

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS



**“USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA Y  
CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DEL CULTIVO  
ASOCIADO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Y CEBOLLA  
(*Allium cepa* L.) BAJO RIEGO POR GOTEO”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

SUELOS

**PRESENTADO POR:**

Bach. DEYSSI MARITHZA CORDOVA QUISPE

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

**HUANCAVELICA, PERÚ**

2021



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**  
(Creada por Ley N° 25265)



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**

### ACTA DE SUSTENTACION DE VIRTUAL

En la ciudad universitaria de "Común Era"; de la Facultad de Ciencias Agrarias; se llevó a cabo la sustentación por vía virtual y cuyo link fue: [meet.google.com/uwd-xcuj-zno](https://meet.google.com/uwd-xcuj-zno), el día 21 de Diciembre del 2021 a horas 9:00 am., donde se reunieron los miembros del jurado calificador, conformado de la siguiente manera:

**Presidente** : Dr. David RUIZ VILCHEZ  
**Secretario** : Dr. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO  
**Vocal** : Ing. Santiago Oscar PUENTE SEGURA

Designado con Resolución N° 428-2019-D-FCA-UNH; como miembro del jurado calificador del proyecto de investigación Titulado: "USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA Y CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DEL CULTIVO ASOCIADO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Y CEBOLLA (*Allium cepa* L.) BAJO RIEGO POR GOTEO".

Cuyo autor es el graduado:

**BACHILLER** : Deyssi Marithza CORDOVA QUISPE

**ASESOR** : Ph. D. Agustín PERALES ANGOMA

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación virtual del: proyecto de investigación, antes citado.

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar la plataforma virtual; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

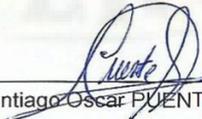
**APROBADO**  **POR UNANIMIDAD**

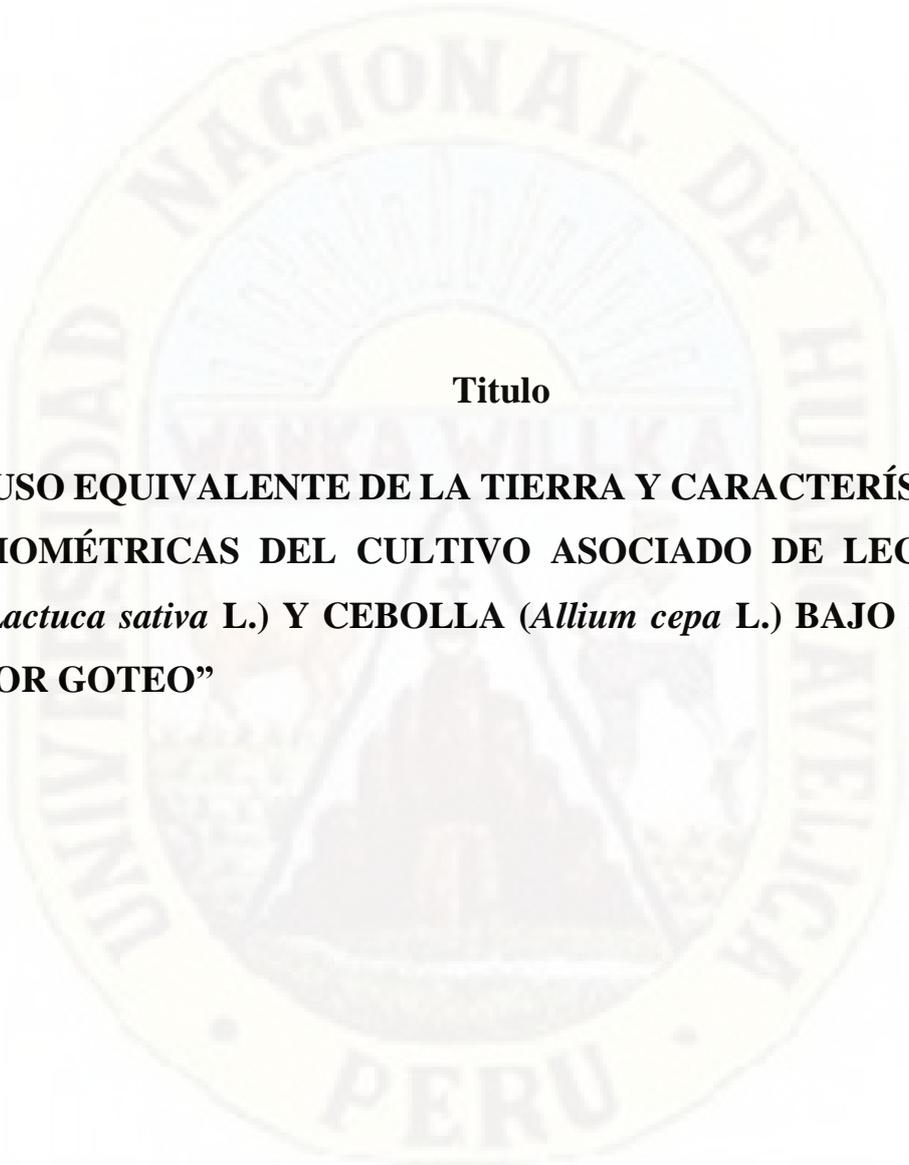
**DESAPROBADO**

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

  
Dr. David RUIZ VILCHEZ  
PRESIDENTE

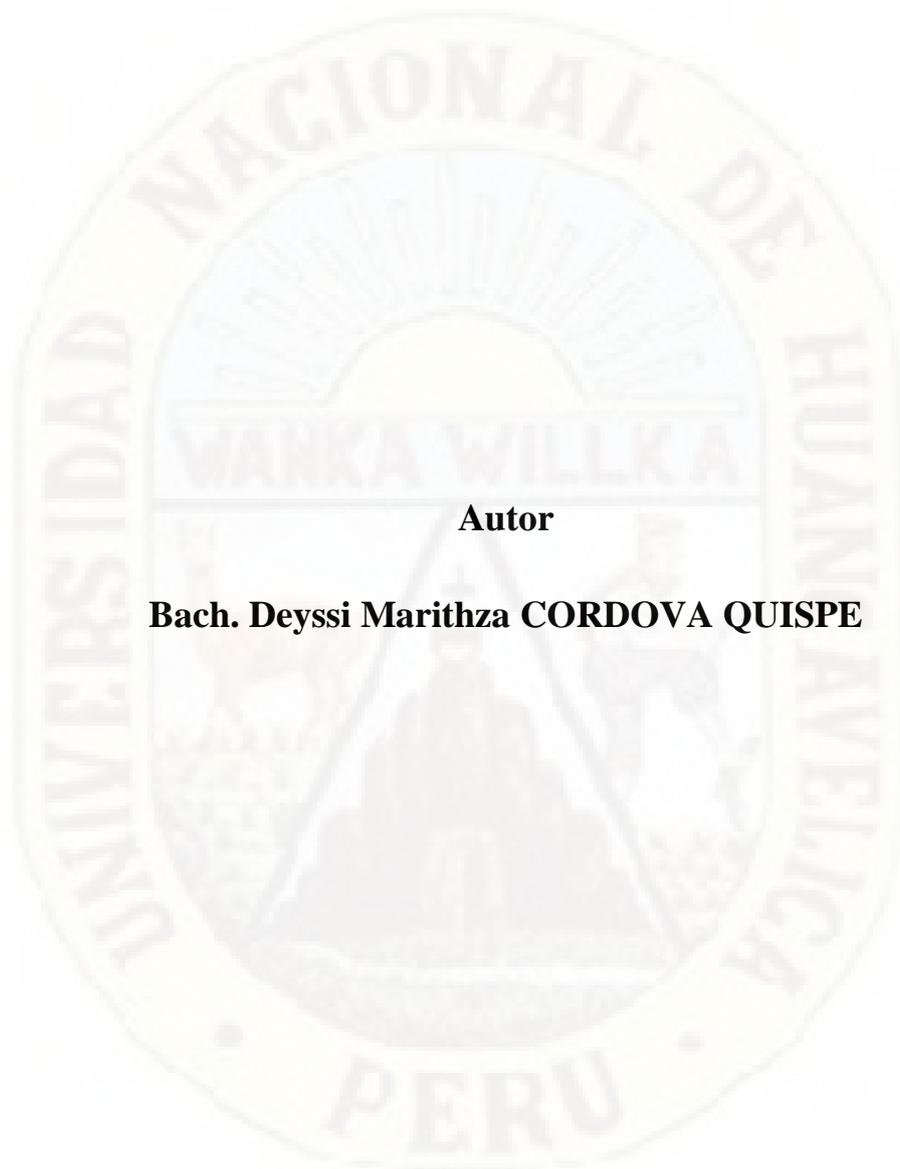
  
Dr. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO  
SECRETARIO

  
Ing. Santiago Oscar PUENTE SEGURA  
VOCAL



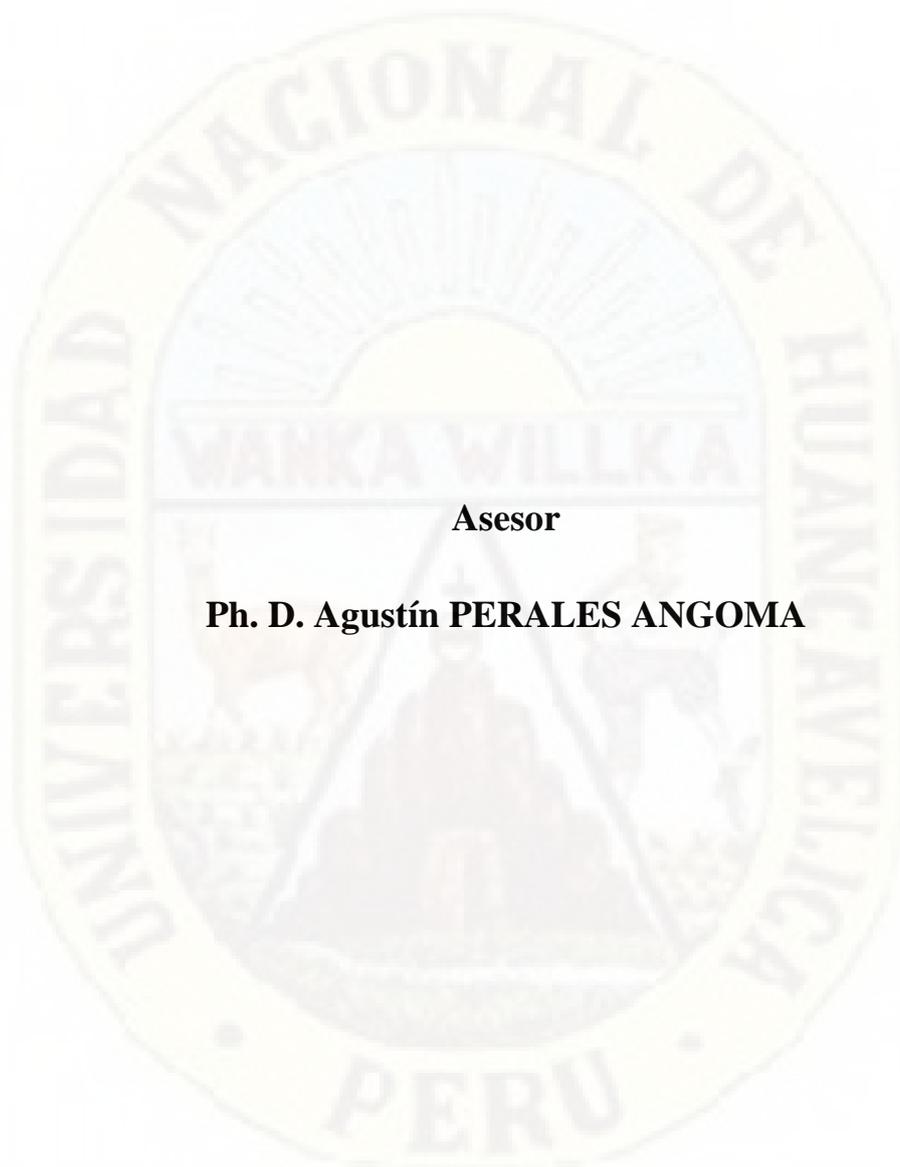
**Titulo**

**“USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA Y CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DEL CULTIVO ASOCIADO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Y CEBOLLA (*Allium cepa* L.) BAJO RIEGO POR GOTEO”**



**Autor**

**Bach. Deyssi Marithza CORDOVA QUISPE**



**Asesor**

**Ph. D. Agustín PERALES ANGOMA**

## **Agradecimiento**

- ✓ A Dios por guiar cada paso que doy, tanto en lo personal y profesional.
- ✓ A mi madre que es padre y madre para mí y que es la pieza fundamental en mi vida que siempre me enseñó el valor de las cosas, a valerme por mí misma y que todo se consigue con sacrificio y dedicación.
- ✓ A mi Asesor al Ph. D. Agustín Perales Angoma, por todo su apoyo brindado en las etapas de este informe.
- ✓ A mi pareja y compañero de vida Deyvi Jesús Chambilla Hamaní, por estar ahí en todo el momento difícil apoyándome a seguir a delante y creer en mí.
- ✓ A todas las personas que me apoyaron desinteresadamente, para el cumplimiento de mis objetivos en el presente trabajo.

## Tabla de contenido

Acta de sustentación.....	ii
Título.....	iii
Autor.....	iv
Asesor.....	v
Agradecimiento.....	vi
<b>Resumen</b> .....	xii
<b>Abstract</b> .....	xiii
<b>Introducción</b> .....	xiv
<b>CAPÍTULO I</b> .....	16
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	16
1.1. Descripción del problema.....	16
1.2. Formulación del Problema.....	16
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. Objetivo General.....	17
1.3.2. Objetivo específico.....	17
1.4. Justificación.....	17
<b>CAPÍTULO II</b> .....	19
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	19
2.1. Antecedentes.....	19
2.1.1. Algunos indicadores del crecimiento y productividad de la cebolla, lechuga y otros cultivos por efecto del monocultivo y policultivo.....	19
2.1.2. Aspectos económicos o rentabilidad del monocultivo y policultivo...22	
2.1.3. Uso Equivalente de la Tierra (UET).....	23
2.2. Bases teóricas.....	26
2.2.1. Generalidades de la asociación de cultivos.....	26
2.2.2. Tipificación de la asociación de cultivos.....	27
2.2.3. Ventajas e inconvenientes de la asociación de cultivos.....	27
2.2.4. La cebolla.....	29
2.2.4.1. <i>Taxonomía</i> .....	29
2.2.4.2. <i>Caracterización botánica</i> .....	30

2.2.4.3. <i>Ciclo vegetativo y ecofisiológico de la planta de cebolla</i> .....	31
2.2.4.4. <i>Requerimientos edafoclimáticos de la planta de cebolla</i> .....	33
2.2.5. La lechuga .....	33
2.2.5.1. <i>Taxonomía</i> .....	33
2.2.5.2. <i>Requerimientos edafoclimáticos</i> .....	34
2.3. Bases conceptuales.....	35
2.3.1. Sistemas de cultivo.....	35
2.3.2. Policultivos.....	35
2.3.3. Monocultivos.....	35
2.3.4. Uso equivalente de la tierra (UET) .....	36
2.4. Definición de términos.....	36
2.5. Hipótesis .....	37
2.6. Variables .....	37
2.6.1. Variable independiente.....	37
2.6.2. Variable dependiente.....	37
2.6.3. Variables intervinientes.....	38
2.7. Operacionalización de variables .....	38
<b>CAPÍTULO III</b> .....	39
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	39
3.1. <b>Ámbito temporal y espacial del estudio</b> .....	39
3.1.1. <b>Ámbito temporal</b> .....	39
3.1.2. <b>Ámbito espacial</b> .....	39
3.2. Tipo de investigación.....	39
3.3. Nivel de investigación.....	39
3.4. Material vegetal.....	39
3.5. Método .....	39
3.5.1. Diseño experimental.....	40
3.5.2. Tratamientos.....	40
3.5.3. Croquis del experimento .....	41
3.5.4. Características del experimento .....	41
3.5.5. Ordenamiento de los cultivos.....	42

3.5.6. Manejo agronómico.....	42
3.6. Población muestra y muestreo .....	43
3.6.1. Población.....	43
3.6.2. Muestra.....	43
3.6.3. Muestreo.....	43
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
3.7.1. Técnicas de recolección de datos .....	44
3.7.2. Instrumentos de recolección de datos.....	45
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	45
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>46</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>46</b>
4.1. Altura de la planta .....	46
4.2. Numero de hojas por planta .....	48
4.3. Diámetro del producto cosechado.....	52
4.4. Peso del producto cosechado .....	54
4.5. Rendimiento por hectárea .....	57
4.6. Uso equivalente de la tierra.....	58
4.7. Análisis de rentabilidad.....	59
<b>Conclusiones .....</b>	<b>61</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>62</b>
<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>63</b>
<b>Apéndice.....</b>	<b>68</b>

## Tabla de contenidos de tablas

<b>Tabla 1</b> Definición operativa de las variables .....	38
<b>Tabla 2</b> Análisis de varianza de la altura de plantas (cm) de cebolla y de lechuga en sistema asociado y en monocultivo en condiciones de riego por goteo, con un nivel de confianza del 95.0 % .....	47
<b>Tabla 3</b> Comparación de promedios de altura de plantas de cebolla y lechuga por efecto del sistema asociado y monocultivo (Duncan, $\alpha = 0.05$ ) .....	48
<b>Tabla 4</b> Análisis de varianza del número de hojas por planta de cebolla y de lechuga en sistema asociado y en monocultivo en condiciones de riego por goteo, con un nivel de confianza del 95.0 % .....	50
<b>Tabla 5</b> Comparación de promedios del número de hojas por planta de cebolla y lechuga por efecto del sistema asociado y monocultivo (Duncan, $\alpha = 0.05$ ).....	51
<b>Tabla 6</b> Análisis de varianza del diámetro de cabeza de lechuga y bulbo de cebolla en sistema asociado y en monocultivo en condiciones de riego por goteo, con un nivel de confianza del 95.0 % .....	52
<b>Tabla 7</b> Comparación de promedios del diámetro de bulbo (cebolla) y cabeza (lechuga) por efecto del sistema asociado y monocultivo (Duncan, $\alpha = 0.05$ ).....	53
<b>Tabla 8</b> Análisis de varianza del peso de cabeza de lechuga y bulbo de cebolla (producto cosechado) en sistema asociado y en monocultivo en condiciones de riego por goteo, con un nivel de confianza del 95,0% .....	55
<b>Tabla 9</b> Comparativo de promedios de rendimiento por planta (peso) del producto cosechado (g) por efecto de los sistemas de cultivo (Duncan, $\alpha = 0.05$ ).....	56
<b>Tabla 10</b> Comparativo de promedios de rendimiento por planta (peso) del producto cosechado (g) por efecto del efecto combinado sistemas versus especies (Duncan, $\alpha = 0.05$ ).....	56
<b>Tabla 11</b> Rendimiento (kg/ha) de plantas de cebolla y lechuga en asociación y en monocultivo, bajo condiciones de riego por goteo .....	57
<b>Tabla 12</b> Análisis de rentabilidad del cultivo de cebolla y lechuga cultivado en monocultivo y asociado en condiciones del Valle del Mantaro.....	60

## Tabla de contenido de figuras

<b>Figura 1</b> Croquis del experimento.....	41
<b>Figura 2</b> Altura de plantas de cebolla y lechuga en sistema asociado y monocultivo. .....	48
<b>Figura 3</b> Número de hojas por plantas de cebolla y lechuga por efecto del sistema asociado y monocultivo.....	51
<b>Figura 4</b> Diámetro del producto cosechado cebolla (bulbo) y lechuga (cabeza) en sistema asociado y monocultivo. ....	54
<b>Figura 5</b> Peso del producto cosechado cebolla (bulbo) y lechuga (cabeza) en sistema asociado y monocultivo. ....	57
<b>Figura 6</b> Rendimiento (kg/ha) de plantas de cebolla y lechuga en asociación y en monocultivo, bajo condiciones de riego por goteo. ....	58

## Resumen

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el distrito de Tres de Diciembre, Provincia de Chupaca, departamento de Junín, durante los meses de noviembre del 2019 a mayo del 2020, con el objetivo de evaluar, el uso equivalente de la tierra, algunas características biométricas y rentabilidad del cultivo asociado y monocultivo de la lechuga y cebolla, en condiciones de riego por goteo. En el experimento se utilizó el diseño de bloques completamente aleatorizados, con 4 tratamientos y 4 bloques. Se concluyó que, en las variables de altura de planta, y diámetro del producto cosechado, no se encontró diferencias por efecto de la asociación y el monocultivo. Los sistemas de cultivo no afectan el número de hojas por planta de lechuga y el peso de los bulbos de la cebolla. El cálculo de la UET igual a 0,92 indica que no hubo ventaja productiva de la asociación sobre los monocultivos. La mayor productividad por unidad de superficie se obtuvo en el sistema de monocultivo en cada especie; y el sistema de cultivo asociado de cebolla (73,41 %) y lechuga (81,05 %) son más rentables, que los monocultivos de cebolla (67,18 %) y lechuga (75,29 %).

**Palabras clave:** Monocultivo, cultivo asociado, uso equivalente del suelo, caracteres biométricos.

## **Abstract**

The research work was carried out in the district of Tres de Diciembre, Province of Chupaca, department of Junín, during the months of November 2019 to May 2020, with the objective evaluating, the equivalent use of the land, some biometric characteristics and profitability of the associated crop and monoculture of lettuce and onion, under conditions of drip irrigation. In the experiment, the design of completely randomized blocks was used, with 4 treatments and 4 blocks. It was concluded that, in the variables of plant height, and diameter of the harvested product, no differences were found due to the effect of the association and the monoculture. Growing systems do not affect the number of leaves per lettuce plant and the weight of the onion bulbs. The UET calculation equal to 0,92 indicates that there was no productive advantage of the association over monocultures. The highest productivity per unit area was obtained in the monoculture system in each species; and the associated cultivation system of onion (73,41%) and lettuce (81,05%) are more profitable, than monocultures of onion (67,18%) and lettuce (75,29%).

**Keywords:** Monoculture, associated crop, equivalent land use, biometric traits.

## Introducción

La cebolla (*Allium cepa* L.) y la lechuga (*Lactuca sativa* L.) constituyen las hortalizas más importantes en la dieta de la población humana a nivel mundial. Por un lado, la cebolla es la segunda en importancia económica después de la papa, con un valor social inestimable y de ocupación de mano de obra familiar (Amaya y Méndez, 2013) y, por otro lado, la lechuga atribuye su alta demanda en el mercado, a su alto potencial de rendimiento y porque se adapta a diferentes condiciones ambientales (Gonzales y Zepeda, 2013).

En nuestro país, su producción comercial se da fundamentalmente en la costa y en los valles su explotación en monocultivo. Sin embargo, este sistema de producción en monocultivo tiene muchas desventajas como, por ejemplo, la degradación de los suelos, contaminación de las aguas y pérdidas desde el punto de vista social, político y ambiental, ocasionando abandono del medio rural y alteraciones en las redes hidrográficas y ciclos biogeoquímicos.

Frente a esta situación, se tiene otra alternativa de producción que procura mayor estabilidad de los agroecosistemas, minimizando el uso de productos químicos sintéticos, conservando la fertilidad del suelo, favoreciendo la biodiversidad con la práctica de los policultivos o utilización de cultivos asociados, uso de cubiertas vegetales entre otras técnicas, que en última instancia permitan una agricultura más sustentable.

Existe consenso en que las asociaciones de diferentes especies tienen la capacidad de complementarse entre sí, debido a que cada especie de planta posee características que le permiten generar beneficios en el crecimiento y desarrollo, los que finalmente se reflejan en la producción. Esta interacción de plantas, ayuda a generar un equilibrio dentro del sistema por que promueve y optimiza la captación de la luz solar y nutrientes, el aprovechamiento de la humedad del suelo, disminuye el daño por plagas y enfermedades, permite reducir el uso de pesticidas, entre otros beneficios.

En diversos lugares del mundo, fundamentalmente en los países en proceso de desarrollo, los agricultores practican sus siembras en combinaciones (policultivos o cultivos intercalados) más que en cultivos de una sola especie (monocultivos o cultivos aislados). Hasta hace pocos años, los investigadores agrícolas, en general, desconocían las bondades que caracterizaban a los policultivos. Sin embargo, en estos últimos años, la investigación del policultivo se ha incrementado y muchos de los beneficios potenciales de estos sistemas se han hecho más evidentes.

Uno de los principales motivos por el cual los agricultores adoptan policultivos, es que con frecuencia se puede obtener mayores rendimientos en la siembra de una determinada área sembrada como policultivo que de un área equivalente, pero sembrada en forma de monocultivo o aislada. Este aumento en el aprovechamiento de la tierra es especialmente importante en aquellos lugares del mundo donde los predios son pequeños debido a las condiciones socioeconómicas y donde la producción de los distintos cultivos está sujeta a la cantidad de tierra que se pueda limpiar, preparar y desmalezar (generalmente en forma manual) en un tiempo limitado.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción del problema**

Los problemas generados en el sector agrario del Valle del Mantaro, por la variabilidad y el cambio climático, están estrechamente relacionados con modificaciones en los patrones de los valores medios y extremos, de temperatura, precipitación y otras variables meteorológicas, que, sumado a la alta vulnerabilidad de los agricultores, falta de políticas y acciones de prevención, e insuficiente apoyo gubernamental, configuran un escenario de alto riesgo. La agricultura que se práctica en el Valle del Mantaro es fundamentalmente tradicional (papa, maíz amiláceo, haba, zanahoria, cebada y alfalfa entre otros) en condiciones de secano, monocultivo, con altos riesgos de heladas y granizadas, bajo un marco de agricultura familiar. Los agricultores de esta zona rural andina, manejan por lo general los riesgos climáticos en base a conocimientos saberes tradicionales, ya que los esfuerzos del gobierno se concentran mayormente en atender los efectos ex post; es decir, cuando ya ocurrieron. Las pocas extensiones de parcelas que cuenta con riego, utilizan fundamentalmente las aguas del río Mantaro y sus afluentes. Sin embargo, estas aguas están contaminadas por los relaves mineros provenientes de la parte alta de la cuenca, lo que implicaría un alto riesgo en la salud humana. Por otro lado, la mayor cantidad de cebolla y la lechuga que se consume en el valle, proviene de otras localidades, lo que incrementa sus costos.

### **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuáles son las características biométricas, el uso equivalente de la tierra y rentabilidad del cultivo asociado y monocultivo de la lechuga y cebolla, en condiciones de riego por goteo?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Cuantificar algunas características biométricas, el uso equivalente de la tierra y rentabilidad del cultivo asociado y monocultivo de la lechuga y cebolla, en condiciones de riego por goteo.

### **1.3.2. Objetivo específico**

- ✓ Evaluar los parámetros agronómicos de la lechuga y cebolla, en asociación y en monocultivo.
- ✓ Obtener el uso equivalente de la tierra de la asociación de la lechuga y cebolla.
- ✓ Determinar la rentabilidad de la asociación y en monocultivo de la lechuga y cebolla.

## **1.4. Justificación**

Para poder establecer una correcta asociación de cultivos, se necesita tener un amplio conocimiento e instruirse sobre las características morfoagronómicas (raíz, tamaño de planta, cobertura de follaje, variedad del producto cosechado, etc.) y fisiológica como es el (hábito de crecimiento, periodo vegetativo, etc.) de cada especie relacionadas con su entorno ambiental. Aunque con frecuencia los agricultores utilizan esta técnica en el marco de una agricultura familiar, lo hacen en forma empírica sin comprender las bases científicas que fundamentan el uso de los sistemas de policultivos.

La justificación del trabajo de investigación se fundamenta porque en principio, permitirá generar conocimiento nuevo sobre la respuesta del cultivo asociado de cebolla y lechuga bajo las condiciones experimentales, en términos de características biométricas, uso efectivo del suelo y rentabilidad económica.

Los resultados permitirán realizar recomendaciones a los agricultores en el marco de una agricultura familiar sustentable, que propicie el desarrollo del agro en esta parte del país, mejorar y contribuir con los pequeños productores a promover el desarrollo de sus cultivos en la producción agrícola, mejorando la

calidad de los productos y reduciendo el costo de producción en suelos de altura durante todo el año, evitando de esta forma el uso de agroquímicos.

Entonces, con el objetivo principal de evaluar la efectividad de las prácticas de asociación de cebolla y lechuga a partir de las características biométricas, determinación del uso equivalente de la tierra (UET) y la rentabilidad económica, se desarrollará el trabajo de investigación.



# CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Algunos indicadores del crecimiento y productividad de la cebolla, lechuga y otros cultivos por efecto del monocultivo y policultivo

Granados (2021) ejecutó un ensayo en el distrito de Manzanares-Concepción, en el cual asoció maíz (San Jerónimo)-haba (Gergona), para lo cual utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones con la finalidad de determinar con qué tipo de siembra intercalada maíz-haba se obtendrá una mayor producción, determinar la eficiencia económica de cultivos intercalados maíz-haba y determinar el uso eficiente de la tierra (LER). Entre los resultados encontrados indica que el cultivo intercalado maíz-haba, dentro del surco con plantas intercaladas, presentó mayor producción en los sistemas de siembra, comprobado con el LER, beneficiando al maíz. La Eficiencia Económica más alta, presentó el cultivo intercalado con plantas intercaladas, lo que propone una relación directa entre la Eficiencia Económica y LER. El más eficiente en el uso de la tierra lo obtuvo el cultivo intercalado con plantas intercaladas de maíz y haba, con LER de 1,32, significando una necesidad de 32% más de área para conseguir los mismos rendimientos con el monocultivo comparado con el cultivo asociado.

Pozas *et al.* (2017) demostró que la asociación de maíz y frijol obtuvo la mayor producción total, donde el maíz rindió 7,9 Mg ha<sup>-1</sup> y el frijol 1,9 Mg ha<sup>-1</sup>. Además, mencionan que el policultivo, se produjo en promedio 68,3 g y 27,5 g por cada planta de maíz y frijol respectivamente. El resto de las combinaciones de cultivos (maíz-calabaza, frijol-calabaza y maíz-frijol- calabaza) superaron en rendimiento total a los respectivos monocultivos. También reportan que la calabaza destacó en las diversas asociaciones e incrementaron su rendimiento por planta, pero

disminuyeron la producción por planta de maíz y frijol asociados con la calabaza. Finalmente subrayan la sobre cosecha de maíz y frijol asociados comparado con los respectivos monocultivos.

Piris y Enciso (2013) al evaluar la producción del cultivo de lechuga y cebolla en el sistema de siembra tanto en monocultivo y en cultivo asociado no fue afectado su rendimiento de masa fresca y número de atados por área, por otro lado, en monocultivo se encontró más número de hojas por cada planta de cebolla y altura de lechuga (14,58cm). En tanto en siembra asociada hubo mayor rendimiento en atados y por área en lechuga (136.879) y cebolla (74.783), En cebolla obtuvo interacción significativa, con mayor rendimiento total equivalente (90.585 atados/ha) con cuatro hileras. Finalmente, con cuatro hileras por tablón obtuvo mayor número de atados/ha., en lechuga (59,051) y cebolla (59,872).

Martínez *et al.* (2014) con el objetivo de evaluar el crecimiento de maguey en asociación con maíz y frijol establecieron tres sistemas de asociación: Maguey en monocultivo, 2. Maguey con maíz y 3. Maguey con frijol. Del cual en la evaluación de agosto del 2011 los magueyes con frijol desplegaron 42 y 12 % más hojas que los magueyes en monocultivo y con maíz, respectivamente; al mismo tiempo, en febrero del 2012 desplegaron 100 y 54 % más hojas que los magueyes con maíz y en monocultivo, respectivamente. En total mostraron que de octubre del 2011 a julio del 2012 los magueyes con frijol presentaron más hojas que los asociados con maíz en un 28 % de diferencia; de enero a junio del 2012 los magueyes con frijol exhibieron más área foliar que los asociados con maíz en un 49 % de diferencia. Encontraron además que los magueyes con frijol presentaron 36 % más hojas que los magueyes en monocultivo. Concluyeron finalmente que el maguey crece más cuando se asocia con frijol y menos cuando se asocia con maíz.

Rojas *et al.* (2017) Al evaluar el rendimiento del frijol ayocote y maíz en sistema asociado, en función de las variables biomasa total (BT), índice

de cosecha (IC), rendimiento de grano (RG) y sus componentes en ambos cultivos, concluyeron que en el cultivo asociado maíz-frejol el cambio que se obtuvo en número de plantas por mata de los dos cultivos modificaron la BT, IC, RG, y su composición en ambos cultivos. En el cultivo asociado de ayocote -maíz la BT, RG y su composición, tuvieron cambios por el número de plantas en ambos cultivos por mata. Para el mayor rendimiento de BT, RG e ingreso neto se logró con la combinación de tres plantas de ayocote y una de maíz.

Lapas (2014) al evaluar el efecto asociado del maíz con arveja, encontró que en monocultivo los rendimientos de arveja fueron 4,328 kg/ha en vaina verde y 10,700 kg/ha en maíz choclo, superiores en rendimiento a la asociación arveja-maíz, con 1,850 kg/ha en vaina verde y 8,230 kg/ha en maíz choclo con evaluación individual de cultivos.

Rupay (2014) al evaluar el efecto de la asociación de dos fabáceas sobre el rendimiento del cultivo de maíz, concluyó que en promedio se obtuvo 1,50 mazorcas/planta con la asociación intercalada múltiple maíz-caupí. Además, encontró que la asociación intercalada múltiple maíz-caupí registró una longitud promedio de mazorca de 20,00 cm. Respecto al número de granos/mazorca, se alcanzó con la asociación intercalada múltiple maíz-caupí) con 77,95 g, seguido de la asociación intercalada lineal maíz-caupí con 72,50g. Finalmente reportaron que con la asociación intercalada múltiple maíz-caupí produjo 2 918,75 kg/ha, seguido de la asociación intercalada lineal maíz-caupí) con 2 578,50 kg/ha.

Al estudiar el efecto de los cultivos intercalados de frijol mungo, caupí y sesbania, Khan (2014) estableció experimentos en el diseño de bloques completos al azar con arreglos de parcelas divididas de tal manera que comprendían 10 tratamientos de cultivos intercalados. Entre los resultados que encontró fue que la biomasa media de malezas en 2013 fue mayor que en 2012. Por el contrario, las biomásas de maíz, frijol

mungo, caupí y sesbania fueron mayores en 2012. Por efecto del uso de herbicidas, la biomasa de malezas fue menor en los tratamientos herbicidas durante ambos años. Sin embargo, las biomásas de los cultivos asociados fueron mayores en las parcelas tratadas con el herbicida pendimetalina en preemergencia. En lo que respecta al efecto del cultivo intercalado, la biomasa de malezas fue más alta en los cultivos únicos en comparación con las parcelas donde se realizó el cultivo intercalado. obtuvo una biomasa mínima de malezas en parcelas donde se intercalaron 10 hileras de frijol mungo con seis hileras de maíz. Los tratamientos en monocultivo tuvieron la biomasa de cultivo respectiva más alta, es decir, maíz, frijol mungo, caupí y sesbania tuvieron sus biomásas más altas en sus tratamientos únicos. Concluyó que la biomasa de malezas se reduce al aumentar la población y diversidad de cultivos y también por el uso de pendimetalina. Además, la biomasa del cultivo es mejor cuando el cultivo intercalado se realiza con una proporción de una hilera de maíz y una hilera del cultivo intercalado. Por lo tanto, la integración del herbicida de preemergencia con cultivos intercalados de leguminosas con maíz en una proporción de 1:1 constituyó un enfoque efectivo para la supresión de malezas y una mayor biomasa del cultivo.

### **2.1.2. Aspectos económicos o rentabilidad del monocultivo y policultivo**

Rucoba y Munguía (2013) al analizar las perspectivas de rentabilidad para dos sistemas de producción de *Jatropha curcas* en monocultivo y en asociación con maíz y frijol concluyó que la asociación de cultivos es más deseable, al tener una mayor capacidad de aprovechamiento de los recursos y de regeneración del agroecosistema y que los indicadores de evaluación de la viabilidad económica de proyectos VAN, TIR, B/C, fue positiva.

López et al. (2012) reportaron que los unicultivos de las especies en estudio, no superaron al agrosistema frijol – girasol, además el análisis económico sugiere que el costo ecológico de la siembra de frijol en

espaldera tradicional, es más alto que cuando se siembra en asociación con girasol.

Ebel et al., (2017) desarrollaron un experimento en Piedras Blancas, Estado de México, con el objetivo de comparar combinaciones de policultivos de maíz, calabaza y frijol versus los monocultivos de cada una de estos cultivos. Entre los resultados que reportaron fue que, de todos los tratamientos evaluados, la asociación de maíz y frijol demostró la mayor producción total, donde el maíz produjo 7.9 t/ha., y el frijol 1.9 t/ha. En este policultivo, cada planta de maíz produjo 68.3 g, 1.2 veces superior al rendimiento por planta en monocultivo; y cada planta de frijol 27.5 g, lo que corresponde a su rendimiento en el monocultivo. Todas las demás combinaciones de cultivos (maíz-calabaza, frijol-calabaza y maíz-frijol-calabaza) superaron también los respectivos monocultivos en cuanto a su rendimiento total. Con respecto a la calabaza destacaron que las diversas asociaciones incrementaron su rendimiento por planta, pero disminuyeron la producción por planta de maíz y frijol asociados con la calabaza. Confirmaron, además que la sobrecosecha de maíz y frijol asociados respecto con los respectivos monocultivos, lo que resaltan el potencial productivo de los sistemas de producción diversificados.

Crisóstomo (2018) al evaluar el efecto del estiércol de ovino en la producción y rentabilidad del cultivo asociado y monocultivo de la col (*Brassica oleracea* var. capitata) y cebolla (*Allium cepa* L.) en el Valle del Mantaro, concluyó que no genero mayor Índice Equivalente de Tierra (0.99) y con estiércol (0.95) esto en el sistema asociado. La rentabilidad fue mayor en la asociación de col y sin adicionar el estiércol de ovino el cual fue (156,27%).

### **2.1.3. Uso Equivalente de la Tierra (UET)**

Tineo y Roque (2018) realizaron el trabajo de investigación del uso equivalente de la tierra en la asociación maíz-arveja, con el objetivo de determinar la influencia de la captación del agua de lluvia en los

rendimientos de maíz y arveja en asociación y en monocultivo y el uso equivalente de la tierra (UET). Para lo cual utilizaron el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial. Concluyeron que la asociación de maíz-arveja con captación de lluvia, generó el mayor índice UET con 1,506.

Piña et al (2014) con el objetivo de estimar la razón equivalente de la tierra, biomasa, rendimiento de grano y extracto etéreo de *Helianthus annuus* L. en monocultivo y asociado con *Pisum sativum* L. en dos fórmulas de abonamiento de N/ha, en El Cerrillo, México. Evaluaron el rendimiento de vaina obtenido por *P. sativum* como cultivo puro y asociado con *H. annuus*. Los seis tratamientos que establecieron fueron evaluados en un experimento factorial  $2 \times 3$  en un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los resultados que reportaron fueron que el mayor porcentaje de la variación original de los datos se representó adecuadamente en los dos componentes principales, debido a que ambos explicaron el 87,9%, revelando que los tratamientos *H. annuus* en monocultivo y *H. annuus* + *P. sativum* fertilizados con 80 kg N/ha fueron los que obtuvieron la mayor producción de grano (287,7 y 285 g/m<sup>2</sup>, respectivamente). El valor de la razón equivalente de la tierra (1,47) que obtuvieron con el suministro de 80 kg N/ha indican una ventaja en el rendimiento de grano y vaina de la asociación de ambas especies en 47% sobre sus respectivos monocultivos. Como conclusión estiman que el sistema de siembra evaluado representa una buena opción para los productores de escasos recursos económicos de la región.

(Cruz et al, 2013) desarrollaron un trabajo de investigación con el objetivo de evaluar la viabilidad económica y ambiental de cuatro cultivos de importancia económica y las posibles combinaciones entre ellos. Evaluaron indicadores económicos, físicos, químicos, y biológicos mediante un análisis estadístico multivariado de componentes principales y la prueba t-student. Encontraron que los policultivos de café robusta-cacao y hule-cacao obtuvieron un LER de 1.33 y 1.13 respectivamente y

una relación B/C de 2.59 y 1.89, por lo que fueron los más viables económicamente. También reportaron que el policultivo hule-café árabe presentó características de interferencia interespecífica. El hule en monocultivo al igual que el policultivo hule-cacao fueron los más viables económicamente y ambientalmente, debido a que destacaron significativamente en cada indicador y a las posibilidades de corrección de factores limitantes como pH y cantidad de luz que tienen los productores.

Pereyra et al (2013) desarrolló un experimento con el objetivo de determinar la biomasa producida y el uso equivalente de la tierra en monocultivo e intercultivos de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con sorgo sudán (*Sorghum sudanense* L.) y avena (*Avena sativa* L.). Evaluaron la biomasa aérea de todos los tratamientos (expresada por unidad de superficie) y el uso equivalente de la tierra, para lo cual utilizaron el diseño completamente aleatorizado, dispuesto en bloques con dos repeticiones. Concluyeron que el intercultivo alfalfa-sorgo triplicó la producción de alfalfa en relación con el monocultivo, mientras que alfalfa-avena no superó la producción de alfalfa pura en los meses de invierno. Además, el intercultivo alfalfa-sorgo fue un 57 % más eficiente en el uso de la tierra que sus respectivos monocultivos, mientras que alfalfa-avena no logró superar la unidad.

Díaz et al, (2012) con objeto de conocer el efecto del girasol (*Heliantus annuus* L.) como espaldera establecieron un experimento en Cerrillo Piedras Blancas, México, para lo cual utilizaron el cultivar Hav-14 de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) y cv. Victoria para girasol a una densidad de 6,2 plantas/ metro cuadrado para unicultivos y 12,4 plantas/ metro cuadrado para los agrosistemas frijol – girasol, bajo el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Evaluaron las variables de rendimiento, número de ejotes por corte, área foliar, índice de área foliar, biomasa, eficiencia en el uso de la radiación, integral térmica y uso equivalente de la tierra. Entre los resultados encontrados

indican que los unicultivos de las especies en cuestión, no superaron al agrosistema frijol – girasol, además el análisis económico sugiere que el costo ecológico de la siembra de frijol en espaldera tradicional, es más alto que cuando se siembra en asociación con girasol.

Ruíz y Victorino (2015) al evaluar la respuesta del policultivo Jamaica-frijol- maíz a tratamientos de fertilización, reportó que el mejor UET = 3.31 en el patrón de cultivo Jamaica-frejol-maíz. Los resultados indican que al asociar la Jamaica con maíz y frejol es una opción para la producción biológica y económica facilitando la economía de los campesinos.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Generalidades de la asociación de cultivos**

Los agrosistemas de asociación de cultivos sugieren una alternativa de producción con mayor estabilidad e intensidad en el uso de los recursos. Su empleo se ha venido realizando al mismo tiempo con la evolución de la agricultura. En la actualidad, estos sistemas son utilizados principalmente por los agricultores de escasos recursos en virtud del UET (uso eficiente de la tierra) e insumos, la reducción de riego en la producción (atribuido a factores climáticos y/o incidencia de plaga y enfermedad), y por unidad de área obtener mayor rendimiento e ingreso (Morales *et al.*, 2011).

El crecimiento y desarrollo del cultivo resulta ser una ventaja selectiva de un cultivo sobre al otro, teniendo una característica más visible del sistema en cualquier variación en al cual influye. Los cultivos asociados dentro de una interacción dinámica son más estables en la producción del sistema como un conjunto. Siendo mínima la perdida por un factor de estrés físico o enfermedad de una de las especies. Cuando la producción de un cultivo baja el otro aumenta. (Pérez, 2014).

El sistema agrícola tiende a ser de mayor importancia, usando cultivos para beneficiar al otros. Cultivos que suelen enraizar profundamente

tienden a conseguir nutrientes de las zonas más profundas del sub suelo. Las hojas al caer en la superficie del suelo o tierra se descomponen y sus nutrientes tienden a llegar a cultivos con raíz superficial.

El abono verde o cultivo de cobertura tienden a abastecer de material orgánico y nutrientes a cuyos cultivos estén asociados a él. Las leguminosas siendo simbiote es capaz de fijar nitrógeno el cual es aprovechado por los siguientes cultivos. Plantas de desarrollo vertical y erecto, así como el maíz entre otros suelen servir de tutores o apoyo para diversos cultivos. Las ramas de varios árboles también pueden desempeñar dicho papel (Pérez, 2014).

### 2.2.2. Tipificación de la asociación de cultivos

GDR (2018), refiere que los policultivos se pueden clasificar de acuerdo a la interacción entre cultivos que puede tener efectos inhibidores o estimulantes en los rendimientos:

- ✓ **Asociación inhibitorios:** Este tipo se caracteriza por que la interacción entre los cultivos tiene una repercusión negativa neta sobre todas las especies.
- ✓ **Asociación monopolística:** Esta interacción entre las especies de cultivos, tiene un efecto positivo neto en una especie, pero un efecto negativo neto en la otra.
- ✓ **Asociación amensalístico:** Esta interacción entre las especies de cultivos, tiene un efecto negativo en una especie y ningún efecto observable en la otra.
- ✓ **Asociación comensalístico:** interacción entre las especies de cultivo con un efecto positivo neto sobre una especie y ninguna sobre la otra.

### 2.2.3. Ventajas e inconvenientes de la asociación de cultivos

Se ha mencionado que los policultivos tienen una serie de ventajas; no obstante, es pertinente subrayar que no toda asociación potencial de cultivo puede estar juntos ni ser viables ecológicamente y

económicamente, las ventajas no suelen ser igualmente equilibrado por loa agricultores y realizan actividades complicadas con un alto consumo de energía, de trabajo y un amplio entendimiento ecológico (Cruz et al, 2013).

Tamayo y Alegre (2022) mencionan que los principales beneficios de estos sistemas de uso de los suelos en comparación con los sistemas de monocultivo están relacionados con una mejor eficiencia del uso de recursos naturales (tierra y agua), mayor rendimiento de producto, incremento de ingresos, mitigación del cambio climático (por la mayor capacidad de almacenamiento de carbono), reducción de las poblaciones plaga y patógenos, fomento del control biológico, aumento de la diversidad poblacional de macro y microorganismos benéficos, así como el mejoramiento de la fertilidad del suelo. A pesar de que la mayoría de resultados demuestran las ventajas de esta innovación, se destaca la necesidad de generar resultados integrales que refuercen el planeamiento de esta propuesta como una alternativa de producción de alimentos altamente viable.

Las asociaciones de cultivos influyen sobre la población de insectos-plaga, debido a que algunas plantas liberan olores que desagradan a los insectos, a la vez son repelentes y pueden ayudar a controlar las plagas sin necesidad de usar productos químicos (Muñoz, 2014). Por otro lado, la biomasa de las malezas se reduce mediante el aumento de la densidad y diversidad de los cultivos (Khan, 2014).

Los monocultivos de plantas fomentan la multiplicación y propagación de insectos plaga en cultivos masivos y uniformes. Numerosos estudios han evaluado el impacto de la diversificación de las plantas en las plagas y la dinámica de la población de artrópodos beneficiosos en los ecosistemas agrícolas y han proporcionado alguna evidencia de que las técnicas de manipulación del hábitat como los cultivos intercalados

pueden influir significativamente en el control de plagas (Marković, 2013).

Un cultivo de legumbre intercalado con maíz es una buena medida para conservar los nutrientes de suelos, ya que estudios experimentales llevados Bengala Occidental según Mandal *et al.* (2014) evidencia que el estado de fertilidad del suelo después de la cosecha deja una alta disponibilidad de nitrógeno (N) en el suelo, en el cultivo de maíz intercalado con cacahuete, y en el intercalo de policultivos de maíz y maní observaron incremento de potasio (K), sin embargo, el P disponible era bajo esto se debió a la mayor relación de filas. Cuatro filas de cacahuete entre dos filas pareadas de maíz (2:4).

La asociación de cultivos constituye una alternativa para este propósito por poseer varias ventajas frente a sistemas basados en una sola especie. Varios estudios han demostrado las bondades de la diversidad en los campos agrícola, en relación con el incremento de la productividad vegetal (Ebel *et al.*, 2017; Molina *et al.*, 2016) y animal (Rivera *et al.*, 2015), mejoramiento de ingresos (Aguirre, 2017), atenuación del cambio climático (Alegre, 2017), optimización del agua (Chamorro y Rey, 2017), incremento de fertilidad del suelo (Navas *et al.*, 2020; Vera, 2017) y bienestar familiar (Vásquez *et al.*, 2018). A pesar de existir un avance significativo en el campo de la investigación en cultivos múltiples, es necesario evidenciar las bondades de este tipo de innovación de manera integral; así como también, los principales tipos de arreglos que se pueden identificar en el sector rural. Por este motivo, la presente revisión bibliográfica tuvo como objetivo evidenciar la importancia de la asociación de especies en aspectos relacionados con la agricultura sustentable (Tamayo y Alegre, 2022).

#### **2.2.4. La cebolla**

##### **2.2.4.1. Taxonomía**

La clasificación taxonómica del cultivo de cebolla es la siguiente (García, 2017):

Reino : Plantae

División : Magnoliophyta  
Clase : Liliopsida  
Subclase : Liliidae  
Superorden : Liliianae  
Orden : Amaryllidales  
Familia : Alliaceae  
Subfamilia : Allioideae  
Tribu : Alleiae  
Subtribu : Alliinae  
Género : Allum  
Especie : Allium cepa L.

#### 2.2.4.2. *Caracterización botánica*

La cebolla es un cultivo que tiene un ciclo es bianual. En tanto, es cultivado anualmente con la finalidad de aprovechar el bulbo y dos veces al año con el propósito de adquirir semilla. Según García (2017) su descripción botánica del cultivo de cebolla es de la siguiente manera:

- ✓ **Raíz:** Tiene un sistema radicular abundante y el cual se encuentra en un nivel superficial. En los 20 cm de cobertura se encuentra el 90%, fundamentalmente adventicio, con pocas ramificaciones secundarias y con un diámetro que está entre 0,5 a 2 mm.
- ✓ **Tallo:** Subterráneo, pequeño y cubierto por la base de las hojas originadas desde la yema apical. Juntamente con el tallo se produce gran cantidad de primordios radiculares del cual se origina la raíz adventicia de la planta. Sus hojas son verdes, provistas de una cutícula cerosa. El cual se puede distinguir por dos partes definidas: parte inferior o vaina envolvente y la parte superior que es realmente un peciolo agrandado sin limbo, hueco y circular.

- ✓ **Hojas:** En su totalidad tiene hojas opuestas, el punto de unión de la vaina y limbo de la anterior hoja de apertura de donde nacen las hojas, de tal forma que cada vaina enrolla a todas las que van nacen después.
- ✓ **Catafilos:** Las catáfilas, comúnmente llamados túnica en las cebollas, es la parte que se consume generalmente. Las túnicas están separadas por una tela de color transparente que se llama lamina. El bulbo se origina con el engrosamiento del conjunto de partes enfundadas de las hojas.
- ✓ **Bulbo:** Es una estructura de reserva que se forma a la mitad de su ciclo de vida del cultivo de cebolla la cual se llama bulbo. Los cuales se forman de acuerdo a un fotoperiodo específico y son producto del almacenamiento de carbohidratos en la parte inferior (base) de las hojas.

#### ***2.2.4.3. Ciclo vegetativo y ecofisiológico de la planta de cebolla***

El ciclo vegetativo de la cebolla se distingue en cuatro fases (García, 2017):

- ✓ Crecimiento herbáceo: inicia con la germinación de la semilla, el cual forma un tallo pequeño en el cual se inserta la raíz y se encuentra el meristemo apical, que posteriormente dará lugar a las hojas. En esta etapa se da lugar el desarrollo foliar y radicular.
- ✓ Formación de bulbos: el sistema vegetativo aéreo se comienza a detener iniciando la acumulación de sustancias de reserva y la movilización en la parte inferior de las hojas interiores. Los cuales se engrosarán dando espacio al bulbo.

- ✓ Reposo vegetativo: se da cuando la planta para su desarrollo y el bulbo entra en estado de latencia.
- ✓ Reproducción sexual: en el segundo año del cultivo es donde se produce. Gracias a la acumulación de sustancias de reserva se desarrolla el meristemo apical del disco, un tallo floral en la parte terminal se localiza una inflorescencia en umbela.

Algunas características de ecología de formación del bulbo pueden resumirse en los siguientes puntos (García, 2017):

- ✓ La incidencia de fotoperiodos largos principalmente influye en la formación del bulbo de la cebolla, aunque existe variedades que se conocen como precoces los cuales requieren de fotoperiodos más cortos.
- ✓ La incidencia de temperatura alta acelera en la formación de los bulbos en fotoperiodos largos, de la misma forma se retrasan en condiciones de temperaturas bajas.
- ✓ La planta solo forma raíz y hojas y no forma bulbo con fotoperiodos cortos.
- ✓ Con referencia a la formación de bulbos-floración (binomio), cada uno de los cultivos tiene una adaptación varietal bastante grande y condiciones climáticas determinadas. La densidad de plantación y el tamaño de planta también influyen en la formación de los bulbos.
- ✓ Los bulbos ya desarrollados una vez cosechados, tienden a experimentar en cierta forma latencia. Las temperaturas extremas son capaces de prolongar la latencia, en tanto la temperatura media suele acortarlas dando lugar a la

brotación. Se puede acortar la latencia con la aplicación de ácido giberélico.

#### **2.2.4.4. *Requerimientos edafoclimáticos de la planta de cebolla***

Según Donoso (2015) los requerimientos climáticos para el cultivo de cebolla de bulbo son: precipitaciones entre 600 – 800 mm durante el desarrollo del cultivo; luz de 10 a 12 horas diarias; 18 a 25 la temperatura, se necesita suelo suelto, profundos, sanos y ricos en materia orgánica. Al exceso de humedad la cebolla es muy sensible, se puede producir agrietamientos de bulbos por los cambios bruscos, su conservación se ve afectada por el exceso de humedad. Es recomendable tener un suelo con capa arable (15-25 cm) tenga una buena retención de humedad. En cuanto a requerimiento de pH, la cebolla se comporta satisfactoriamente a pH óptimo entre 6-6,5.

#### **2.2.5. La lechuga**

##### **2.2.5.1. *Taxonomía***

Según Sánchez, J. (2019), la lechuga presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino : Plantae.  
División : Magnoliophyta  
Clase : Magnoliopsida  
Orden : Asterales  
Familia : Asteraceae  
Subfamilia : Cichorioideae  
Tribu : Lactucaceae  
Género : Lactuca  
Especie : Lactuca sativa L.

### **2.2.5.2. Requerimientos edafoclimáticos**

- ✓ **Temperatura:** Para una óptima de germinación la temperatura debe oscilar entre 18 - 20 °C. Para la fase de crecimiento y desarrollo del cultivo se requieren temperaturas entre 14 - 18 °C durante el día y 5 - 8 °C por la noche. En el periodo del acogollado, se necesita temperatura alrededor de 12 °C por el día y 3 - 5 °C por la noche. Este cultivo es capaz de soportar mejor las temperaturas altas que las bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima temperaturas de hasta -6 °C. Cuando la lechuga está sometida a temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia (Infoagro, 2019).
- ✓ **Humedad relativa.** En relación a la parte aérea, el sistema radicular de la lechuga es muy reducido, por lo tanto, es muy sensible a la escasez de humedad y no soporta un periodo de sequía, aunque éste sea muy breve. La humedad relativa conveniente oscila entre 60 al 80%, aunque en determinados momentos puede tolerar menos del 60%. En condiciones de invernadero, puede incrementarse la humedad del ambiente, por lo que es recomendable el cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan (Infoagro, 2017).
- ✓ **Suelo.** Los suelos requeridos por la planta de lechuga son aquellos de textura arenoso-limosos, con buen drenaje, con pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En los suelos arcillosos, la lechuga vegeta bien, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar. En ningún caso permite la sequía, aunque la superficie del suelo debe estar seca para evitar la

aparición de podredumbres de cuello. En algunos casos, se recomiendan los suelos arenosos, pues se calientan más rápidamente y permiten cosechas más tempranas. En otros casos, se recomiendan los suelos francos, ya que se enfrían más despacio que los suelos arenosos. Es preferible los suelos con abundante materia orgánica, pues hay un mejor aprovechamiento de la humedad del suelo y el crecimiento de las plantas es más acelerado (Infoagro, 2017).

## **2.3. Bases conceptuales**

### **2.3.1. Sistemas de cultivo**

Se le define como un conjunto de técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización de la población para producir uno o más productos agrícolas al sistema de producción agrícola. Este sistema complicado y dinámico, son influenciados por el medio rural externo, dentro del mercado, estructura y programa (Vargas, 2017).

### **2.3.2. Policultivos**

Los sistemas de policultivos tienen su origen en una agricultura de supervivencia conocida como agricultura de subsistencia, dirigida al máximo aprovechamiento del espacio agrícola y su práctica se ha desarrollado históricamente entre los campesinos con carencia de recursos e insuficientes disponibilidades de superficie agrícola. Los sistemas de policultivos tienen su origen en los mismos inicios de la agricultura, como parte de las culturas indígenas y sus saberes (Aguirre, 2017).

### **2.3.3. Monocultivos**

Además del incremento en los costos de producción, los monocultivos hacen que los suelos y la biodiversidad se pierdan. Debido a que capturan mucho menos carbono que los bosques y los sistemas de producción con cultivos diversificados, los monocultivos favorecen el calentamiento

global, reducen la materia orgánica y consecuentemente disminuyen la rentabilidad de las parcelas (CIMMYT, 2020).

#### **2.3.4. Uso equivalente de la tierra (UET)**

El UET basa sus cálculos en el concepto de rendimiento relativo, que se obtiene del cociente de dividir el rendimiento del cultivo asociado entre el rendimiento del mismo en monocultivo. Los rendimientos relativos por especie dan una idea de la habilidad competitiva, si es igual a uno implica igual capacidad y si es superior a dicho número implicara alta dominancia. En el caso de que ambas especies tuviesen rendimientos superiores a la unidad, se pudiese pensar que dichas especies se encuentran en mejores condiciones, mutuamente creadas (Lulo y Yauri, 2014).

#### **2.4. Definición de términos**

- ✓ **Agroecología:** Enseñanza o disciplina científica, que a diferencia de la agricultura convencional la agroecología se basa en conceptos prácticos sobre la ecología, buscando tener un sistema de agricultura sostenible estabilizando la producción (Saradón y Flores, 2014).
- ✓ **Asociación de cultivos:** Este sistema de producción agrícola consiste en intercalar varios cultivos en una unidad de terreno (Rupay, K. 2014).
- ✓ **Producción agrícola:** La producción agrícola es aquella que consiste en generar vegetales para consumo humano. Ha variado mucho a lo largo de la historia, lográndose mejoras significativas en la misma gracias a la implementación de diferentes herramientas y procesos (EcuRed, 2019).
- ✓ **Rendimiento agrícola:** Producto o ganancia en la que moviliza medio material con lo que cuesta y se gasta, con lo que en él se invierte, etc., resultado del esfuerzo o el trabajo de una persona (Edured, 2019).
- ✓ **Rentabilidad económica:** Es la ganancia en promedio que se obtiene de las inversiones de la empresa. También se puede decir que es la rentabilidad del

activo o el rendimiento que este ha generado por cada centavo el cual a sido invertido (Piña et al., 2014)

- ✓ **Uso equivalente de la tierra (UET):** El uso equivalente de la tierra o de suelo, como indicador de la eficiencia de cultivo múltiple. Teniendo en cuenta que cuando el UET es menor a o igual a 1, significa que la asociación no tiene ventajas sobre la siembra de los monocultivos, por otro lado, si el UET supera el 1, se necesitará mayor extensión de terreno para los monocultivos, así poder lograr un rendimiento al igual que cuando se siembra en un sistema asociado (Granados, 2021).

## 2.5. Hipótesis

La asociación productiva de la lechuga y cebolla bajo riego por goteo, permite obtener mayor rendimiento y rentabilidad económica, respecto a la producción en monocultivo.

## 2.6. Variables

### 2.6.1. Variable independiente

- ✓ Cultivo de lechuga en monocultivo
- ✓ Cultivo de cebolla en monocultivo
- ✓ Cultivo asociado de lechuga y cebolla

### 2.6.2. Variable dependiente

- ✓ Altura de planta de lechuga
- ✓ Altura de planta de cebolla
- ✓ Número de hojas de lechuga
- ✓ Número de hojas de cebolla
- ✓ Diámetro de bulbo de cebolla
- ✓ Diámetro de cabeza de lechuga
- ✓ Peso de cabeza de lechuga
- ✓ Peso de bulbo de cebolla
- ✓ Uso equivalente de la tierra

### 2.6.3. Variables intervinientes

- ✓ Riego por goteo
- ✓ Temperatura
- ✓ Humedad relativa
- ✓ Características fisicoquímicas del suelo

## 2.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

*Definición operativa de las variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Unidad de medida
Altura de plantas	Definido como un incremento constante en el tamaño de una planta determinado por procesos. De morfogénesis y diferenciación.	Medición de la altura de plantas desde la superficie del suelo hasta la parte apical de la planta	cm
Numero de hojas	Referido a la producción de hojas por las plantas	Cuantificar el número de hojas por cada planta de lechuga y cebolla	Nº/planta
Diámetro de bulbo	Referido a la longitud del diámetro del bulbo de cebolla.	Medición del diámetro del bulbo de cebolla a la madurez fisiológica.	cm
Diámetro de cabeza	Referido a la longitud del diámetro de la cabeza de la lechuga.	Medición del diámetro de la cabeza de la lechuga a la madurez fisiológica.	cm
Peso de bulbo	Referido al peso del bulbo de cebolla.	Se pesó el bulbo de cebolla a la madurez fisiológica.	g
Peso de cabeza	Referido al peso de la cabeza de la lechuga.	Se pesó la cabeza de la lechuga a la madurez fisiológica.	g
UET	Referido al uso de la tierra por unidad de área	Estimar el uso de la tierra según los sistemas de cultivo	

# **CAPÍTULO III**

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Ámbito temporal y espacial del estudio**

#### **3.1.1. Ámbito temporal**

El experimento se desarrolló en un sistema de riego por goteo dentro de un ambiente protegido durante los meses de noviembre del 2019 a mayo del 2020.

#### **3.1.2. Ámbito espacial**

La investigación se realizó en el distrito de Tres de Diciembre, Provincia de Chupaca, Departamento de Junín

### **3.2. Tipo de investigación**

El trabajo de investigación es considerado de tipo aplicada. Se evaluó el efecto de los sistemas de cultivo de hortalizas en alguna variable biométrías y en el uso equivalente del suelo en condiciones de riego por goteo.

### **3.3. Nivel de investigación**

Por el nivel de conocimiento a generar, el trabajo de investigación es considerado de nivel explicativo, toda vez que en base a los resultados de experimentación se explica los efectos de los sistemas de cultivo en el uso equivalente del suelo y variables biométricas de los cultivos de cebolla y lechuga.

### **3.4. Material vegetal**

En el trabajo de investigación se utilizó semilla botánica de lechuga (variedad Green Towers) y cebolla (Roja Arequipeña).

### **3.5. Método**

En esta investigación se utilizó el método científico experimental. Se manipulo las variables de sistema de cultivo (siembra de lechuga y cebolla en monocultivo y asociación), replicando un fenómeno concreto y observando el grado en que

las variables implicadas y manipuladas producen un efecto determinado en las características biométricas de la lechuga y cebolla.

### 3.5.1. Diseño experimental

El experimento fue conducido en el diseño estadístico DBCA (Diseño bloques Completos al Azar), con cuatro tratamientos y con 4 repeticiones por tratamiento. El diseño estadístico tuvo las siguientes características:

Modelo Aditivo Lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \underbrace{T_i + B_j + TB_{ij}}_{\text{parcela}} + \underbrace{S_k + TS_{ik}}_{\text{sub parcela}} + E_{ijk};$$

$i = 1, 2$  (parcela)

$j = 1, 2, 3$  y 4 (bloque)

$k = 1, 2$  (sub parcela)

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = Valor observado del  $i$ -ésimo tratamiento, del  $j$ -ésimo bloque y en la  $k$ -ésima subparcela.

$\mu$  = media general

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento en la parcela

$B_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque

$TB_{ij}$  = Error de la parcela E(a)

$S_k$  = Efecto de la sub parcela  $k$ -ésima

$TS_{ik}$  = Efecto de la subparcela E (b)

$E_{ijk}$  = Efecto del error experimental en el  $i$ -ésimo tratamiento del  $j$ -ésimo bloque, en la  $k$ -ésima subparcela.

### 3.5.2. Tratamientos

**T1:** Lechuga monocultivo

**T2:** Cebolla monocultivo

**T3:** Asociación cebolla-lechuga

**T4:** Asociación lechuga-cebolla



**Sub parcelas:**

Largo : 3.0 m<sup>2</sup>

Ancho : 2 m<sup>2</sup>

Área : 6.0 m<sup>2</sup>

N° de subparcelas/bloque : 4

N° de surcos/subparcela : 4

Largo de surco : 3.0 m

Distancia entre surcos : 0.50 m

**3.5.5. Ordenamiento de los cultivos**

**Monocultivos:** La cebolla se sembró a doble hilera por surco a una distancia de 20 cm entre planta, y 30 cm entre hilera, para lograr una densidad de 200,000 plantas/ha; la lechuga se sembró en doble hilera por surco a 30 cm entre planta y 30 cm entre hilera, logrando una densidad de 1333,333 plantas/ha.

**Policultivo:** La asociación de cebolla y lechuga se sembró en forma intercalada a lo largo de las hileras distanciadas a 0.25 m entre plantas y 0.30 m entre hileras, haciendo un total de 160,000 plantas (80,000 plantas de cebolla y 80,000 plantas de lechuga).

**3.5.6. Manejo agronómico**

**Preparación del almácigo:** Se preparó camas de germinación con dimensiones de 2.0 x 1.0 m de largo y ancho respectivamente, para cada especie. La siembra se realizó el 10 de noviembre del 2019. El manejo de agua fue de acuerdo a los requerimientos del cultivo utilizando una regadera.

**Preparación del terreno definitivo:** Una vez demarcado las parcelas experimentales con la ayuda de estacas de madera, cordel, wincha, yeso y pico se procedió a la roturación del suelo. Seguidamente se procedió al mullimiento y nivelado del suelo. Finalmente se procedió a la preparación de los surcos.

**Colocación de las cintas de riego por goteo:** Concluido el surcado de las parcelas, se procedió a la colocación de las cintas de riego en la parte central del lomo de los surcos.

**Trasplante al terreno definitivo:** Cuando las plántulas de lechuga tenían aproximadamente 5 cm de tamaño se procedió al trasplante en cada una de las unidades experimentales de acuerdo a la disposición de los tratamientos y a doble hilera. Las plántulas de cebolla se trasplantaron cuando tenían aproximadamente 15 cm de altura. En ambas especies se trasplantó de la siguiente manera:

Lechuga (monocultivo): Distanciamiento entre surcos = 50.cm

Distanciamiento entre hileras = 30 cm

Distanciamiento entre plantas = 30 cm

Cebolla (monocultivo): Distanciamiento entre surcos = 50.cm

Distanciamiento entre hileras = 30 cm

Distanciamiento entre plantas = 20 cm

Lechuga y cebolla en asociación: Distanciamiento entre surcos = 50.cm

Distanciamiento entre hileras = 30 cm

Distanciamiento entre plantas = 25 cm

### **3.6. Población muestra y muestreo**

#### **3.6.1. Población**

Estuvo constituida por 80 plantas por cada unidad experimental.

#### **3.6.2. Muestra**

Para la evaluación de las variables se utilizó 10 plantas por cada tratamiento en cada unidad experimental. Los datos se obtuvieron de muestras aleatorizadas, de manera que se aseguró la representativa.

#### **3.6.3. Muestreo**

Se utilizó el muestreo aleatorio simple, el mismo que indica que cada planta en la unidad experimental tuvo la misma posibilidad de ser elegido

e incluido en la muestra. Permitted establecer diferentes hipótesis y contrastes a través del método inductivo.

### **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.7.1. Técnicas de recolección de datos**

Se utilizó la técnica de observación experimental, en condiciones relativamente controladas por el investigador. Para lo cual se evaluó los siguientes parámetros:

**Altura de planta:** Al momento de la cosecha, se midió la altura en 10 plantas tomadas al azar en los surcos centrales de cada parcela, desde la superficie del suelo hasta la parte apical de la planta. Los resultados se expresan en cm.

**Número de hojas por planta:** Al momento de la cosecha, se contó el número de hojas en 10 plantas tomadas al azar en los surcos centrales de cada parcela. Los resultados se expresan en cm.

**Diámetro de bulbo de cebolla:** Al momento de la cosecha, se midió el diámetro ecuatorial del bulbo de la cebolla en 10 plantas tomadas al azar en los surcos centrales de cada parcela. Los resultados se expresan en cm.

**Diámetro de cabeza de lechuga:** Al momento de la cosecha, se midió el diámetro ecuatorial de la cabeza de la lechuga en 10 plantas tomadas al azar en los surcos centrales de cada parcela. Los resultados se expresan en cm.

**Peso de bulbo de cebolla:** Al momento de la cosecha, se midió el peso del bulbo de la cebolla en 10 plantas tomadas al azar en los surcos centrales de cada parcela. Los resultados se expresan en g.

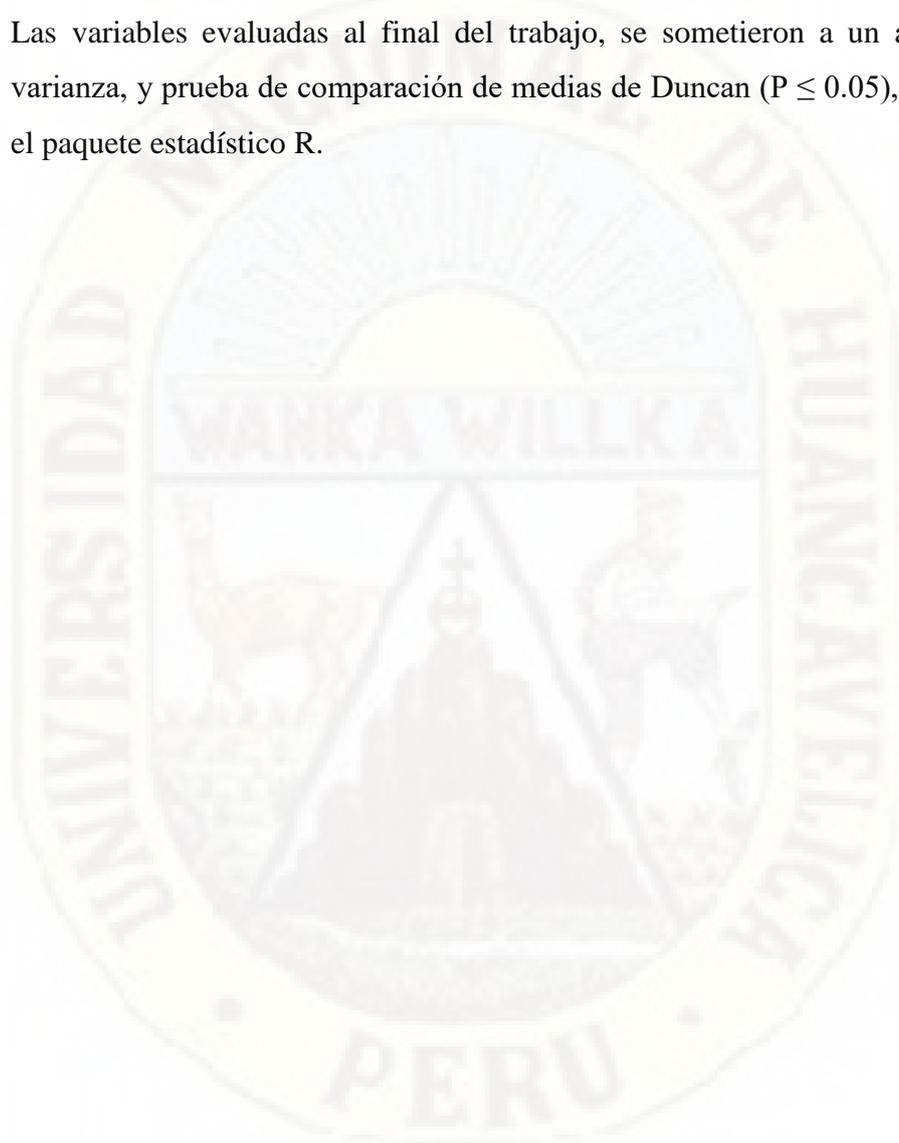
**Peso de cabeza de lechuga:** Al momento de la cosecha, se midió el peso de la cabeza de la lechuga en 10 plantas tomadas al azar en los surcos centrales de cada parcela. Los resultados se expresan en g.

### **3.7.2. Instrumentos de recolección de datos**

Se utilizaron entre otros instrumentos, vernier, regla de precisión, contómetro, balanza de precisión, etc.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Las variables evaluadas al final del trabajo, se sometieron a un análisis de varianza, y prueba de comparación de medias de Duncan ( $P \leq 0.05$ ), utilizando el paquete estadístico R.



# CAPÍTULO IV

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Altura de la planta

El análisis de varianza de la altura de plantas de cebolla y lechuga en monocultivo y asociado indica que para la fuente de variación de bloques no existieron diferencias estadísticas significativas, lo que significa que las unidades experimentales fueron homogéneas y por lo tanto el experimento se ha podido conducir en un diseño de bloques completamente al azar (Tabla 2). En el mismo cuadro también se puede apreciar para un  $\alpha = 0.05$ , que no existe diferencias en la altura de plantas por efecto de los niveles del factor sistema de cultivo; es decir, tanto en monocultivo o en asociación se produjeron igual crecimiento de plantas de cebolla y lechuga, pero si se detectó diferencias estadísticas en altura de plantas por efecto de especies. Al respecto, Crisóstomo (2018) al evaluar el uso equivalente de la tierra y características biométricas del cultivo asociado de col y cebolla, no encontró diferencias estadísticas significativas para la interacción entre la aplicación de estiércol y especie (tipo de cultivo), entre el sistema de cultivo y especie cultivada.

Para el efecto combinado de especies versus sistemas no se encontró diferencias significativas. El coeficiente de variación de parcelas ( $CV = 4,99\%$ ) fue superior al coeficiente de variación de sub parcelas ( $CV = 3,39\%$ ) tal como se esperaba; en ambos casos, de acuerdo a Steel y Torrie (1988) estos valores son considerados muy buenos e indican que el error experimental se controló adecuadamente.

**Tabla 2**

*Análisis de varianza de la altura de plantas (cm) de cebolla y de lechuga en sistema asociado y en monocultivo en condiciones de riego por goteo, con un nivel de confianza del 95.0 %*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>Sig</b>
Bloques	3	2.71	0.90	0.15	9.28	NS
Sistemas	1	0.30	0.30	0.05	10.13	NS
Residuo (a)	3	17.90	5.97			
Especies	1	17256.11	17256.11	6281.02	5.99	*
Especies*Sistemas	1	2.97	2.97	1.08	5.99	NS
Residuo (b)	6	16.48	2.75			
Total	15	17296.47				

$$\mathbf{X = 48.90} \quad \mathbf{S(A) = 2.44} \quad \mathbf{S(B) = 1.66} \quad \mathbf{CV(A) = 4.99 \%} \quad \mathbf{Cv(B) = 3.39 \%}$$

**Donde:**

X = Promedio

S<sub>(A)</sub> = Desviación estándar de parcelas (sistemas)

S<sub>(B)</sub> = Desviación estándar de sub parcelas (especies)

CV<sub>(A)</sub> = Coeficiente de variación de parcelas (sistemas)

CV<sub>(B)</sub> = Coeficiente de variación de subparcelas (especies)

En la Tabla 3 se aprecia que la mayor altura de plantas obtuvo el cultivo de cebolla en sistema asociado (82,31 cm) respecto al sistema monocultivo (81,17 cm); sin embargo, no existe diferencias estadísticas entre ambos sistemas. Al comparar el crecimiento de plantas de lechuga se observa que también no existe diferencias estadísticas significativas tanto en monocultivo (16,35 cm) como en asociatividad (15,77 cm). Similares resultados fueron reportados por Crisóstomo (2018) quién encontró diferencias altamente significativas entre la altura de plantas de col y cebolla. Aunque Piris y Enciso (2013) encontraron para lechuga, diferencia estadística significativa considerando el sistema de cultivo. El monocultivo proporcionó la mayor altura (14,58 cm), difiriendo estadísticamente del asociado (13,35 cm). En base a estos resultados se puede afirmar que los sistemas de cultivo en monocultivo y asociado bajo las condiciones experimentadas, no afecta a esta característica biométrica en ambos cultivos.

**Tabla 3**

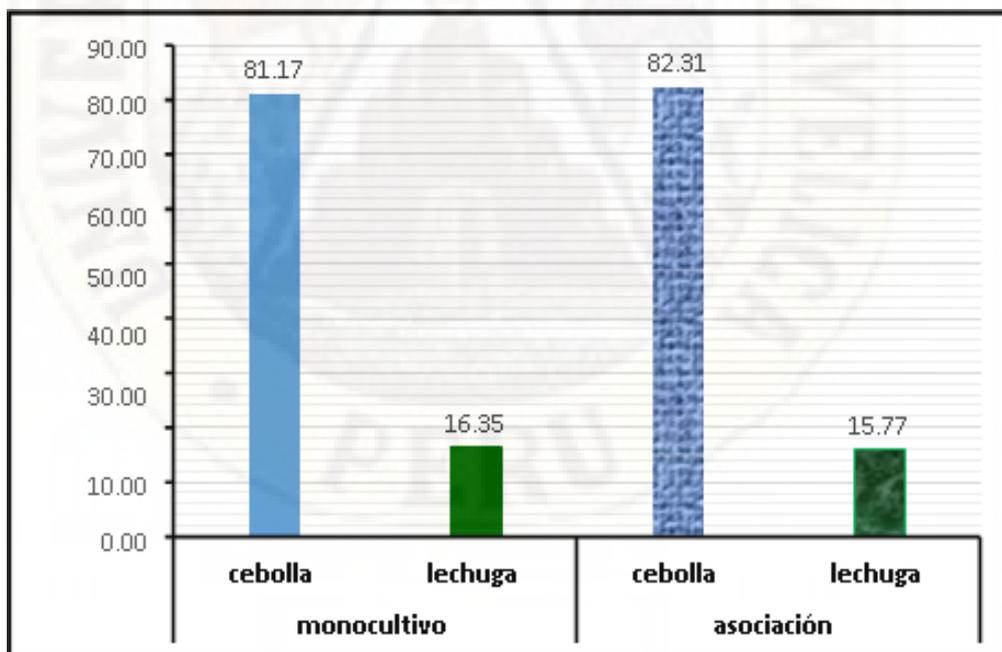
*Comparación de promedios de altura de plantas de cebolla y lechuga por efecto del sistema asociado y monocultivo (Duncan,  $\alpha = 0.05$ )*

Orden de mérito	Tratamiento	Altura de planta (cm)	Significación
1	Cebolla asociación	82.31	A
2	Cebolla monocultivo	81.17	A
3	Lechuga monocultivo	16.35	B
4	Lechuga asociación	15.77	B

En la figura 2 se muestra la altura de plantas de cebolla y lechuga alcanzadas al cumplir la madurez fisiológica tanto en sistema asociado como en monocultivo. Se observa que por efecto del sistema no se detectó diferencias estadísticas entre ellas.

**Figura 2**

*Altura de plantas de cebolla y lechuga en sistema asociado y monocultivo.*



#### **4.2. Numero de hojas por planta**

En la Tabla 4 se presenta el análisis de varianza del número de hojas por planta de cebolla y lechuga por efecto del sistema de cultivo. Para la fuente de variación

de sistemas de cultivo no se ha encontrado diferencias estadísticas al nivel de confianza del 95.0% de probabilidad. Como era de esperarse, se encontró diferencias altamente significativas en la cantidad de hojas por planta entre las dos especies diferentes estudiadas. Por otro lado, se ha encontrado diferencias significativas por efecto de la interacción de sistema por especies en la producción de hojas por planta. Toda vez que el efecto de bloqueo no repercutido en la cantidad de hojas por efecto de los tratamientos se puede visualizar del cuadro anteriormente mencionado que el experimento se pudo haber conducido en un diseño completamente aleatorizado, debido a que las unidades experimentales que recibieron los tratamientos fueron homogéneas. Resultados similares fueron reportados por Crisóstomo (2018) quién menciona que no detectó diferencias significativas en el número de hojas por planta en lechuga y col por efecto del bloqueo, por efecto de la aplicación de estiércol y sistema de cultivo; asimismo no encontró diferencias estadísticas significativas para las diferentes interacciones entre los niveles los factores en estudio. Contrariamente, encontró diferencias significativas para el número de hojas por planta para la fuente de variación de tipo de cultivo. El coeficiente de variación de parcelas ( $CV = 5,72 \%$ ) fue superior al coeficiente de variación de sub parcelas ( $CV = 4,21 \%$ ) tal como se esperaba; en ambos casos, de acuerdo a Steel y Torrie (1988) estos valores son considerados muy buenos e indican que el error experimental se controló adecuadamente.

**Tabla 4**

*Análisis de varianza del número de hojas por planta de cebolla y de lechuga en sistema asociado y en monocultivo en condiciones de riego por goteo, con un nivel de confianza del 95.0 %*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>Sig</b>
Bloques	3	1.61	0.53	0.32	9.28	NS
Sistemas	1	1.21	1.21	0.73	10.13	NS
Residuo (a)	3	5.00	1.67			
Especies	1	473.06	473.06	525.14	5.99	*
Especies*Sistemas	1	12.60	12.60	13.99	5.99	*
Residuo (b)	6	5.40	0.90			
Total	15	498.88				

**X = 22.55      S(A) = 1.29      S(B) = 0.95      CV(A) = 5.72 %      Cv(B) = 4.21 %**

**Donde:**

X = Promedio

S(A) = Desviación estándar de parcelas (sistemas)

S(B) = Desviación estándar de sub parcelas (especies)

CV(A) = Coeficiente de variación de parcelas (sistemas)

CV(B) = Coeficiente de variación de subparcelas (especies)

En la Tabla 5 se aprecia que el mayor número de hojas por planta obtuvo el cultivo de lechuga en sistema asociado (28,6) respecto al sistema monocultivo (27.4); sin embargo, es estadísticamente igual. Al comparar el crecimiento de plantas de cebolla se observa que existe diferencias estadísticas significativas en monocultivo (18,3) respecto en asociatividad (16,0). Al respecto, Piris y Enciso (2013) concluyeron que la lechuga no presentó diferencias estadísticas significativas en el número de hojas por planta, considerando los sistemas de cultivo, número de hileras por tablón e interacción de factores, lo cual indica que los factores estudiados no afectaron esta variable.

**Tabla 5**

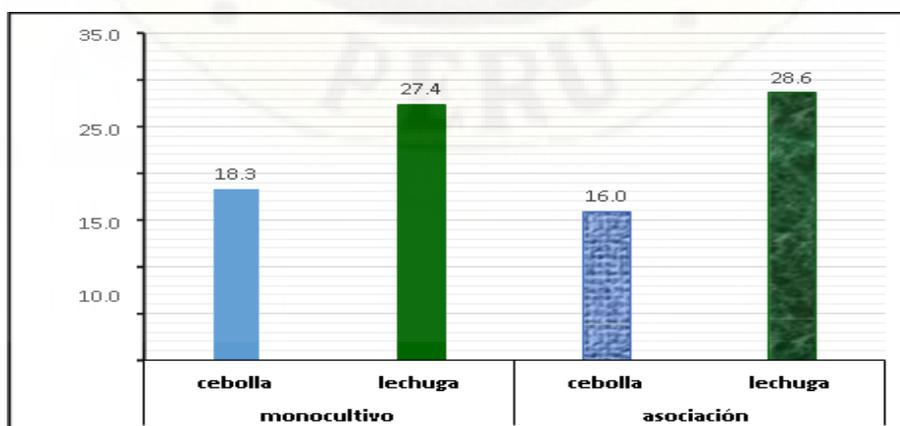
*Comparación de promedios del número de hojas por planta de cebolla y lechuga por efecto del sistema asociado y monocultivo (Duncan,  $\alpha = 0.05$ )*

Orden de mérito	Tratamiento	Número de hojas/planta	Significación
1	Lechuga asociación	28.6	A
2	Lechuga monocultivo	27.4	A
3	Cebolla monocultivo	18.3	B
4	Cebolla asociación	16.0	C

En la figura 3 se muestra la distribución del número de hojas por planta de cebolla y lechuga alcanzadas al cumplir la madurez fisiológica tanto en sistema asociado como en monocultivo. Se observa que por efecto del sistema se detectó diferencias estadísticas en plantas de cebolla. Confirmándose lo reportado por Piris y Enciso (2013) que al evaluar la producción de lechuga y cebolla en sistemas de siembra asociada y en monocultivo; encontró que el número de hojas por planta en el cultivo de cebolla en monocultivo fue mayor que en aquellas cultivadas en asociación. Estos resultados indican que los sistemas de cultivo de monocultivo y asociado afecta indistintamente a las especies utilizadas en el experimento; los sistemas no afectan esta característica biométrica en el cultivo de lechuga, pero sí afecta en el cultivo de cebolla.

**Figura 3**

*Número de hojas por plantas de cebolla y lechuga por efecto del sistema asociado y monocultivo.*



### 4.3. Diámetro del producto cosechado

El análisis de varianza de bulbo y cabeza de plantas de cebolla y lechuga en monocultivo y asociado respectivamente, indica que, para la fuente de variación de bloques, sistemas de cultivo y efecto combinado de sistema x especie, no existió diferencias estadísticas significativas (Tabla 6). En el mismo cuadro también se puede apreciar para un  $\alpha = 0.05$ , se ha detectado diferencias en diámetro del producto cosechado por planta por efecto de los niveles del factor especie de cultivo; es decir, tanto en monocultivo o en asociación no se produjeron igual diámetro de bulbo y cabeza en plantas de cebolla y lechuga. Al respecto, Crisóstomo (2018) al realizar el ANOVA del diámetro de la cabeza de col y el bulbo de la cebolla por efecto del estiércol de ovino, instalados tanto en asociación y en monocultivo, significa que existe diferencias estadísticas significativas para la fuente de variación de parcelas (abonamiento con estiércol) y para el tipo de cultivo sembrado. Por otra parte, no se halló diferencias para la fuente de variación de sistema de siembra y sus interacciones de cada factor (abonamiento x sistema de cultivo, especie o abonamiento x tipo de cultivo y sistema x tipo de cultivo). El coeficiente de variación de parcelas ( $CV = 2,43 \%$ ) fue inferior al coeficiente de variación de sub parcelas ( $CV = 3,12 \%$ ); en ambos casos, de acuerdo a Steel y Torrie (1988) estos valores son considerados muy buenos e indican que el error experimental se controló adecuadamente.

**Tabla 6**

*Análisis de varianza del diámetro de cabeza de lechuga y bulbo de cebolla en sistema asociado y en monocultivo en condiciones de riego por goteo, con un nivel de confianza del 95.0 %*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>Sig</b>
Bloques	3	1.67	0.56	5.55	9.28	NS
Sistemas	1	0.33	0.33	3.33	10.13	NS
Residuo (a)	3	0.30	0.10			
Especies	1	326.43	326.43	1933.31	5.99	*
Especies*Sistemas	1	0.02	0.02	0.1176	5.99	NS
Residuo (b)	6	1.01	0.17			
Total	15	329.77				

$$X = 13,15 \quad S(A) = 0,32 \quad S(B) = 0,41 \quad CV(A) = 2,43 \% \quad CV(B) = 3,12 \%$$

**Donde:**

X = Promedio

S(A) = Desviación estándar de parcelas (sistemas)

S(B) = Desviación estándar de sub parcelas (especies)

CV(A) = Coeficiente de variación de parcelas (sistemas)

CV(B) = Coeficiente de variación de subparcelas (especies)

En la Tabla 7 se aprecia la comparación de promedios del diámetro del producto cosechado. El diámetro de cabeza de lechuga tanto en asociación (17,81 cm) cómo en monocultivo (17,59 cm) no difieren; al mismo tiempo, al comparar el crecimiento del diámetro de bulbo en cebolla tampoco se detectó diferencias significativas por efecto del sistema de cultivo.

**Tabla 7**

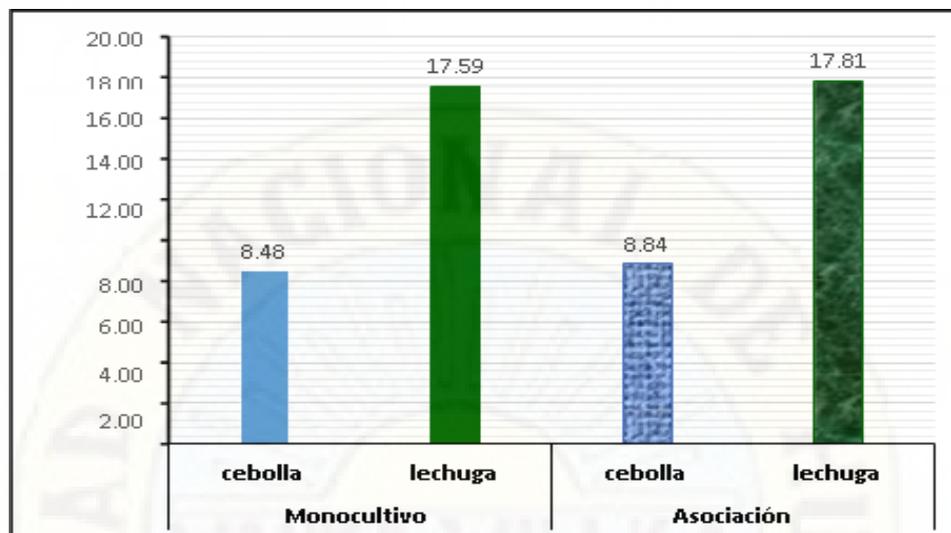
*Comparación de promedios del diámetro de bulbo (cebolla) y cabeza (lechuga) por efecto del sistema asociado y monocultivo (Duncan,  $\alpha = 0.05$ )*

Orden de mérito	Tratamiento	Diámetro de producto cosechado (cm)	Significación
1	Lechuga asociación	17,81	A
2	Lechuga monocultivo	17,59	A
3	Cebolla asociación	8,84	B
4	Cebolla monocultivo	8,48	B

En la figura 4 se muestra la distribución del diámetro del producto cosechado en plantas de cebolla y lechuga alcanzadas al cumplir la madurez fisiológica tanto en sistema asociado como en monocultivo. Se observa que por efecto de especies se detectó diferencias estadísticas. Los resultados demuestran que los sistemas de cultivo en monocultivo o asociado no afectan esta característica biométrica de los cultivos de cebolla y lechuga bajo riego por goteo.

**Figura 4**

*Diámetro del producto cosechado cebolla (bulbo) y lechuga (cabeza) en sistema asociado y monocultivo.*



#### **4.4. Peso del producto cosechado**

En la Tabla 8 se presenta el análisis de varianza del peso de bulbo (cebolla) y cabeza (lechuga) de plantas cultivadas en sistema asociado y en monocultivo al 95,0 % de confianza. Para la fuente de variación de bloques no se ha encontrado diferencias estadísticas significativas; Contrariamente para la fuente de variación de sistemas, especies e interacción sistema x especie se detectó diferencias estadísticas significativas. Resultados diferentes fue reportado por Crisóstomo (2018) quién indica que en el análisis de varianza del peso del producto cosechado (peso de cabeza de plantas de col y peso de bulbo de plantas de cebolla) no encontró diferencias significativas para la fuente de bloques y para la fuente de variación de tipo de cultivo. Asimismo, reporta que no ha detectado diferencias estadísticas significativas para las demás fuentes de variación

El coeficiente de variación de parcelas ( $CV = 2,70\%$ ) fue inferior al coeficiente de variación de sub parcelas ( $CV = 2,35\%$ ); en ambos casos, de acuerdo a Steel y Torrie (1988) estos valores son considerados muy buenos e indican que el error experimental se controló adecuadamente.

**Tabla 8**

*Análisis de varianza del peso de cabeza de lechuga y bulbo de cebolla (producto cosechado) en sistema asociado y en monocultivo en condiciones de riego por goteo, con un nivel de confianza del 95,0%*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>Sig</b>
Bloques	3	139.08	46.36	1.60	9.28	NS
Sistemas	1	1210.17	1210.17	41.79	10.13	*
Residuo (a)	3	86.88	28.96			
Especies	1	25889.61	25889.61	1174.59	5.99	*
Especies*Sistemas	1	1278.24	1278.24	57.99	5.99	*
Residuo (b)	6	132.25	22.04			
Total	15	28736.24				

**X = 199,58      S<sub>(A)</sub> = 5,38      S<sub>(B)</sub> = 4,69      CV<sub>(A)</sub> = 2,70%      Cv<sub>(B)</sub> = 2,35%**

**Donde:**

X = Promedio

S<sub>(A)</sub> = Desviación estándar de parcelas (sistemas)

S<sub>(B)</sub> = Desviación estándar de sub parcelas (especies)

CV<sub>(A)</sub> = Coeficiente de variación de parcelas (sistemas)

CV<sub>(B)</sub> = Coeficiente de variación de subparcelas (especies)

En la Tabla 9 se presenta el comparativo de promedios de rendimiento por planta (peso) del producto cosechado de plantas de cebolla y lechuga por efecto del tipo de sistema de cultivo. En el cual se puede visualizar que en promedio se obtuvo 208,28 g de peso de bulbo de cebolla y cabeza de lechuga respectivamente en el sistema de monocultivo, y en el sistema de asociación se produjo en promedio 190,88 g de peso del producto cosechado de cebolla y lechuga.

**Tabla 9**

*Comparativo de promedios de rendimiento por planta (peso) del producto cosechado (g) por efecto de los sistemas de cultivo (Duncan,  $\alpha = 0.05$ )*

Orden de mérito	Sistema	Peso del producto cosechado (g)	Significación
1	Monocultivo	208,28	A
2	Asociación	190,88	B

En la Tabla 10 se aprecia la comparación de promedios del peso del producto cosechado (g) de plantas de cebolla y lechuga. En orden decreciente se obtuvo rendimientos de 257,44 g, 222,17g, 159,60 g y 159,11 g de lechuga en monocultivo, lechuga en asociación, cebolla en asociación y cebolla en monocultivo respectivamente.

**Tabla 10**

*Comparativo de promedios de rendimiento por planta (peso) del producto cosechado (g) por efecto del efecto combinado sistemas versus especies (Duncan,  $\alpha = 0.05$ )*

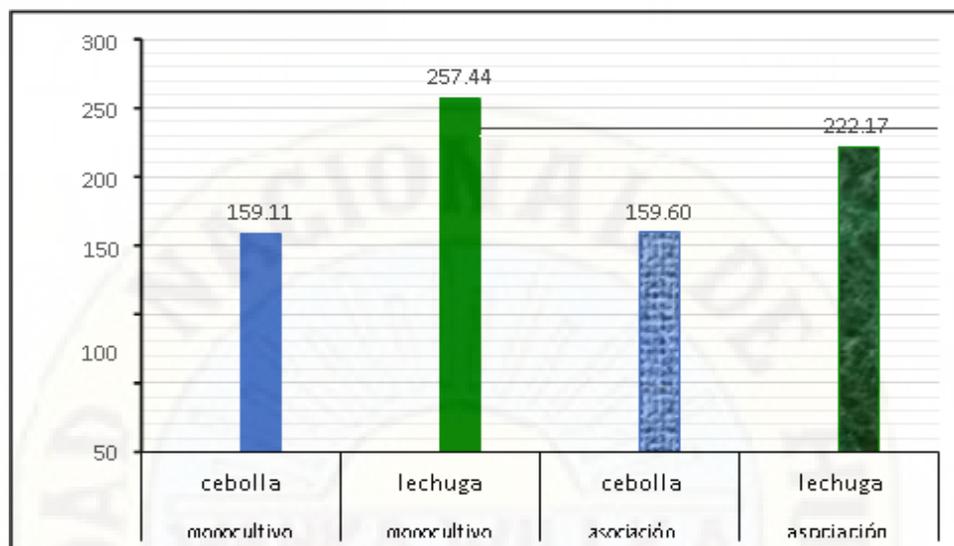
Orden de mérito	Tratamiento	Peso del producto cosechado (g/planta)	Significación *
1	Lechuga monocultivo	257,44	A
2	Lechuga asociación	222,17	B
3	Cebolla asociación	159,60	C
4	Cebolla monocultivo	159,11	C

\*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

En la figura 5 se muestra la distribución del peso del producto cosechado en plantas de cebolla y lechuga alcanzadas al cumplir la madurez fisiológica tanto en sistema asociado como en monocultivo. Se observa que por efecto de especies hay mayor rendimiento de lechuga que cebolla y el sistema de monocultivo de lechuga supera a sistema asociado en cambio ambos sistemas no difieren en la producción de cebolla.

**Figura 5**

*Peso del producto cosechado cebolla (bulbo) y lechuga (cabeza) en sistema asociado y monocultivo.*



#### 4.5. Rendimiento por hectárea

En la Tabla 11 y figura 5 se presenta los resultados del rendimiento del cultivo de cebolla y lechuga desarrollado en condiciones de asociación y monocultivo. Los resultados ilustran que hubo menor rendimiento de cebolla y lechuga en asociación respecto a monocultivo. Estos resultados son similares a lo reportado por Piris y Enciso (2013) que al evaluar la producción de lechuga y cebolla en sistemas de siembra asociada y en monocultivo encontraron que el rendimiento de masa fresca y número de atados por área no fueron afectados por el sistema de cultivo, entonces se puede afirmar que la lechuga y la cebolla se puede cultivar en cualquier sistema, ya sea asociado o en monocultivo y su rendimiento serán similares por unidad de área.

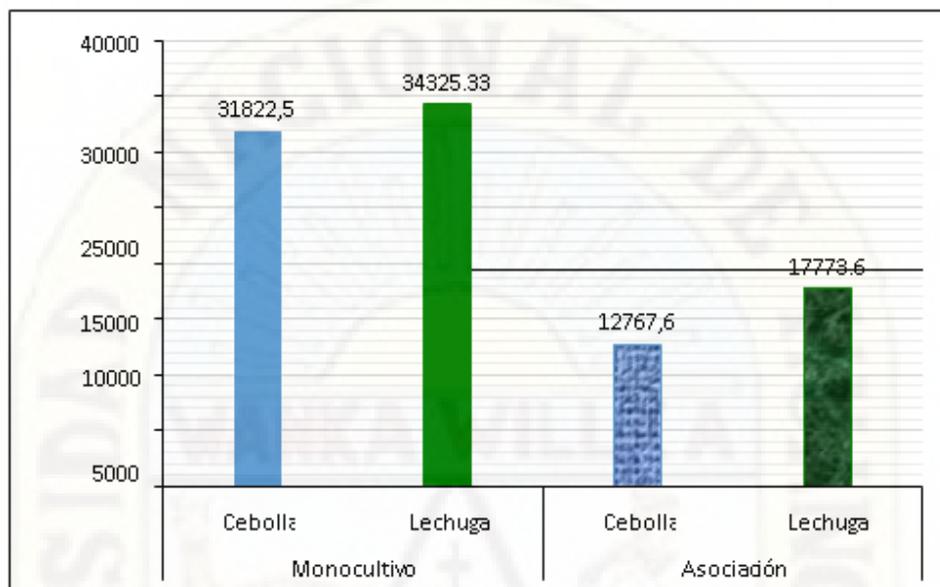
**Tabla 11**

*Rendimiento (kg/ha) de plantas de cebolla y lechuga en asociación y en monocultivo, bajo condiciones de riego por goteo*

Sistemas	Especies	Peso/planta (g)	Densidad de plantas/ha	Rendimiento (kg/ha)
Monocultivo	Cebolla	159,11	200 000,00	31 822,50
	Lechuga	257,44	133333,00	34 325,33
Asociación	Cebolla	159,60	80000,00	12 767,60

**Figura 6**

*Rendimiento (kg/ha) de plantas de cebolla y lechuga en asociación y en monocultivo, bajo condiciones de riego por goteo.*



#### 4.6. Uso equivalente de la tierra

Se calculó mediante la relación entre el área necesaria de un solo cultivo con la correspondiente a cultivos mixtos, a un mismo nivel de manejo, para producir el mismo rendimiento (Tabla 11).

$$UET = 12\ 767,6 / 31\ 822,5 + 17\ 773,6 / 34\ 325,3 = 0,92$$

El cálculo de la UET igual a 0,92 indica que la asociación sobre monocultivo no tubo ventaja, o lo que cabe decir que, el terreno total requerida bajo monocultivo sobra en 0,08 % para alcanzar los mismos rendimientos obtenidos en una asociación de cultivos. Estos resultados son contrarios a los reportados por Ruíz y Victorino (2015), quienes encontraron UET superiores a 1 en las asociaciones de especies vegetales que evaluaron, entonces se puede afirmar que los cultivos de cebolla y lechuga no cumplen con los requerimientos básicos para asociarse y posiblemente debido a sus sistemas radiculares que en ambos casos exploran similar superficie del suelo presentándose problemas de competencia por

nutrientes y agua (Pérez, 2014) y tal como menciona Díaz et al (2012) que no todas las combinaciones potenciales de cultivos pueden coexistir ni resultar económicamente viable.

#### **4.7. Análisis de rentabilidad**

En la Tabla 12 se presenta el análisis de rentabilidad de la producción de cebolla y lechuga en monocultivo y asociado, tomando como referencia base los precios de cebolla y lechuga en chacra, cuyos precios establecidos en la página web del Ministerio de Agricultura y Riego del Perú, en fecha de junio-julio 2021, para la región del Valle del Mantaro. Se puede observar que, a pesar de obtener la mayor productividad por unidad de superficie en el sistema de monocultivo en cada especie, en cuanto al rendimiento por ha, en el sistema de cultivo asociado de cebolla (73,41 %) y lechuga (81,05 %) se obtuvo los mayores índices de rentabilidad, respecto al sistema de monocultivo 67,18 % y 75,29 % respectivamente. Resultados similares fue reportado por Crisóstomo (2018), quien menciona que el mayor índice de rentabilidad se obtuvo con el cultivo de cebolla y col en asociación y Lapas (2014) quién al evaluar arveja y maíz en monocultivo y asociado indica que el sistema de siembra de policultivos es económicamente rentable a comparación de los monocultivos.

**Tabla 12**

*Análisis de rentabilidad del cultivo de cebolla y lechuga cultivado en monocultivo y asociado en condiciones del Valle del Mantaro.*

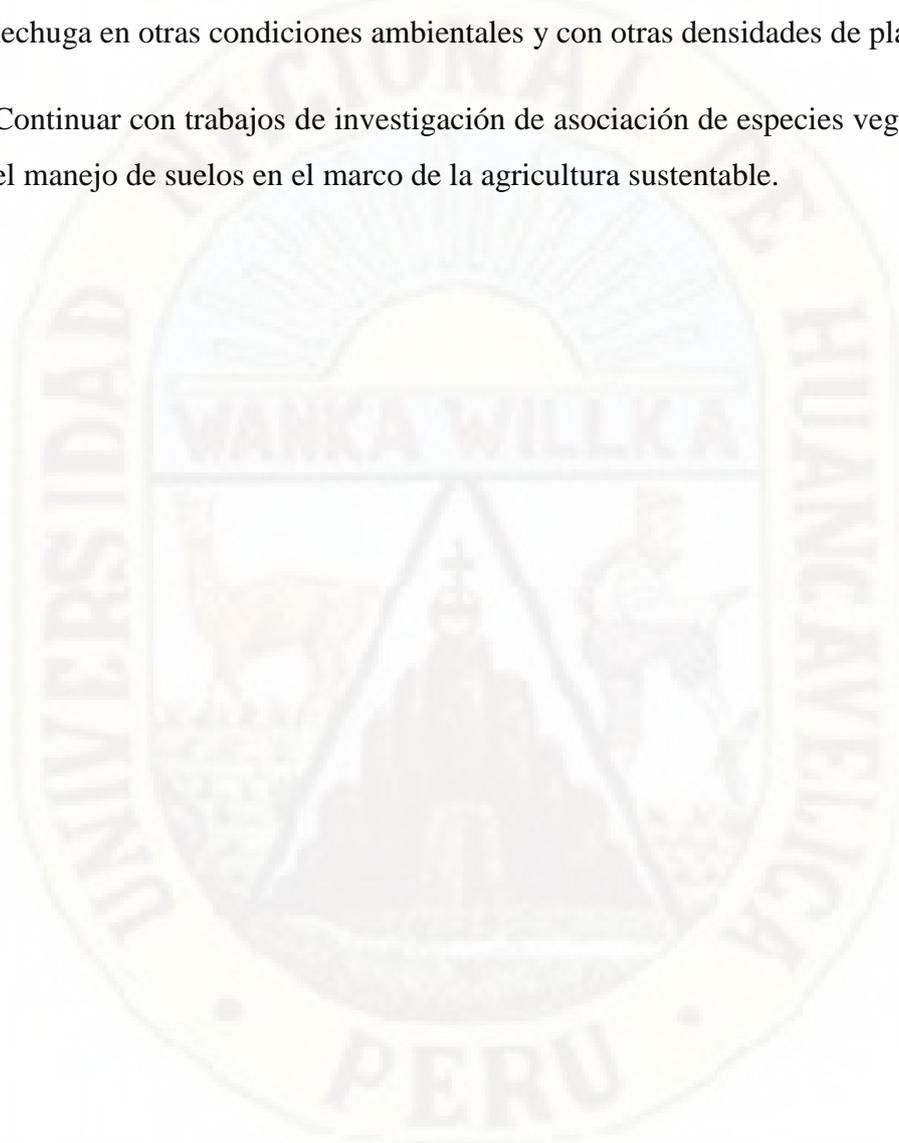
Análisis de Rentabilidad		Cebolla Monocultivo	Lechuga Monocultivo	Asociado	
				Cebolla	Lechuga
<b>1. Valoración de la Cosecha</b>		S/.	S/.	S/.	
Rendimiento por hectárea (kg/ha.)		31822.50	34325.33	12767.60	17773.60
Precio Chacra (Soles/kg.)		0.40	0.30	0.40	0.30
Valor Bruto de la Producción	VBP =	12729.00	10297.60	5107.04	5332.08
<b>2. Análisis de la Rentabilidad</b>					
Costo Directo	CD =	7321.00	5648.50	2844.27	2844.27
Costo Indirecto	CI =	292.84	225.94	100.87	100.87
Costo Total de Producción	CTP =	7613.84	5874.44	2945.14	2945.14
Valor Bruto de la Producción	VBP =	12729.00	10297.60	5107.04	5332.08
Utilidad Bruta de la Producción	UB = VBP - CD	5408.00	4649.10	2262.77	2487.81
Precio Chacra Unitario (kg)		0.40	0.30	0.40	0.30
Costo de Producción Unitario(kg)		0.24	0.17	0.23	0.17
Margen de Utilidad Unitario(kg)		0.16	0.13	0.17	0.13
Utilidad neta de la Producción	UN=VBP-CTP	5115.16	4423.13	2162.06	2386.94
Índice de Rentabilidad (%)	IR=VBP-CTP)*100/CTP	67.18	75.29	73.41	81.05

## Conclusiones

- ✓ En base a estos resultados se puede afirmar que los sistemas de cultivo en monocultivo y asociado bajo las condiciones experimentadas, no afecta a la característica biométrica de altura de planta de la lechuga y cebolla.
- ✓ Los sistemas de cultivo en monocultivo o asociado afectan indistintamente en el número de hojas por planta producidas por la cebolla y lechuga. Los sistemas no afectan en la producción de hojas en el cultivo de lechuga, pero sí afecta en el cultivo de cebolla.
- ✓ Los sistemas de cultivo en monocultivo o asociado no afectan a la característica biométrica del diámetro del producto cosechado de los cultivos de cebolla y lechuga bajo riego por goteo.
- ✓ El sistema de monocultivo de lechuga supera al sistema asociado en el peso del producto cosechado; en cambio ambos sistemas no difieren en el peso de bulbos producidos por planta de cebolla.
- ✓ La lechuga y la cebolla se puede cultivar en cualquier sistema, ya sea asociado o en monocultivo y su rendimiento serán similares por unidad de área.
- ✓ El cálculo de la UET igual a 0,92 indica que no hubo ventaja productiva de la asociación sobre los monocultivos, y los cultivos de cebolla y lechuga tienen ciertas limitaciones para ser cultivados en asociación.
- ✓ El sistema de cultivo asociado de cebolla (73,41 %) y lechuga (81,05 %) son más rentables, que los monocultivos de cebolla (67,18 %) y lechuga (75,29 %).

## **Recomendaciones**

- ✓ Se recomienda cultivar cebolla y lechuga en asociación bajo riego por goteo porque son más rentables que cuando son cultivados en monocultivo.
- ✓ Se recomienda realizar trabajos de investigación de asociación con cebolla y lechuga en otras condiciones ambientales y con otras densidades de plantas.
- ✓ Continuar con trabajos de investigación de asociación de especies vegetales para el manejo de suelos en el marco de la agricultura sustentable.



## Referencias bibliográficas

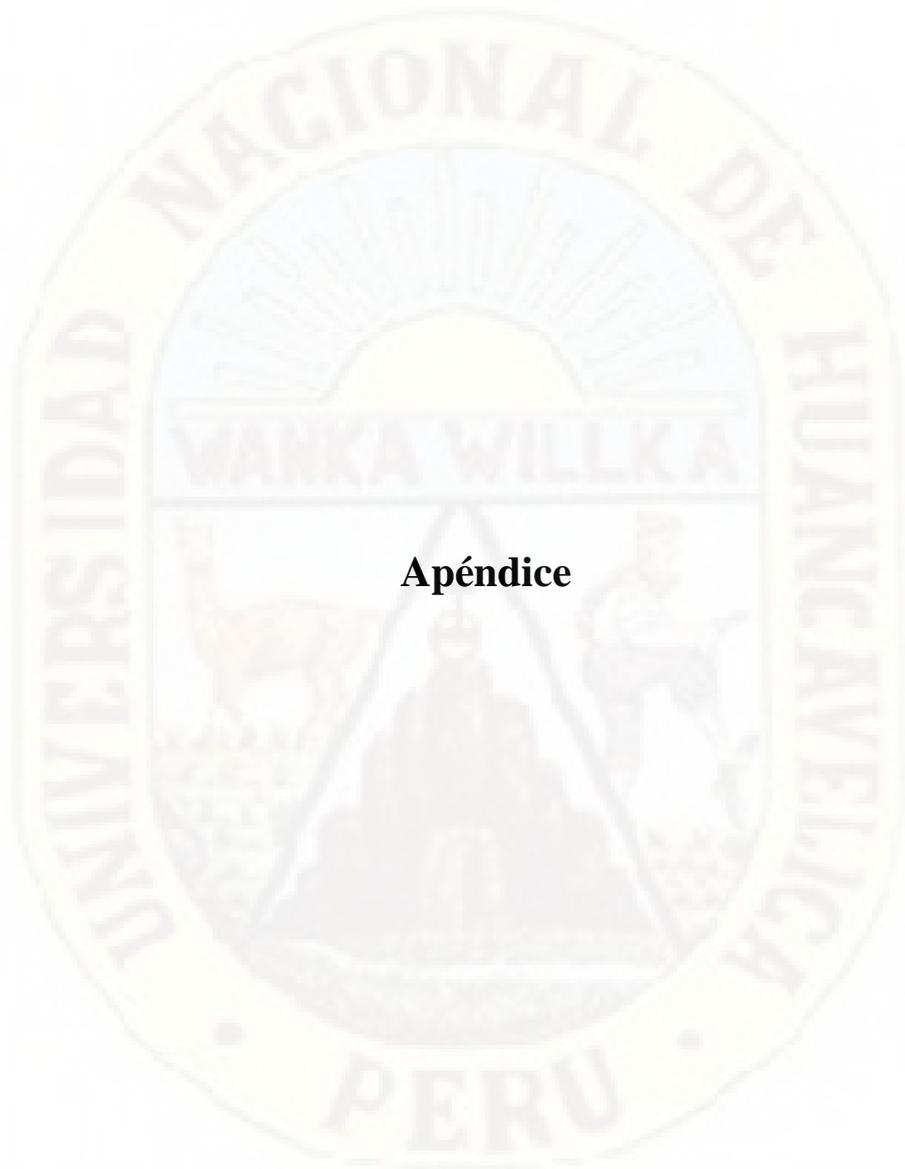
- Aguirre, S. (2017). Policultivos y silvopastoreo como estrategias agroecológicas de productores familiares en Colonia Gestido. Universidad de Antioquia. Consultado en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/8887>. El 20 de julio del 2021.
- Alegre, J. (2017). La Agroforestería en la Amazonía Peruana para recuperar suelos degradados y mitigar efectos de Cambio Climático. XVI Congreso Nacional y VII Internacional de la Ciencia del Suelo “Crianza del suelo para el buen vivir”. Ayacucho.
- Amaya, J.; Méndez, E. (2013). Respuesta de niveles crecientes de NK en la producción de cebolla (*Allium cepa* L.) var. “Roja Arequipeña”. *Scientia Agropecuaria*, 4: 15 – 25.
- CIMMYT. (2020). Monocultivo, pérdida de biodiversidad y cambio climático. consultado en: <https://idp.cimmyt.org/monocultivo-perdida-de-biodiversidad-y-cambio-climatico/>. El 15 de junio del 2021.
- Chamorro, D., Rey, M. (2017). Los sistemas silvopasoriles como estrategia de ganadería ecológica y productiva en Colombia. En A. Fernández Mayer (ed.), *Producción de carne y leche bovina en sistemas silvopastoriles* (pp. 52-54). Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Crisóstomo, V. (2018). Efecto del estiércol de ovino en la producción y rentabilidad del cultivo asociado y monocultivo de la col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y cebolla (*Allium cepa* L.) en el Valle del Mantaro. Tesis Ing. Agrónomo. Escuela de Agronomía. Universidad nacional de Huancavelica. Perú. 74 p.
- Cruz, B., Jarquín, R., Ramírez, H. (2013). Viabilidad económica y ambiental de policultivos de hule, café y cacao. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 4(1): 49-61.
- Donoso, M. (2015). “Estudio de Adaptación y Evaluación Agronómica de cuatro Híbridos de Cebolla Roja (*Allium cepa* L.) Con Manejo Sustentable en la Provincia de Santa Elena”. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil–Ecuador. Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/88486/D-88037.pdf>, el 17 de octubre del 2019.

- Díaz, E., Campos, J., Morales, A., Salgado, G., Castillo, A., Gil, H. (2012). Uso equivalente de la tierra en la combinación frijol ejotero-girasol en Toluca, México. *Revista Ciencias Agrícolas INFORMA*, 21(2): 86-96.
- Ebel, R., Pozas, J., Soria, F., Cruz, J. (2017). Manejo orgánico de la milpa: rendimientos de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. *Terra Latinoamericana*, 35: 149-160.
- EcuRed. (2019). Producción Agrícola. Enciclopedia Cubana. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Producci%C3%B3n\\_agr%C3%ADcola](https://www.ecured.cu/Producci%C3%B3n_agr%C3%ADcola). Consultado el 04 de diciembre del 2019.
- GDR Campaña Alcores. (2018). Asociación de Cultivos I. Disponible en [http://www.campialcores.org/medio\\_ambiente/images/file/Mayo\(1\).pdf](http://www.campialcores.org/medio_ambiente/images/file/Mayo(1).pdf). Julio 31.
- González, L.; Zepeda, A. (2013). Rendimiento de cinco variedades de lechuga *Lactuca sativa* L. tipo gourmet ciclo primavera-verano. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Autónoma de San Luís de Potosí. México. 45 p.
- Granados, T. (2021). Producción de maíz y haba en tres sistemas de siembra intercalado mediante el uso eficiente de la tierra (LER). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú.
- Infoagro (2016). *Cultivo de lechuga*. En línea. Consultada 26 de abril de 2016. Disponible <http://www.infoagro.com/hortalizas/lactucasativa.htm>.
- InfoAgro. (2017) (s.f). *Control climático en invernaderos*. [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/control\\_clima\\_tico.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/control_clima_tico.htm)
- Infoagro. (2019). Cultivo de lechuga. En línea. Consultado: miércoles 04 de diciembre del 2019. Disponible en: <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>  
<https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>.
- Khan, S. B. (2014). Effect of intercropping on biomass of weeds and the associated Crops. *Weed Science*, The University of Agriculture Peshawar Pakistan, 553-562.
- Lapas, E. (2014). Efecto de cultivo asociado de maíz (*Zea mays* L.) con arveja (*Pisum sativum* L.) en el uso eficiente de la tierra, en condiciones de Pomacocha -

- Acobamba- Huancavelica- Perú. Tesis de Ing. Agrónomo. Escuela de Agronomía. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú. 77 p.
- Lulo, C., Yauri, M. (2014). Eficiencia de uso de suelo en la asociación del cultivo de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) y tarwi (*Lupinus mutabilis* L.) en la provincia de Acobamba-Huancavelica. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Huancavelica. 113 p.
- Mandal M K, Baneerjee M, Banerjee H, Alipatra A and Malik G C. 2014. Productivity of maize (*Zea mays*) based intercropping system during kharif season under red lateritic tract of West Bengal. *International Journal of Life Science*, 9(1): 31–5.
- Marković, D. (2013). Crop Diversification Affects Biological Pest Control. *Crop Diversification Affects Biological Pest Control*, 14(3): 449-459.
- Martínez, S.; Bautista, G.; Pedro, E. y Guerrero, P. (2014). Crecimiento y contenido de clorofila del maguey mezcalero (*Agave potatorum* Zucc.) en policultivo con maíz y frijol. *Rev. Fitotec. Mex*, Vol. 37 (3): 297 – 304.
- Molina, F., Chavez, L., Gil, A., López, A., Hernández, E., Ortiz, E. (2016). Eficiencias productivas de asociaciones de maíz, frijol y calabaza (*Curcubita pepo* L.), intercaladas con árboles frutales. *Phyton, International Journal of Experimental Botany*, 85, 36-50.
- Muñoz, L. (2018). Asociación de cultivo en el Huerto. Recuperado en: <https://www.agrohuerto.com/asociacion-decultivos> compatibilidad-entrep-lantas/. El 16 de agosto del 2019.
- Navas, A., Aragón, F., y Triana, F. (2020). Efecto del componente arbóreo sobre la dinámica de crecimiento y calidad nutricional de una pradera mixta en trópico alto. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(41): 71-82.
- Pereyra, T., Pagliaricci, H., Ohanian, A., Bonvillani, M. (2013). Producción de biomasa aérea y uso equivalente de la tierra en intercultivos de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Pastos y forrajes*, 36(2): 177-183.
- Pérez, D. (2014). Evaluación del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en monocultivo y asociado bajo manejo orgánico en La Molina. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La molina. Lima. Perú. 95 p.

- Piña, J., Morales, E., Domínguez, A., Ramírez, J., Estrada, G., franco, O. (2014). Razón equivalente de la tierra, rendimiento de grano y extracto etéreo de *Helianthus annuus* L. en monocultivo y asociado con *Pisum sativum* L. en función de urea estabilizada. *φYTON*, 83: 101-108.
- Piris, L. y Enciso, C. (2013). Producción de lechuga y cebolla de verdeo en sistemas de siembra asociada y monocultivo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. *Investig. Agrar.* 5(1):31-37.
- Pozas, J.; Soria, F.; Cruz, J. (2017). Manejo orgánico de la milpa: rendimiento de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. *Terra Latino Americana.* 35 (2): 149- 160.
- Rivera, E., Cuartas, A., Naranjo, F., Tafur, O., Hurtado, A., Arenas, A., Chará, J., Murgueitio, E. (2015). Efecto de la oferta y el consumo de *Tithonia diversifolia* en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte Amazónico colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 27(10): 189
- Rojas, N., Escalante, J., Conde, F., Mejía, J. y Díaz, R. (2017). Rendimiento del frijol ayocote y maíz del agrosistema asociado en función del número de plantas por mata. *Terra Latinoamericana*, 35(3): 219 – 228.
- Rucoba, A. y Munguía, A. (2013). Rentabilidad de *Jatropha curcas* en asociación con cultivos y monocultivo en tierras de temporal en Yucatán. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 17(33), 565-575.
- Ruiz, R. y Victorino, L. (2015). Respuesta del policultivo jamaica-frijol-maíz a tratamientos de fertilización en Villaflores, Chiapas, México. *Agrociencia*, 49: 545- 557.
- Rupay, K. (2014). Efecto de la asociación de dos fabáceas sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) var. Marginal 28-T en Yurimaguas. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Iquitos. Perú. 87 p.
- Sánchez, J. (2019). Producción de lechuga. Consultado el 12 de abril del 2022 en: <https://produccionlechugajulian.blogspot.com/2019/06/taxonomia-de-la-lechuga.html>.

- Sarandón, S. y Flores, C. (2014). La Agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable. En: Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. 1<sup>ra</sup> Edición. Ed. Universidad Nacional de la Plata. 467 p.
- Tamayo, C., Alegre, J. (2022). Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. *Siembra*, 9(1):
- Tineo, A., Roque, O. (2018). Uso equivalente de la tierra, para la asociación maíz-arveja con captación de lluvias, Ayacucho. *Revista UNCH*, 27(1): 67-72.
- Vargas, (2017). Estudio etnográfico sobre el sistema de producción agrícola del anexo de Mosopuquio del distrito de Characato. Tesis Lic. Antropología. Escuela de Antropología. Universidad Nacional San Agustín. Arequipa. Perú. 142 p.
- Vásquez, Y., Chávez, C., Herrera, F., Carreño, F. (2018). Milpa y seguridad alimentaria: El caso de San Pedro El alto, México. *Revista de Ciencias Sociales*, 24(2): 24-36.
- Vera, D. (2017). Biodiversidad intraespecífica varietal para mejorar ambientes degradados por monocultivos en Musáceas, como medida de control de plagas y enfermedades. Tesis Doctorado en Biología y Biotecnología Vegetal. Universidad Autónoma de Barcelona. España. 158 p.



## Apéndice

### Apéndice 1. Matriz de consistencia

#### “CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DEL CULTIVO ASOCIADO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) Y CEBOLLA (*Allium cepa*) BAJO RIEGO POR GOTEO”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>Planteamiento del problema</b></p> <p>¿Cuáles serán las características biométricas, el uso equivalente de la tierra y rentabilidad del cultivo asociado y monocultivo de la lechuga y cebolla en condiciones de riego por goteo?</p>	<p><b>General</b>                      Evaluar las características biométricas, el uso equivalente de la tierra y rentabilidad del cultivo asociado y monocultivo de la lechuga y cebolla, en condiciones de riego por goteo.</p> <p><b>Específico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evaluar los parámetros agronómicos de la asociación de lechuga y cebolla, y en monocultivo.</li> <li>✓ Obtener la eficiencia relativa del suelo de la asociación de la lechuga y cebolla.</li> <li>✓ Determinar la rentabilidad de la asociación y en monocultivo de la lechuga y cebolla.</li> </ul>	<p><b>General</b>  <b>Ho:</b> La asociación productiva de la lechuga y cebolla bajo riego por goteo, permite obtener mayor rendimiento y rentabilidad económica, respecto a la producción en monocultivo.</p>	<p><b>Independiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cultivo de lechuga en monocultivo</li> <li>✓ Cultivo de cebolla en monocultivo</li> <li>✓ Cultivo asociado de lechuga y cebolla</li> </ul> <p><b>Dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Altura de planta de lechuga</li> <li>✓ Altura de planta de cebolla</li> <li>✓ Número de hojas de lechuga</li> <li>✓ Número de hojas de cebolla</li> <li>✓ Diámetro de bulbo de cebolla</li> <li>✓ Diámetro de cabeza de lechuga</li> <li>✓ Peso de cabeza de lechuga</li> <li>✓ Peso de bulbo de cebolla</li> <li>✓ Uso equivalente de la tierra</li> </ul> <p><b>Interviniente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Riego por goteo</li> <li>✓ Temperatura</li> <li>✓ Humedad relativa</li> <li>✓ Características fisicoquímicas del suelo</li> </ul>	<p>Tipo de investigación: experimental.                      Nivel de investigación: explicativo.                      Método de investigación: Experimental.                      Diseño de investigación: DBCA, 4 tratamientos y 4 repeticiones.                      Recolección de datos:                      Medición de altura de la planta cada 10 días.                      Conteo de hojas tomadas al azar de 10 plantas.                      Medición del diámetro de 10 bulbos de la cebolla tomadas al azar                      Medición del diámetro ecuatorial de la cabeza de 10 lechugas tomadas al azar.                      Peso de lechuga y cebolla tomadas al azar de 10 plantas.                      Cálculo con fórmula matemática                      Procesamiento de datos: con Microsoft Excel y SAS, análisis de ANVA y DUNCAN <math>\leq 0,05</math></p>

## Apéndice 2. Testimonio fotográfico



*Fotografía 1. almacigado de lechuga y cebolla para el cultivo asociado y monocultivo.*



*Fotografía 2. Medición de la Altura de planta de cebolla y lechuga en cultivo asociado y monocultivo.*



**Fotografía 3.** *Conteo de número de hojas del cultivo de lechuga y cebolla asociado y en monocultivo.*



**Fotografía 4.** *Medición del diámetro de la cabeza de lechuga en monocultivo y en cultivo asociado.*



*Fotografía 5. Peso del producto cosechado cebolla (bulbo) y lechuga (cabeza) en sistema asociado y monocultivo*