEÓRICO

Método de Control Físico: Estufa de Solarización (Radiación UVB)



Fuente: (Falconí y Yánez - Mendizábal, 2019).

Consiste en exponer las semillas a la luz solar en una cámara que alcanza temperaturas entre 40 a 60 °C, a los 45 minutos (Guerrero, 2018)

Refleja, dirige y enfoca la radiación absorbida entre las superficies reflectantes, con una acumulación de radiación de 2,34 (MJ m⁻²) (Falconí, 2018).

Durante el proceso la temperatura de la semilla puede elevarse a niveles letales para otro tipo de organismos (Guerrero, 2017).



Método de Control Biológico: Aplicación de *B. subtilis* cepa CtpxS1-2.

La cepa CtpxS1-2, reducen la infección de la antracnosis ya que presenta efecto anti fúngico (Yáñez - Mendizabal y Falconí, 2020).

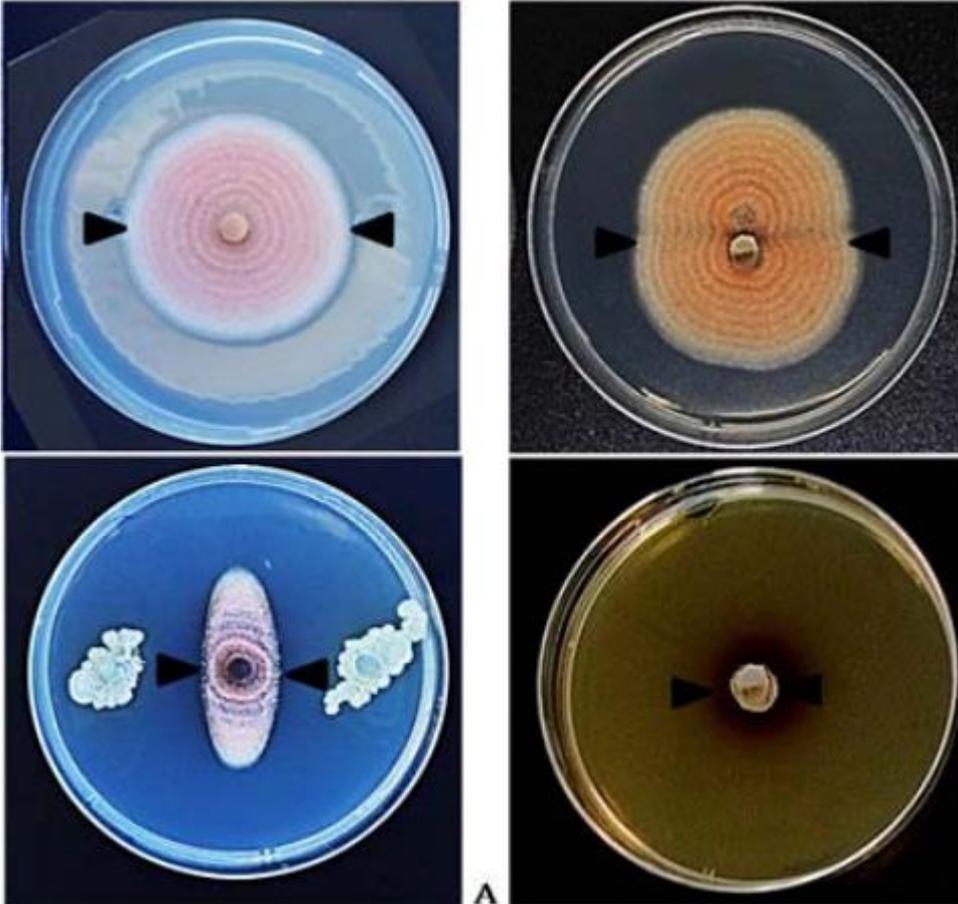
Las fengycinas alteran la membrana citoplasmática (ergosterol), inhibiendo del crecimiento del micelio y la germinación de conidios (Yáñez - Mendizabal , 2012).

Además, estimula el crecimiento del cultivo al aumentar la actividad de clorofila, proteína y enzimas (Yáñez & Falconí, 2018).



MARCO TEÓRICO

Método de Control Biológico: *Bacillus subtilis* cepa CtpxS1-2



B. subtilis, presenta efecto antifúngico contra *C. acutatum* por la presencia de fengicinas, que afectan los componentes lipídicos de la membrana citoplasmática (ergosterol).

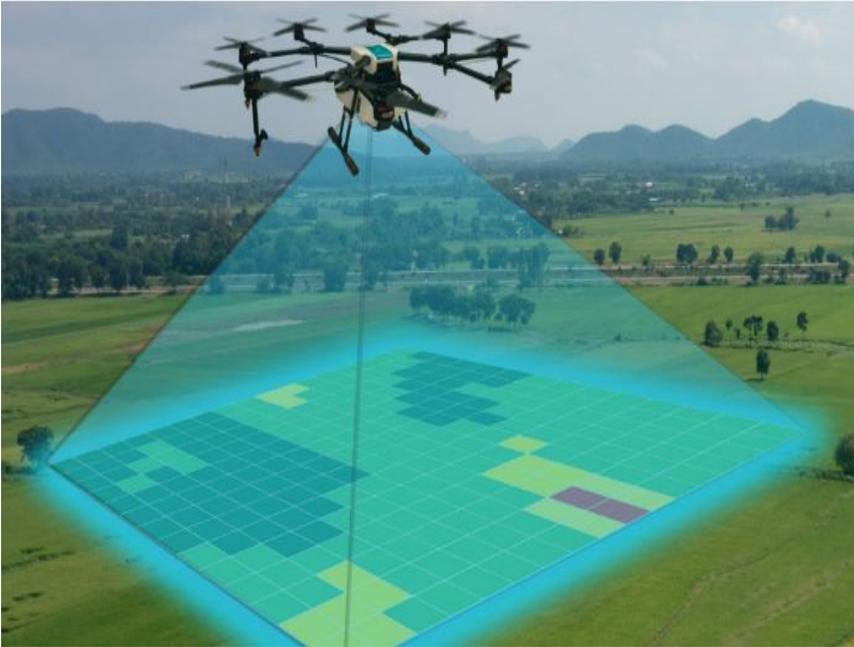
Genera resistencia sistémica adquirida (SAR) ya en la inducción de los genes PR-1, PR4, SOD-2, PIN-1 y PIN-3 relacionados con la defensa y el crecimiento del chocho, además aumentan el crecimiento de raíces y brotes en plantas (Yánez - Mendizábal y Falconí, 2020).

Fuente: (Falconí y Yánez - Mendizábal, 2022).



ANTECEDENTES: Justificación

Agricultura de Precisión (AP).



Fuente: (Portal Frutícola, 2021).

Consiste en aplicar la cantidad correcta de insumos en el momento adecuado y en el lugar exacto (Caicedo, 1998).

Mediante el uso de **Vehículos Aéreos No Tripulados - UAVS**, podemos obtener información precisa en el momento oportuno y diagnosticar los factores limitantes del cultivo (Shea, 1999).

En Ecuador son escasas las investigaciones, por lo cual es importante fomentar la integración de equipos que permitan levantar información espectral en función de las características agronómicas del Ecuador (Caicedo, 2012).



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

MARCO TEÓRICO

Agricultura de Precisión :

La agricultura de precisión es la aplicación de técnicas de teledetección para la obtención de firmas espectrales e índices de vegetación, que permiten identificar, analizar y gestionar la variabilidad de un cultivo (Gutiérrez, 2004).

Los UAVs permiten obtener información en tiempo real de las propiedades del suelo y estado del cultivo, permiten integrar cámaras con sensores multispectrales, que proporcionan imágenes con mayor resolución temporal, espacial y espectral (Zhang & Wang, 2002)



Ala Fija



Ala Rotatoria

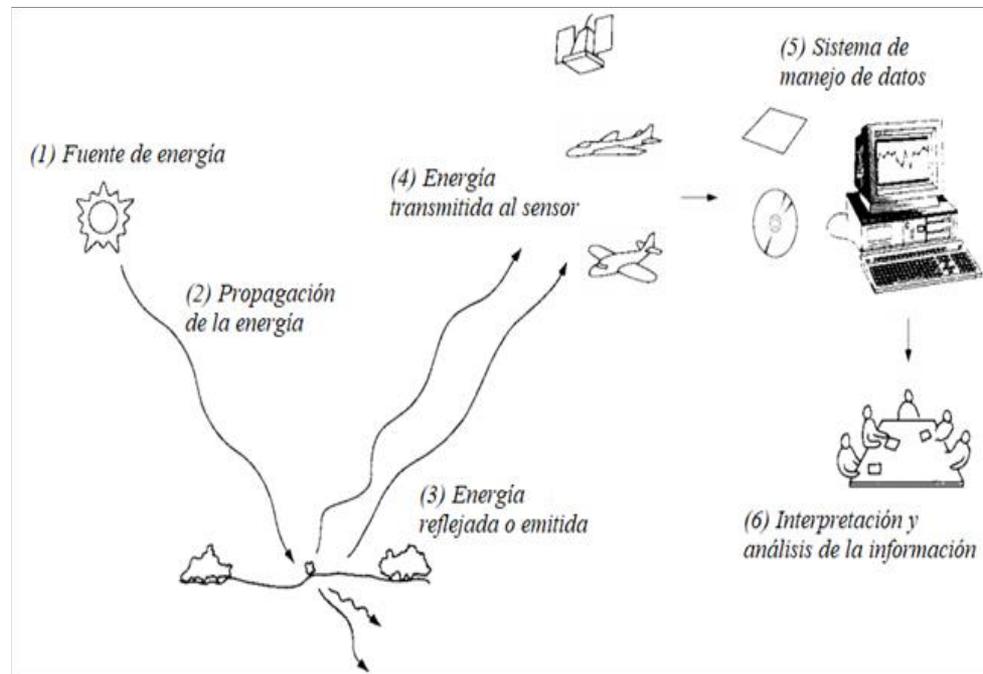


MARCO TEÓRICO

Teledetección:

La teledetección se basa en el estudio de luz, la materia y su interacción, permite identificar la radiación o longitud de onda que se refleja o absorbe (Bonilla, 2019).

La radiación solar se divide en: radiación ultravioleta UV, luz visible y radiación infrarroja RI.



Fuente: Chuvieco (2008).



MARCO TEÓRICO

Espectro Electromagnético:

Espectro Electromagnético		
Tipo de radiación	Denominación	Longitud de onda (nm)
Luz ultravioleta	Ultravioleta Extremo UVC	10 - 200
	Ultravioleta Medio UVB	280 - 315
	Ultravioleta Cercano UVA	315 - 400
Luz visible	Azul	425 - 490
	Rojo	490 - 560
	Verde	640 - 740
Luz Infrarroja	Infrarojo Cercano	700 - 1300
	Infrarojo Medio	1300 - 8000
	Infrarojo Lejano	8000 - 1400

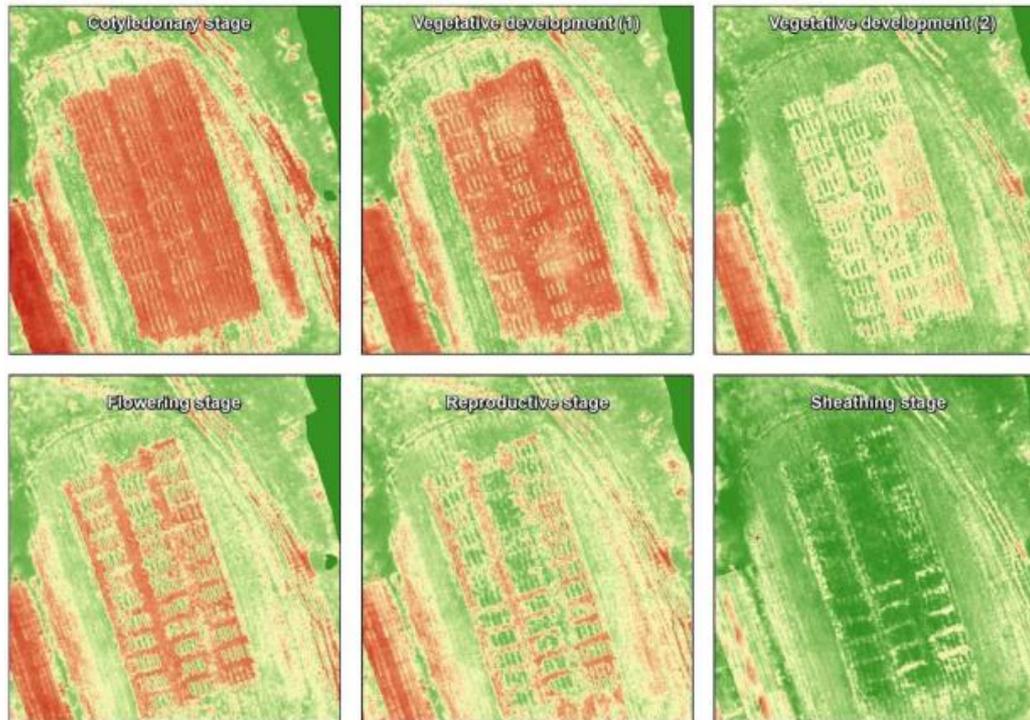
Fuente: (Basantes, 2010).



MARCO TEÓRICO

Firmas Espectrales:

Consiste en la construcción de patrones a partir de la información registrada por los sensores remotos. La energía incidente (I), puede ser reflejada (R), transmitida (T) y absorbida (A) por el objeto o la planta (Santos, 2018).



Fuente: Sinde (2021).



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

MARCO TEÓRICO

Índices de Vegetación (IV) :

Son medidas que se obtienen a partir de cálculos de reflectancia de una longitud de onda determinada, y con los que se puede estimar y medir el contenido de clorofila y biomasa (Ehsani, 2004).

El índice NDVI puede tomar valores entre -1 y 1 y se miden a partir de la reflectancia. Los valores positivos corresponderá a vegetación sana, los negativos a superficies sin vegetación como el agua, nieve o suelo (Díaz, 2015).

$$NDVI = \frac{IR\ cercano - Rojo}{IR\ cercano + Rojo}$$

Fuente: Chuvieco, 2018

El medidor de clorofila utilizan la absorbancia para estimar índices de concentración de clorofila ICC, el cual es proporcional al contenido de clorofila en el tejido de la hoja y sirve para estimar la actividad fotosintética (Díaz, 2015).

$$ICC = \frac{D720}{D700}$$

Fuente: Chuvieco, 2018



METODOLOGÍA

Zona de Estudio:



Parcelas experimentales del Laboratorio de Fitopatología y Control Biológico de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA 1

Tratamientos:

Tratamiento	Método.	Genotipo/ Cruzamiento
T1	Radiación UV-B	I - 450 Andino
T2	<i>B. subtilis</i>	I - 450 Andino
T3	Testigo	I - 450 Andino
T4	Radiación UV-B	F3 (Ecu 2658 X Ecu 8415)
T5	<i>B. subtilis</i>	F3 (Ecu 2658 X Ecu 8415)
T6	Testigo	F3 (Ecu 2658 X Ecu 8415)

Croquis del Diseño: DCA

T3.1	T4.3	T6.1
T2.2	T1.2	T5.2
T4.1	T5.1	T3.3
T1.1	T6.3	T2.1
T5.3	T3.2	T2.3
T6.2	T1.3	T4.2



METODOLOGÍA

Fase de Campo:

El terreno utilizado para el ensayo tuvo un área de 187 m², pendiente del 3%, en las que se delimitó 18 parcelas de 10,5 m², en las que se identificaron 30 plantas por tratamiento con una cinta roja en la base del tallo.

Se estableció un plan de riego, fertilización, prácticas culturales y manejo de plagas y enfermedades para el ciclo productivo (7 meses), con la finalidad de evitar factores externos que puedan afectar la interpretación y obtención de la información agronómica y espectral

Implementación de los tratamientos:

Método físico: Radiación UVB.

Se colocó semillas de chocho en la estufa solarización durante 45 minutos Temperatura de desinfección (95°C) y la radiación acumulada necesaria (2,34 MJ m⁻²).

Método biológico Aplicación de *Bacillus subtilis*.

Se inoculó de *B. subtilis* CTPX S1-2 en una concentración de 1x10⁸ a 1x10⁹ UFC * g⁻¹, durante la fase de floración, reproductivo y envainamiento.



METODOLOGÍA

Fase Analítica:

Variables agronómicas:

Organización de la información y cálculos matemático básicos previos al análisis estadístico.

Variables agronómicas: Porcentaje de germinación, altura de la planta, número de nudos, número de brotes

Variables productivas: número de vainas por planta, número de semillas por vaina, rendimiento (Kg/Ha) y porcentaje de semilla no comercial.

Variables patológicas: índice de severidad y porcentaje de incidencia de la antracnosis.



METODOLOGÍA

Fase Analítica:

Variables agronómicas:

Organización de la información y cálculos matemático básicos previos al análisis estadístico.

Variables espectrales

El índice de clorofila ICC se calculó a partir del medidor Opti-Sciences CCM-200 plus.

Respecto al Índice normalizado de vegetación NDVI, se necesita procesar la información obtenida del UAV.

Planificación de vuelo del UAV

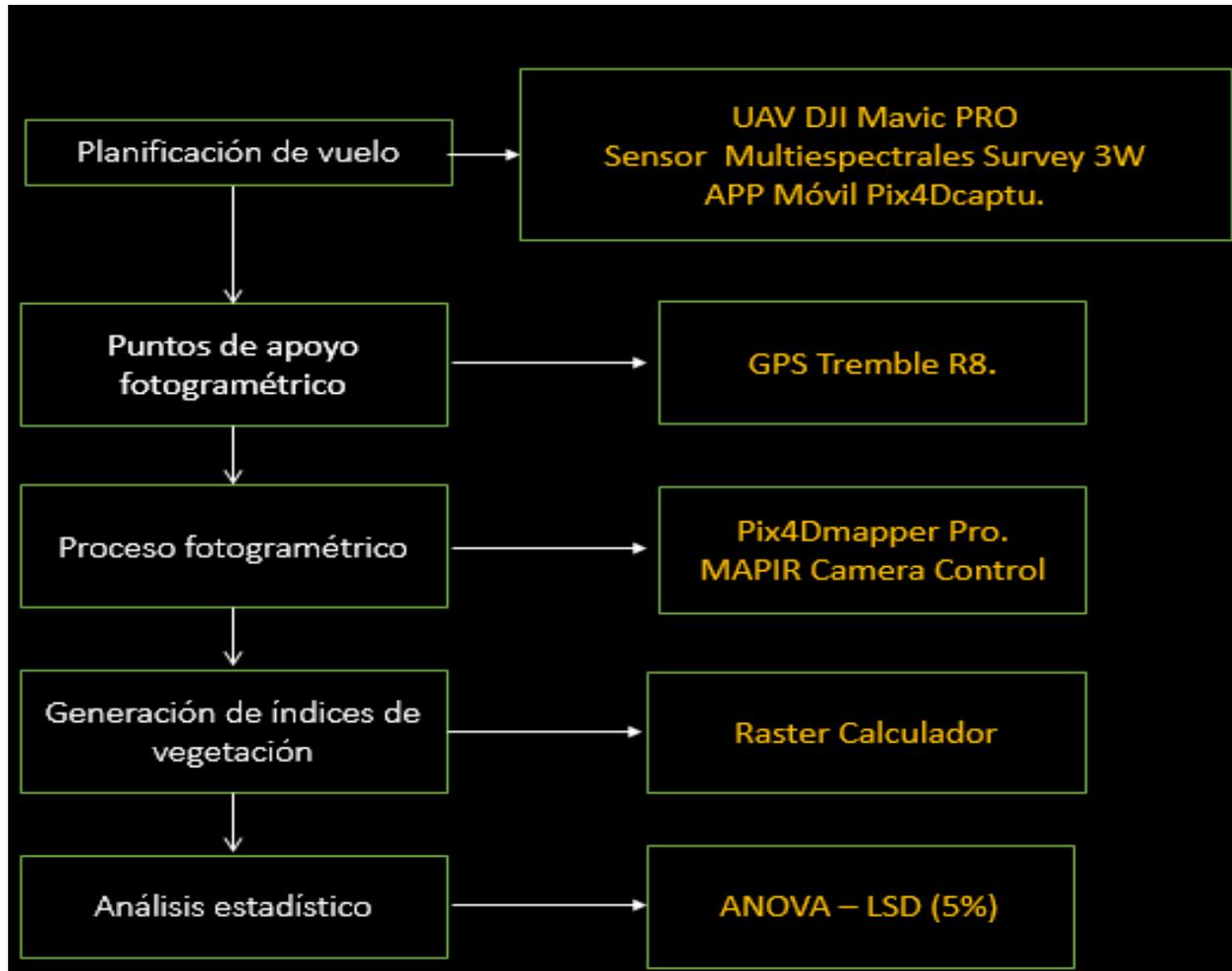
Muestreo		Estado fenológico	Días después de la siembra (dds).
1	2	Cotiledonar	37
3	5	Floración	85
4	6	Reproductivo	103
5	7	Envainamiento	118



METODOLOGÍA

Fase Analítica:

Variables espectrales:



METODOLOGÍA

Fase Analítica:
Variables espectrales

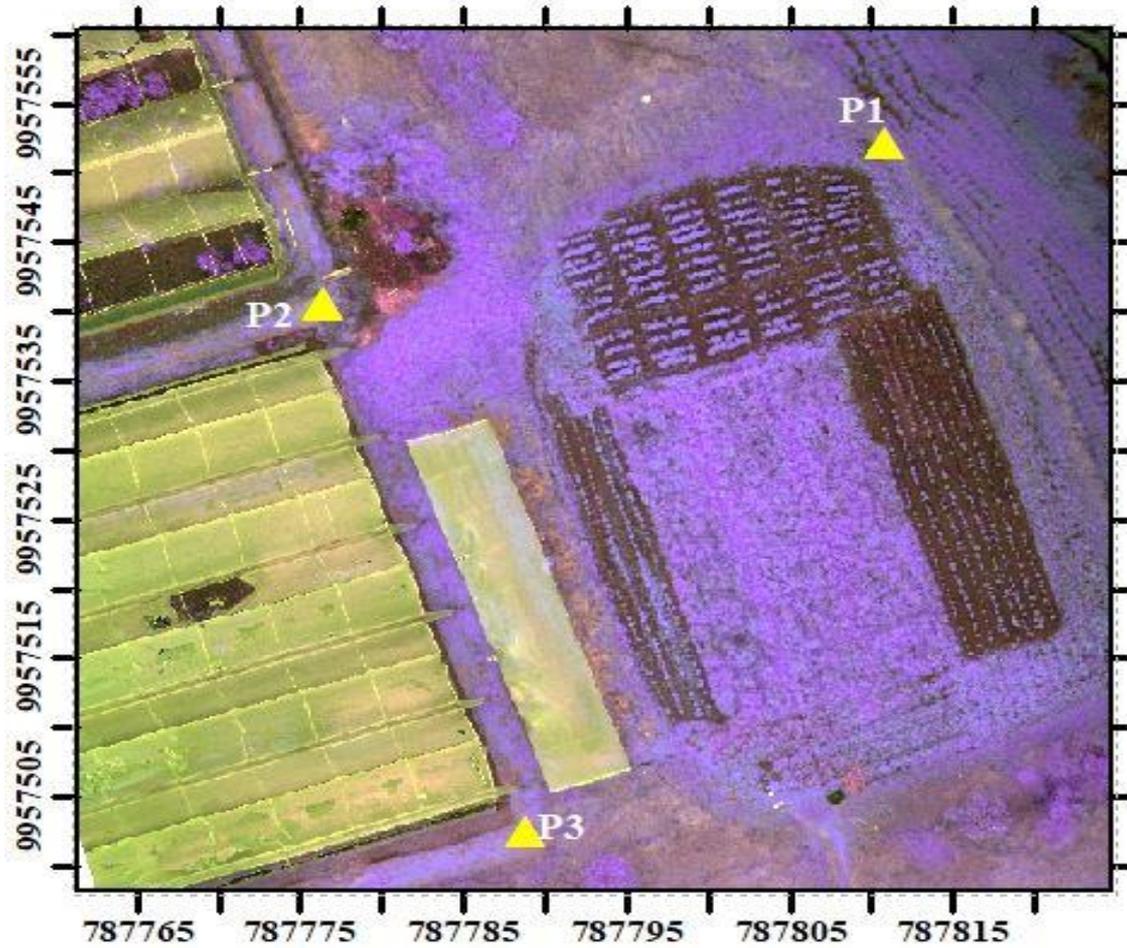


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

METODOLOGÍA

Fase Analítica:

Variables espectrales



RESULTADOS

Variables Agronómicas:

Media \pm desviación estándar de la altura, número de brotes y número de nudos bajo el efecto de la interacción entre el genotipo y el método de control en diferentes estados fenológicos del cultivo de chocho.

Estado Fenológico	Genotipo	Método Control	N	Altura (cm)		Número Brotes		Número Nudos	
				X \pm DE		X \pm DE		X	
Floración	F3	Testigo	30	102 \pm 13,56	b	6 \pm 0,01	a	9 \pm 0,09	a
	F3	UVB	30	111 \pm 4,7	a	6 \pm 0,01	a	9 \pm 0,09	a
	F3	<i>B. subtilis</i>	30	106 \pm 6,5	b	6 \pm 0,01	a	9 \pm 0,09	a
	I 450	Testigo	30	102 \pm 8,82	b	6 \pm 0,1	b	8 \pm 0,08	b
	I 450	UVB	30	104 \pm 3,42	b	6 \pm 0,01	a	8 \pm 0,07	b
	I 450	<i>B. subtilis</i>	30	106 \pm 6.61	b	6 \pm 0,01	a	8 \pm 0,06	b
Reproductivo	F3	Testigo	30	131 \pm 11,75	c	11 \pm 0,18	e	12 \pm 0,01	b
	F3	UVB	30	137 \pm 6,77	b	12 \pm 0,01	c	13 \pm 0,1	a
	F3	<i>B. subtilis</i>	30	148 \pm 6,76	a	14 \pm 0,02	a	12 \pm 0,02	b
	I 450	Testigo	30	132 \pm 6,69	c	10 \pm 0,19	d	10 \pm 0,01	c
	I 450	UVB	30	131 \pm 7,26	c	12 \pm 0,13	c	10 \pm 0,01	c
	I 450	<i>B. subtilis</i>	30	138 \pm 11	b	13 \pm 0,21	b	11 \pm 0,01	c
Envainamiento	F3	Testigo	30	173 \pm 13,22	d	10 \pm 0,01	c	18 \pm 0,51	b
	F3	UVB	30	191 \pm 3,24	b	12 \pm 0,02	b	21 \pm 0,34	a
	F3	<i>B. subtilis</i>	30	201 \pm 6	a	15 \pm 0,02	a	21 \pm 0,38	a
	I 450	Testigo	30	182 \pm 9,2	c	10 \pm 0,02	c	16 \pm 0,04	c
	I 450	UVB	30	191 \pm 3,42	b	12 \pm 0,02	b	17 \pm 0,03	b
	I 450	<i>B. subtilis</i>	30	190 \pm 6,61	b	15 \pm 1,8	a	18 \pm 2,7	b

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



RESULTADOS

Variables Espectrales:

Media \pm desviación estándar del índice de clorofila ICC e índice normalizado de vegetación NDVI, bajo el efecto de la interacción entre el genotipo y el método de control en diferentes estados fenológicos del cultivo de chocho.

Estado Fenológico	Genotipo	Método Control	n	ICC ($\mu\text{g/ml}$)		NDVI	
				X \pm DE		X \pm DE	
Floración	F3	Testigo	30	35 \pm 1,71	c	0,88 \pm 0,35	b
	F3	UVB	30	39 \pm 1,87	b	0,92 \pm 0,34	a
	F3	<i>B. subtilis</i>	30	38 \pm 1,93	b	0,92 \pm 0,34	a
	I 450	Testigo	30	34 \pm 1,79	c	0,86 \pm 0,33	b
	I 450	UVB	30	37 \pm 1,78	b	0,87 \pm 0,31	b
	I 450	<i>B. subtilis</i>	30	43 \pm 1,6	a	0,88 \pm 0,32	b
Reproductivo	F3	Testigo	30	42 \pm 1,65	c	0,91 \pm 0,31	b
	F3	UVB	30	47 \pm 1,77	b	0,94 \pm 0,32	a
	F3	<i>B. subtilis</i>	30	57 \pm 1,56	a	0,93 \pm 0,31	a
	I 450	Testigo	30	42 \pm 1,69	c	0,88 \pm 0,32	b
	I 450	UVB	30	43 \pm 1,26	c	0,89 \pm 0,31	b
	I 450	<i>B. subtilis</i>	30	48 \pm 1,62	b	0,91 \pm 0,3	b
Envainamiento	F3	Testigo	30	18 \pm 1,92	b	0,89 \pm 0,31	d
	F3	UVB	30	17 \pm 1,79	b	0,95 \pm 0,33	b
	F3	<i>B. subtilis</i>	30	24 \pm 1,26	a	0,97 \pm 0,32	a
	I 450	Testigo	30	15 \pm 1,62	c	0,91 \pm 0,31	c
	I 450	UVB	30	16 \pm 1,19	b	0,93 \pm 0,3	c
	I 450	<i>B. subtilis</i>	30	25 \pm 1,14	a	0,94 \pm 0,29	b

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



RESULTADOS

Variables Productivas:

Media \pm desviación estándar del número de vainas por planta, semillas por vaina, porcentaje de semilla no comercial y rendimiento por efecto de la interacción entre el genotipo y el método de control en el cultivo de chocho.

Genotipo	Método Control	n	Numero Vainas / planta		Numero Semillas/ Vaina		% Semilla No Comercial		Rendimiento (Kg)	
			X \pm DE		X \pm DE		X \pm DE		X \pm DE	
F3	Testigo	30	32 \pm 0,19	c	4 \pm 0,05	d	4 \pm 0,04	b	1502 \pm 12	c
F3	UVB	30	39 \pm 0,31	b	5 \pm 0,05	d	3 \pm 0,03	c	1716 \pm 13,7	b
F3	B. subtilis	30	44 \pm 0,36	a	6 \pm 0,06	a	2 \pm 0,04	d	1887 \pm 15,1	a
I 450	Testigo	30	35 \pm 0,26	c	5 \pm 0,03	c	6 \pm 0,05	b	1390 \pm 11,1	d
I 450	UVB	30	37 \pm 0,30	b	5 \pm 0,04	b	4 \pm 0,07	b	1521 \pm 12,2	c
I 450	B. subtilis	30	42 \pm 0,34	a	5 \pm 0,05	b	3 \pm 0,03	c	1790 \pm 13,5	b

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



RESULTADOS

Correlación de Variables:

Correlación de Pearson entre ICC, NDVI, rendimiento, altura, numero de nudos, numero de brotes, numero de vainas por planta, número de semillas por vainas y porcentaje de semilla no comercial.

Variables	Variables	n	r²	p-valor
ICC	NDVI	180	0,28	0,0002
ICC	No. Vainas/planta	180	0,59	<0,0001
NDVI	Altura	180	0,32	<0,0001
NDVI	Rendimiento	180	0,52	<0,0001
NDVI	% Semilla no comercial	180	-0,64	<0,0001
Rendimiento	NO. Semillas/Vaina	180	0,64	<0,0001
Rendimiento	NO. Vainas/Planta	180	0,9	<0,0001
Rendimiento	%Semilla no comercial	180	-0,93	<0,0001
NO. Semillas/Vaina	NO. Vainas/Planta	180	0,88	<0,0001
NO. Vainas/Planta	%Semilla no comercial	180	-0,73	<0,0001



CONCLUSIONES

El pretratamiento de las semillas con radiación UVB en la estufa de solarización y la aplicación de *B. subtilis* cepa CtpxS1-2 durante el crecimiento y desarrollo de las plantas, son alternativas eficientes para el control de la antracnosis en el cultivo de chocho, además se identificó respuesta asociada a las variables agronómicas, patológicas, productivas y espectrales en los estados fenológicos de floración, reproductivo y envainamiento.

La aplicación de *B. subtilis* cepa CtpxS1-2 es un método de control biológico para la antracnosis, que adicionalmente presentó efecto fisiológico estimulante sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejorando el rendimiento tanto para el cruzamiento F3 (ECU-2658 x ECU-8415) y genotipo I 450 Andino. El pretratamiento de semillas con radiación UVB en la estufa de solarización bloquea el ciclo reproductivo de la enfermedad en etapas iniciales y reduce hasta un 95 % la presencia de antracnosis.

Se generó el índice de contenido de clorofila ICC y el índice normalizado de vegetación NDVI en los estados fenológicos de floración, reproductivo y envainamiento. El ICC se puede utilizar para valorar la actividad fotosintética del cultivo y como esta varía de acuerdo al crecimiento de la planta, y el NDVI nos permite diagnosticar e identificar valores atípicos dentro del espectro que se acredita a factores limitantes o externos que puedan afectar la productividad.



CONCLUSIONES

El índice de contenido de clorofila ICC y el índice normalizado de vegetación NDVI presentan una baja correlación, ya que el medidor de clorofila se basa en conceptos de absorbancia y el NDVI de reflectancia. Por tanto, el ICC es específico a la actividad fotosintética que realizan las hojas y el NDVI se estima a partir de toda la biomasa que compone la planta. Por lo cual el ICC se convierte en parte del NDVI. Sin embargo, existe alta correlación entre las variables agronómicas y los índices de vegetación por lo que puede ser utilizado como diagnóstico del estado sanitario y nutricional del cultivo.

Por tanto, este tipo de tecnología es necesaria para la generación de índices de vegetación IV para la caracterización de los cultivos de forma espectral en relación a las variables agronómicas en los diferentes estados fenológicos de acuerdo a las características particulares que presenten cada zona productiva; de esta manera poder tomar decisiones en cuanto a qué y cómo manejar de manera eficiente los cultivos con el fin de tener mayores beneficios económicos, medioambientales y sociales para desarrollar una agricultura sostenible y de precisión.



RECOMENDACIONES

Adicional a la generación de índices de vegetación IV se debe realizar mapas de cultivos (orto mosaicos) para la interpretación grafica en extensiones grandes de producción, tomando en cuenta la zona agroecológica, las características edafoclimáticas, estación del año, estado fenológico del cultivo, contenido de nutrientes y humedad del suelo, y presencia de plagas y enfermedades.

Existen diferentes índices de vegetación IV que pueden ser utilizados para la caracterización de los cultivos, sin embargo, se recomienda el uso el índice de vegetación ajustado al suelo – SAVI, puesto que es un índice diseñado para reducir el efecto del suelo que tienden afectar el resultado del NDVI en estados fenológicos iniciales de crecimiento.

Para la determinación de enfermedades se pueden realizar estudios utilizando sensores multiespectrales y térmicos ya que presentan mejor resolución espacial. O a su vez hacer planificaciones de vuelo a menor altura.

Realizar estudios similares en otras zonas climáticas y en diferentes cultivos con la finalidad de generar un Big Data para la interpretación y diagnostico en tiempo real de los factores limitantes del crecimiento y productividad.

Desarrollar el Manejo Integral de Plagas y Enfermedades MIPE, tomando en cuenta métodos de controles físicos y biológicos, con la finalidad de prevenir el surgimiento de enfermedades y promover mayor actividad fisiológica en los cultivos.





GRACIAS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA