

UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO ANDINO

Anti hatun yachay wasi, iskay simi yachachiypi umalliq

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS



TESIS

Respuesta de Maíz Morado (*Zea mays L.*) Y Frijol Negro (*Phaseolus vulgaris L.*), A dos Formas y Tres Sistemas de Siembra - Lircay

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR

EFRAÍN DE LA CRUZ ICHPAS

ASESOR

Dr. DEMETRIO FACTOR LÓPEZ PORTILLA

LIRCAY - ANGARAES – HUANCVELICA - PERÚ

2020

RESPUESTA DE MAÍZ MORADO (*Zea Mays L.*) Y FRIJOL NEGRO (*Phaseolus Vulgares L.*), A DOS FORMAS Y TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN LIRCAY



Autor

EFRAÍN DE LA CRUZ ICHPAS

Presentado para optar Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

Asesor

DR. DEMETRIO FACTOR LÓPEZ PORTILLA

UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO ANDINO

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS

Lircay - Angaraes – Huancavelica - Perú

2020

RESPUESTA DE MAÍZ MORADO (*Zea Mays L.*) Y FRIJOL NEGRO (*Phaseolus Vulgares L.*), A DOS FORMAS Y TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN LIRCAY

Respuesta de Maíz Morado (*Zea Mays L.*) y Frijol Negro (*Phaseolus Vulgares L.*), a dos Formas y Tres Sistemas de Siembra en Lircay

Efraín de la Cruz Ichpas

Universidad Para el Desarrollo Andino

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Escuela Profesional de Ciencias Agrarias

Lircay – Angaraes – Huancavelica- Perú

Nota del autor

Efraín De la Cruz Ichpas DNI N° 72275914, Dr. Demetrio Factor López Portilla DNI N°

01333031, Código ORCID 0000-0002-6896-643X, Facultad de Ciencias e Ingeniería

Universidad para el Desarrollo Andino, Av. Ricardo Fernández N° 103

E-mail: ediagrojatun@gmail.com - lopez@udea.edu.pe

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ASESOR

En condición de asesor de tesis titulado “**Respuesta de Maíz Morado (*Zea mays L.*) Y Frijol Negro (*Phaseolus vulgaris L.*) A dos Formas y Tres Sistemas de Siembra – Lircay**” presentado por **Efraín De la cruz Ichpas**, para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, una vez revisado el contenido de tesis doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación y evaluación por parte del jurado examinador que se designe. La elaboración de tesis esta culminada en su plenitud, en tal sentido, declaro **APROBADO**.

Atentamente,



Dr. Demetrio López Portilla


UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO ANDINO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS


TESIS

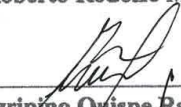
“RESPUESTA DE MAIZ MORADO (*Zea mays L.*) Y FRIJOL NEGRO (*Phaseolus vulgaris L.*), A DOS FORMAS Y TRES SISTEMAS DE SIEMBRA – LIRCAY”
PRESENTADA A LA DIRECCIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS
AGRARIAS COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE:

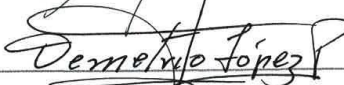
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

PRESIDENTE : 
Mg. Karla Inés Zúñiga Chambilla

SECRETARIO : 
Mg. Roberto Rodolfo Mamani Tisnado

VOCAL : 
Mg. Agripino Quispe Ramos

ASESOR : 
Dr. Demetrio Factor López portilla

DEDICATORIA

- A Dios por darme la vida y guiar mi camino en todo momento de mi vida.
- A mis padres Florencio de la Cruz Huacho y mi madre Martina Ichpas Chávez. Por sus consejos, su comprensión y apoyo incondicional.
- A mis hermanos con cariño, por el gran apoyo incondicional en todo momento, para ser profesional útil a la sociedad.
- Así mismo a mi pareja y mi hija quienes han estado en todo momento conmigo apoyándome.
- Así mismo a los docentes de la Escuela Profesional de Ciencias Agrarias en especial a mi asesor Dr. Demetrio Factor López Portilla, quién me apoyó en la ejecución y culminación de la presente tesis.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad para el Desarrollo Andino, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Escuela Profesional de Ciencias Agrarias.
- Así mismo, hago extensivo mi reconocimiento a toda la plana docente de la Escuela Profesional de Agronomía por haberme compartido sus conocimientos y formarme un profesional eficiente al servicio de la sociedad.
- A mi asesor, al Dr. Demetrio Factor López Portilla por la orientación en la ejecución y culminación de la presente tesis.
- Finalmente, a todos mis amigos de la Universidad y mi pueblo, quienes me brindaron su apoyo moral y sugerencias para hacer realidad esta tesis.

Índice

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
Índice.....	viii
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CHINTI.....	xv
I INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Situación del problema.....	17
1.2. Formulación del problema.....	18
1.2.1. Problema general.....	18
1.2.2. Problema específico.....	18
1.3. Fundamentación teórica.....	18
1.4. Fundamentación práctica.....	19
1.5. Objetivo de la investigación.....	20
1.5.1. Objetivo general.....	20
1.5.2. Objetivo específico.....	20
1.6. Hipótesis.....	20
1.6.1. Hipótesis general.....	20
1.6.2. Hipótesis específicas.....	21
II MARCO TEORICO.....	22
2.1. Bases teóricas.....	22
2.1.1. Cultivo asociado.....	22
2.1.2. Cultivo de maíz morado (<i>Zea mays L.</i>).....	25
2. 1. 2. 1. Taxonomía.....	27
2. 1. 2. 2. Morfología.....	27

2. 1. 2. 3. Practicas agronómicas y labores culturales	30
2. 1. 2. 4. Variedades de maíz morado	32
2. 1. 2. 5. Variedades mejoradas.....	33
2. 1. 2. 6. Producción y exportación de maíz morado en Perú	34
2.1.3. Cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgares L.</i>)	35
2.1.3.1. Taxonomía del frijol	35
2.1.3.2. Descripción botánica	36
2.1.3.3. Habito de crecimiento.....	38
2.1.3.4. Fases fenológicas.....	39
2.1.3.5. Requerimientos edafoclimáticos.....	45
2.1.3.6. Plagas.....	48
2.1.3.7. Enfermedades	50
2.2. Antecedentes.....	52
2.2.1. Sobre rendimientos.....	52
2.2.2. Uso eficiente de la tierra	53
2.2.3. Rentabilidad.....	54
III METODOLOGÍA.....	55
3.1. Ámbito de estudio.....	55
3.1.1 Ubicación del campo experimental	55
3.1.2 Historial de campo	55
3.2. Tipo de investigación.....	55
3.3. Matriz de consistencia	56
3.3.1. Matriz de consistencia y operacionalización de variables.....	56
3.4. Nivel de investigación	57
3.5. Diseño de investigación: Experimental.....	57
3.6. Metodología.	57
3.6.1. Instalación.....	57
3.6.2. Riego.....	58
3.6.3. Presencia de plagas y enfermedades.....	58
3.6.4. Deshierbo y presencia de plantas espontaneas	58
3.6.5. Cosecha.....	59
3.8. Recolección de datos	60
3.8.1. Técnica.....	60
3.8.2. Instrumento.....	60

3.8.3. Peso de mazorcas por tratamiento	60
3.8.4. Peso de grano seco de frijol (kg) por tratamiento.....	61
3.8.5. Equipos, materiales e insumos.....	61
3.8.6. Factores en estudios.....	62
3.8.7. Esquema de análisis de varianza del experimento.....	63
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	64
4.1. Producción de mazorcas de maíz y grano de frijol, cultivos solos y en asociación en siembras en línea y grupos	64
V CONCLUSIONES.....	68
VI RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA.....	70
ANEXOS.....	75
ANEXO A: BASE DE DATOS	76
ANEXO B: FOTOGRAFÍAS	77

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de consistencia.....	56
Tabla 2. Croquis de Distribución de los tratamientos en el campo experimental	62
Tabla 3. Esquema de análisis de varianza para peso de mazorcas y de granos de frijol.....	63
Tabla 4. Análisis de variancia para peso de mazorcas más peso de granos de frijol	65
Tabla 5. Prueba de Duncan para comparación de medias de la fuente de variabilidad tratamientos al nivel de probabilidad 0.01.	66
Tabla 6. Prueba de Duncan para comparación de medias de los niveles del factor B al nivel de probabilidad de 0.01	67

Índice de figuras

Figura 1. Morfología de la planta de frijol.....	38
Figura 2. Grano de frijol en diferentes fases de germinación	39
Figura 3. Planta de frijol cuando inicia la germinación	40
Figura 4. Planta de frijol con hojas primarias	40
Figura 5. Planta de frijol con su primera hoja trifoliada	41
Figura 6. Planta de frijol con su tercera hoja trifoliada.....	42
Figura 7. Planta de frijol en la etapa de prefloración	42
Figura 8. Planta de frijol rojo en la etapa de floración.....	43
Figura 9. Planta de frijol negro en la etapa de floración	43
Figura 10. Planta de frijol en la etapa de formación de vainas.	43
Figura 11. Llenado de vainas en diferentes momentos	44
Figura 12. Planta de frijol en la etapa de madurez fisiológica	44
Figura 13. Planta de frijol lista para ser cosechada	45
Figura 14. Marcación de los bloques	57
Figura 15. Marcación de las unidades experimentales.....	57
Figura 16. Apertura de surco.....	58
Figura 17. Aporque del cultivo de maíz y frijol.....	59
Figura 18. Siega del cultivo de maíz y frijol	59
Figura 19. Emparvado de maíz y el frijol.....	60
Figura 20. Evaluación de mazorcas por tratamiento	61
Figura 21. Plantas de maíz y frijol maduras.....	61

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los campos experimentales de la UDEA - Lircay – Angaraes – Huancavelica, durante la campaña 2018 - 2019 con el objetivo de conocer la respuesta en rendimiento de maíz y frijol, a dos formas de siembra (línea y grupos), y tres sistemas de siembra (solos y en asociación), el experimento se instaló, bajo el diseño de bloque completo al azar y los datos se procesaron bajo el arreglo de factorial 2X3 con seis tratamientos en cuatro repeticiones, de los resultados obtenidos se arribó a las siguientes conclusiones: Las formas de siembra no muestran diferencias estadísticas, matemáticamente la siembra en línea es mejor. El Sistema de siembra de maíz solo, permite obtener el mayor rendimiento con 4,821.88 kg/ha, luego está el Sistema de cultivo asociado con 4,468.75 kg/ha y en último lugar está el Sistema de frijol solo con 250.00 kg/ha. La mayor producción de peso de mazorcas de maíz morado y frijol negro se obtiene con el Sistema de siembra de maíz solo en línea con 5,490.63 kg/ha, seguido del Sistema de siembra de cultivo asociado en línea y Sistema de siembra de maíz solo en grupo con 5,300.00 y 4150.00 kg/ha respectivamente, no existiendo diferencia estadística entre los tres y son superiores al Sistema de siembra asociado en grupo con 3,668.75 kg/ha, en los últimos lugares están los sistemas de siembra de frijol solo tanto en grupo como en línea con 278.13 y 275 kg/ha respectivamente

Palabras claves: Maíz, frijol, cultivo asociado, monocultivo, policultivo e investigación

ABSTRACT

The present research work was carried out in the experimental fields of the UDEA - Lircay - Angaraes - Huancavelica, during the 2018 - 2019 campaign with the aim of knowing the response in corn and bean yield, to two forms of sowing (line and groups), and three sowing systems (alone and in association), the experiment was installed, under the randomized complete block design and the data were processed under the 2X3 factorial arrangement with six treatments in four repetitions, from the results obtained The following conclusions were reached: Planting methods do not show statistical differences, mathematically line planting is better. The maize planting system alone, allows to obtain the highest yield with 4,821.85 kg / ha, then there is the associated cultivation system with 4,468.75 kg / ha and lastly there is the bean system only with 250.00 kg / ha. The highest weight production of ears of purple corn and black beans is obtained with the Corn-only planting system in line with 5,490.63 kg / ha, followed by the Associated crop planting system in line and the Corn-only planting system in group with 5,300.00 and 4,150.00 kg / ha respectively, there being no statistical difference between the three and they are superior to the sowing system associated with a group with 3,668.75 kg / ha, in the last places are the bean planting systems only both in groups and in line with 278.13 and 275 kg / ha respectively

Key words: Corn, beans, associated crop, monoculture, polyculture and research

CHINTI

Kay maskariy llamkaymi apakurqa UDEA yachay wasipa kanchanpi, kachkan Lirkaypi, Anqara llaqtapi Wanka Willkapi ima. 2018 wan 2019 watapi tarpuyimi, chaypim churanchakurqa chay kutichimuyta reqsinapaq, imaynam sara chaymanta purutu anchata wiñariman qawanapaq. Kunankunapiqa kan iskay rikchaqmi tarpuykuna (sukanpi chaynallataq huñunpipas) chaymanta kimsa rikchaq tarpuypas (sapallan chaynallataq huñunakusqa). Kay maskapaymi perqakurqa llapan qaqay churanchasqan imay mananman hapinanpaq chaymanta llapa murunchay ruwarikun factorial 2x3 allichasqawan, soqtakama hapichispa tawa kutiypikama. Chay lloqsimuqkunata tarispam kay rimariykunaman chayarinchik: Imay mana tarpuykuna manan huk niraqman yupachakuypi qawakunchu, yupachakuypihina sukapi tarpuyimi ancha allin puni. Imaymananman saralla tarpuyimi ancha allin aymuray kan, 4,821.88 kilusmi/hectareapi; huñullapi llamkayñataq 4,468.75 kilusmi/hectareapi aymuranapaq; tukunapaqñataq qepallapi kachkan imaymana purutu tarpu yaqa 250.00 kilusmi/hectareapi. Ichaqa ancha anchata aymuraymi kan kulli sara choqllowan yana purutu ichaqa sukallapim tarpuna 5,490.63 kilusmi/hectareapi aymuranapaq. Chaynallataq chaqrusqa sara tarpuy chaynallataq huñullapi sapakama sara tarpumi qon 5,300.00 chaymanta 4,150.00 kilusmi/hectareapi sapakama. Manam kanmanchu yupay chullanchasqa kimsanpikamanta wichaykama chaymi lloqsin huñuspa tarpuy 3,668.75 kilusmi/hectareapi. Ña qepallapiñam tarikun llapa purutu tarpuy sapallanpas icha huñusqapas ichataq sukanpipas 278.13 chaymanta 275 kilusmi/hectareapi.

Takyaq rimakuna: Sara, purutu, huñunpi tarpuy, sapallan tarpuy, chaqosqa tarpuy, maskanchay.

I INTRODUCCIÓN

En el Perú, el maíz morado, se cultiva desde épocas prehispánicas. Actualmente, las zonas de mayor producción son los departamentos de Ancash, Arequipa, Cajamarca, Huánuco, Ica, Lima, Moquegua y Ayacucho. En la región de Ayacucho, las provincias de Huanta y Huamanga son las principales productoras. Y dentro de la provincia de Huanta, los distritos de Iguain y Luricocha. La siembra del maíz morado en estos distritos, lo promovieron desde 1980 algunos hacendados de Azángaro, Iribamba, Churupampa del actual distrito de Luricocha. Su producción en la provincia de Huanta se reduce en el año 1980 debido a los problemas políticos sociales.

El frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) es un cultivo importante para la alimentación humana por su alto contenido de proteína y generar empleo e ingresos a las familias rurales. Como fuente alimenticia tiene alto contenido de proteína, (22%) carbohidratos, vitaminas y minerales. El consumo aproximado por persona se estima en 67 libras o 30.45 kg al año (cálculo propio a partir de datos oficiales del MAGFOR) lo que corresponde a 82 g/día.

El cultivo genera más de 200 mil empleos directos e indirectos en la producción y comercialización, ingresos al país porque se exporta a otros países de Centroamérica en forma de grano comercial y semilla. En el 2008 alcanzó unos 65 millones de dólares, por la venta de este producto. En lo relacionado a la salud, ayuda a reducir los riesgos de cáncer de colon, próstata y senos, así como en la reducción de la diabetes y el colesterol.

La producción de frijol se efectúa bajo condiciones de secano, en todas las regiones del país en alturas que varían entre 50 a 800 msnm y bajo condiciones variables de temperaturas y precipitación.

El 95% de la siembra la realizan pequeños y medianos productores en áreas de 0.5 a 3 yugadas, el 5% restante es explotado por productores grandes, los que poseen recursos económicos y están ubicados en suelos planos a ondulados que permiten la mecanización. La producción y los rendimientos del frijol son inestables, depende de las condiciones climáticas y fuente de financiamiento; desde la cosecha que debería ser húmedo entre la siembra y desarrollo del cultivo y seco en la cosecha. El área de siembra a nivel nacional ha variado entre 210 y 280 mil hectáreas (300 a 400 mil mz). En los últimos 10 años el rendimiento promedio nacional incrementó de 638 kg/ha-1 a 830 kg/ha (10 a 13 qq/mz).

La baja producción se debe, a la escasa disponibilidad de semilla de calidad, la competencia con malezas, al daño por plagas y enfermedades, altos precios de los insumos, escases de mano de obra, falta de financiamiento, acceso a la tecnología para mejorar los rendimientos, capacitación y precios de garantía en la venta del grano. Estos factores evitan mejorar las condiciones de vida de los productores.

1.1. Situación del problema

La provincia de Angaraes, es eminentemente agrícola en cultivos anuales siendo los más cultivados arveja, papa y maíz en un porcentaje de 70% en cada campaña agrícola. Los agricultores son considerados como productores de maíz y arveja con parcelas que mayormente están integrados por minifundios, cultivan sus tierras en el sistema de producción predominante del monocultivo teniendo como consecuencia, rendimientos bajos, alta incidencia de pestes (plagas y enfermedades) y a la vez uso ineficiente del recurso suelo, con ello se aumenta el costo de producción de dichos cultivos por lo que es necesario realizar el sistema de policultivo o cultivos asociados, puesto que estos sistemas de policultivos presentan una mayor eficiencia biológica en comparación al monocultivo,

es decir, permite que los agricultores realicen un mejor uso de su tierra, pues aprovechan todos los espacios del suelo al sembrarlos simultáneamente, obtienen mayor estabilidad ecológica, económica, social, energética, e incremento en la productividad del trabajo.

En respuesta a esta problemática se realizó la investigación de evaluación de rendimiento en policultivo y la eficiencia del uso de la tierra sin provocar su degradación con la finalidad de conservar el potencial del recurso suelo, con cultivo asociado para conocer el comportamiento fisiológico de los cultivos en sistema del policultivo bajo las condiciones agroclimáticas de Angaraes.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo respondieron los cultivos de maíz y frijol a dos formas y tres sistemas de siembra bajo condiciones de Lircay?

1.2.2. Problema específico

- ¿Cuál fue la respuesta en rendimiento de maíz y frijol a dos formas de siembra?
- ¿Cuál fue la respuesta en rendimiento de maíz y frijol a tres sistemas de siembra?
- ¿Cuál es la respuesta en el rendimiento de maíz y frijol a dos formas de siembra interaccionadas con tres sistemas de siembra?

1.3. Fundamentación teórica

El cultivo de maíz es originario de Perú y presenta una gran diversidad genética ya que dentro de la familia gramíneas ahora se encuentran muchos tipos de maíz y de diferentes colores los que van desde blanco hasta negro teniendo como intermedios otros colores como el rojo, plomo, amarillo, morado y jaspeados en combinaciones de los

diferentes colores donde se ha observado la presencia de epistasia, el maíz morado es importante por los fitocromos que se encuentran en la coronta y es la que permite que el agua adquiera un color oscuro para dar lugar a la chicha morada.

La cual es muy buena por el contenido de antocianinas y que son pigmentos que fortalecen el sistema inmunológico de las personas.

Hasta ahora se han venido sembrando bajo la forma de grupos donde se empleaba tres o cuatro semillas por golpe y con distanciamientos de 30 o 40 cm siendo esta la forma que ha sido heredada de nuestros antepasados, la intención es cambiar esta forma de siembra por la siembra en línea donde las plantas tendrán una mejor distribución y dispondrán de más elementos nutritivos, agua, luz y CO₂.

El cultivo de frijol también se ha venido sembrando en grupos, pero se tiene la necesidad de conocer si esta es la forma más conveniente para la siembra tanto de maíz como de frijol.

El cultivo de frijol es un cultivo que se viene probando para introducirlos en la zona y una manera de que puede amenguar el efecto adverso de las bajas temperaturas es asociándolo con el maíz que es originario de los valles interandinos, consideraciones que nos han permitido establecer los objetivos de la presente investigación.

1.4. Fundamentación práctica

La siembra en línea es una forma de siembra que se viene adecuando en la siembra de granos como el maíz, y principalmente las leguminosas, tales como el frijol, el haba, la arveja, tarhui, etc., en razones de que se tiene una mejor distribución de las plantas y se evita la competencia de las plantas por el agua, los nutrientes, la luz y el CO₂, motivo por el cual es conveniente realizar investigaciones para comprobar si esta forma de siembra es adecuada bajo las condiciones ambientales de la ciudad de Lircay.

El supuesto de que al sembrar una leguminosa que tiene la capacidad de fijar el nitrógeno del aire con una gramínea que permite el incremento de la población de las micorrizas deberían de brindar un aporte mayor de nutrientes para ambos cultivos, situación que requiere ser estudiada y demostrada bajo las condiciones ambientales de nuestra región.

1.5. Objetivo de la investigación

1.5.1. Objetivo general.

- Determinar la respuesta en rendimiento de maíz morado (*Zea mays* var. Amilácea L.) Y frijol negro (*Phaseolus vulgares* L.), a dos formas y tres sistemas de siembra en Lircay.

1.5.2. Objetivo específico.

- Evaluar la respuesta en rendimiento del maíz y frijol a dos formas de siembra en grupo y en línea.
- Evaluar la respuesta en rendimiento del maíz y frijol a tres sistemas de siembra, solos y en asociación
- Evaluar la respuesta en rendimiento del maíz y el frijol a la interacción de dos formas de siembra y tres sistemas de siembra

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

Ha: Los cultivos de maíz y frijol responden en rendimiento a dos formas y tres sistemas de siembra.

1.6.2. Hipótesis específicas

Ha: Los cultivos de maíz y frijol responden en rendimiento a las formas de siembra en grupo y en línea.

Ha: Los cultivos de maíz y frijol responden en rendimiento a tres sistemas de siembra, solos y asociados.

Ha: Los cultivos de maíz y frijol responden en rendimiento a la interacción de dos formas por tres sistemas de siembra.

II MARCO TEORICO

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Cultivo asociado

a) Definición

Según Martínez (1997), menciona que el crecimiento de dos o más cultivos de manera simultánea sobre el mismo terreno Durante un ciclo o en el transcurso de un año. De esta forma el manejo de la intensificación en el uso del terreno es en espacio y tiempo, asimismo Hart (1974), define que son sistemas en los cuales dos o más especies de vegetales se plantan con suficiente proximidad espacial para dar como resultado una competencia ínter-específica y/o complementación. Estas interacciones pueden tener efectos inhibidores o estimulantes en los rendimientos. También Liebman (2007), manifiesta que los cultivos asociados pueden comprender combinaciones de cultivos anuales con otros anuales, anuales con perennes o perennes con perennes. Los cereales pueden cultivarse asociados a leguminosas y los cultivos de raíces asociados a frutales. Los cultivos asociados se pueden sembrar en forma espaciada, desde la combinación simple de dos cultivos en hileras intercaladas hasta asociaciones complejas de doce o más siembras entremezcladas. Los componentes de un policultivo pueden sembrarse

En la misma fecha o en otra diferente (cultivos de relevo); la cosecha de los distintos cultivos puede ser simultánea o a intervalos.

b) Establecimiento de los cultivos en asociación

Según Willey (1990), indica que asociar cultivos significa sembrar más de una especie vegetal para utilizar al máximo el suelo. De esta forma aprovechamos

mejor el espacio colocando plantas de crecimiento vertical con otro decrecimiento horizontal o bien asociando especies de crecimiento rápido con otro de crecimiento lento.

Las plantas asociadas no compiten por el alimento, ya que los extraen de diferentes profundidades y, además, utilizan prioritariamente diferentes nutrientes: las plantas de raíces más superficiales, extraen fundamentalmente el nitrógeno, y las de raíz más profunda toman potasio. La complementación fisiológica puede manifestarse en policultivos compuestos de especies que utilizan procesos fotosintéticos C4 y C3. El primer tipo de especies se adapta, a menudo, mucho mejor a los ambientes bien soleados, como por ejemplo la parte superior de los doseles en combinación, mientras que las últimas se adaptan mejor a condiciones más sombreadas. Las combinaciones comunes de C4 y C3 incluyen maíz/frijol, maíz/arveja. Esta complementación fisiológica también se observa respecto a la nutrición de nitrógeno. La fijación de nitrógeno atmosférico dado por los componentes leguminosos de los policultivos para satisfacer sus propias necesidades, pueden dejar reservas de nitrógeno disponible sin el suelo para uso de las componentes no leguminosas asociados. (FAO. 1991)

Si una de las especies componentes de un policultivo es una leguminosa que porta la bacteria que fija el nitrógeno en sus raíces, el nitrógeno atmosférico puede transferirse a las no leguminosas asociadas e incrementar considerablemente su rendimiento observaron este fenómeno en combinaciones de maíz/frijol.

Según Ruiz y Loaeza (2004), menciona que en los Valles Centrales de Oaxaca se siembran 20,000 ha de la asociación maíz-frijol en dicho estudio se evaluaron parcelas de tamaño comercial en surcos alternos, sembrando un surco de maíz por

dos de frijol, con densidades de 20,000 plantas de maíz y 100,000 de frijol comparado con el método tradicional cuya densidad fue de 40,000 plantas de maíz y de 50 a 60,000 plantas de frijol, por hectárea. Se obtuvo mayor rendimiento y relación beneficio costo en el método tecnificado, dando mayor importancia al frijol por tener más probabilidades de producir con respecto al maíz bajo condiciones de temporal y por la mayor estabilidad en el rendimiento para este sistema de cultivos.

c) Ventajas de los cultivos asociados

Según Gutiérrez (2007), manifiesta que los sistemas de policultivos presentan una mayor eficiencia biológica en Comparación a los monocultivos, es decir, que los agricultores realizan un mejor uso de su tierra, pues aprovechan todos los espacios del suelo al sembrarlos a la misma vez, obtienen mayor estabilidad ecológica, económica, social, energética, e incremento en la productividad del trabajo. Lo anterior indica que los policultivos presentan mayor capacidad de sobre rendimiento biológico, lo que significa que los agricultores de la región Frailesca deben de continuar aprovechando las ventajas de los policultivos, debido a que estos mejoran la eficiencia del uso de la tierra, la productividad y la economía familiar. Por otra parte, los sistemas de policultivos maíz-frijol-calabaza, maíz-calabaza y maíz-frijol indican que económicamente son más factibles y rentables, debido a que generan más beneficios económicos e impactan el bienestar social de las familias campesinas en la región de la Frailesca, Chiapas, México. Una de las principales razones por la cual los agricultores a nivel mundial se decidieron por sembrar cultivos asociados, es que frecuentemente se puede obtener un mayor rendimiento en la siembra de una determinada área sembrada

como policultivo que de un área equivalente en comparación a un monocultivo. (Liebman, 1997)

d) Relaciones de competencia en los cultivos asociados:

Según Gutiérrez (2007), describe las relaciones de competencia inter específica y entra específica en las asociaciones de cultivos se han desarrollado diversos modelos para los cuales se distinguen tres categorías de competencia entre dos especies en asociación.

- **Inhibición mutua.** Se da cuando los rendimientos obtenidos por ambos cultivos son menores a los esperados, pero este caso se presenta raras veces.
- **Cooperación mutua.** Se da cuando cada cultivo produce más cuando son sembrados juntos que en forma separada. Esto se puede presentar en los casos con bajos niveles de tecnología y cuando las densidades de siembra son relativamente bajas.
- **Compensación.** Esta es la relación de competencia más común y se presenta cuando un cultivo produce más y el otro menos de lo esperado en base a las proporciones relativas en la asociación. El cultivo más competitivo es el dominante y el otro, en consecuencia, el dominado. Estas tres categorías es citado bajo la investigación por. (Willey, 1979)

2.1.2. Cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*)

Según Manrique (1997), los campesinos de los valles andinos del Perú clasifican al maíz morado como Kulli sara y corresponde al género *zea*, especie *mays L.* grupo *amilaceae st.* La coloración morada que presenta las plantas, corontas y pericarpio de los granos de maíz nativo, son el resultado del complejo trabajado realizado por muchos genes ubicados en diferentes cromosomas, lo

que da como resultado la formación de pigmentos de diferentes colores, los mismos que al combinarse forman el color morado (combinación de pigmentos rojos azules).

El maíz morado es único en el mundo por poseer coronta y granos de color morado. Al extraer este pigmento existen diferentes clases de antocianina, siendo la cianidina-3-bglucósido su pigmento mayoritario. Igualmente, al extraer este pigmento de la coronta y de los granos, se ha determinado mayor cantidad de antocianina en la coronta (tusa) (85%) y en menor proporción en el pericarpio (cáscara) del grano (15%)

Este pigmento representa un potencial para su uso en la industria alimenticia farmacéutica, industria cosmética e industria textil. Porque imparten color a las bebidas, dulces, helados, caramelos, confites, productos de panadería, conserva de pescado, grasas y aceites, mermeladas, jaleas, frutas confitadas, frutas en almíbar, jarabe de frutas, sopas y saborizantes. Estas características contribuyeron para que se introduzca en numerosos países.

A nivel de las familias campesinas se emplea en la forma de chicha morada, mazamorra morada, machka, tostado y otros.

2. 1. 2. 1. Taxonomía.

Según Manrique (1999), al maíz morado le corresponde la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Vegetal
División	: Angiosperma
Clase	: Liliopsida o Monocotiledoneae
Subclase	: Commelinidae familia : Poaceae
Subfamilia	: Poaceae
Tribu	: Andropogoneae
Género	: Zea.
Especie	: <i>Zea mays</i> L
Maíz morado	: <i>Zea mays</i> amilaceae cv. Morado

2. 1. 2. 2. Morfología

Según Manrique (1999), los especímenes típicos del maíz morado se encuentran desde los 1000 a 4000 msnm. Las mazorcas son de tamaño medio, de forma cónica a ovals con ocho a catorce hileras en espiral de color rojizo o purpura en toda la tusa, incluidas las lemnas, las glumas y la médula; tiene granos redondos con pericarpio rojo, morado, estrechamente agrupados para dar la apariencia de un racimo de uvas.

a). Raíz: Según Pazmiño las raíces son fasciculadas, el sistema radicular está constituido de:

- **Raíz Seminal o principal:** está representada por un grupo de

una a cuatro raíces, que pronto dejan de funcionar. Se originan en el embrión. Suministran nutrientes a las semillas en las primeras dos semanas.

- **Raíces adventicias:** el sistema radicular de una planta es casi totalmente adventicio y brota de la corona, puede alcanzar hasta dos metros de profundidad.
- **Raíces de sostén o soporte:** estos tipos de raíces se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Favorecen dando a la planta una mayor estabilidad. Las raíces de sostén realizan fotosíntesis.
- **Raíces Aéreas:** son raíces que no alcanzan el suelo.

b) El tallo

El tallo del maíz es de caña vertical, la longitud varía entre 1 a 5 m con un diámetro que va entre 2 a 4 cm y tiene nudos y entrenudos que varían en un número de 8 a 24. El tallo principal, siempre es erecto, leñoso y cilíndrico. Está compuesto por tres capas (del exterior al interior), epidermis es impermeable y transparente, pared por donde circulan las sustancias alimenticias, medula tejido central esponjoso, donde almacena reservas alimenticias. (Lazo, 1999)

c) Hojas

Las hojas poseen una larga vaina que envuelve el entrenudo. El limbo es largo, un poco ancho y termina en punta, de bordes enteros y con nervaduras paralelas, su color usual es verde, pero se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura. (Llanos, 1984)

d) Inflorescencia pistilada (masculina)

La inflorescencia femenina corresponde a una espiga. La espiga se presenta cubierta por brácteas u hojas envolventes y esta conjuntamente con las brácteas conforman la mazorca.

e) Inflorescencia estigmada (femenina)

Llanos (1984), se realiza en las últimas hojas de la planta, de siete a diez días antes de que comience a aparecer los estilos de la inflorescencia femenina.

f) Mazorcas

Vásquez (1983), La mazorca es compacta y formada por hojas que la cubren totalmente. El eje de la inflorescencia recibe el nombre de tusa en América del Sur y elote o corontas en México y América central.

g) Semillas

Cada semilla en la mazorca es un fruto independiente que esta insertado en el raquis cilíndrico o coronta; la calidad de granos producidos por mazorcas está limitada por el número de granos por hilera, al igual que otros cereales, el grano de maíz está constituido por pericarpio, endospermo y embrión.

h) Partes del maíz morado

Según Chichizola, López, Navarro y Salinas (2007), describen las partes del maíz morado y entre ellas tenemos: Granos, mazorca o coronta. Los granos están compuestos por:

- **Pericarpio o cascarilla.** Piel externa o cubierta del grano que sirve como elemento protector. En el cereal ya maduro, tiene la función de impedir el ingreso de hongos y bacterias.
- **Endospermo.** Es la reserva energética del grano, y ocupa hasta el 80-84% de peso total del grano. Compuesta por 90% de almidón y 9% de proteínas acompañadas de aceites, minerales y otros compuestos. Funciona como dador de energía a la planta en su desarrollo.
- **Germen.** En el extremo más bajo del grano ocupando el 9,5 al 12% del volumen total de grano. El germen contiene una pequeña planta en miniatura, además de grandes cantidades de energía en forma de aceite, el cual tiene la función de nutrir a la planta cuando comienza el período de crecimiento, así como otras muchas sustancias necesarias que se requiere durante el proceso de germinación y desarrollo de la planta.

2. 1. 2. 3. Practicas agronómicas y labores culturales

a) Preparación del terreno

Según Puma (1998), una eficiente preparación del terreno favorece la germinación y el enraizamiento. Para ello se realiza el riego, arado del terreno y surcado a una distancia de 80 o 90 cm entre surcos.

b) Siembra

Se realiza usando de 2 a 5 semillas por golpe, a una distancia de 40 a 50 cm. También se puede sembrar a surco corrido, poniendo 2 semillas cada 15 cm con densidades de 82,000 plantas/ha. En Huanta la siembra se realiza en surcos distanciados entre ellos a 70 cm, usando 2 a 3 semillas por golpe y distanciadas entre 40 a 50 cm por golpe. En relación a la densidad de siembra, lo recomendable, de acuerdo a la calidad de los suelos y su nivel de fertilidad, es entre 55.555 y 66.666 plantas por hectárea. Densidades mayores pueden producir rendimientos más elevados, siempre que exista una buena fertilización y manejo del cultivo, pero se corre el riesgo de obtener mucha plantas improductivas y mazorcas más pequeñas, con menor tamaño de grano, afectando la calidad y precio del producto. (Vásquez, 1983)

c) Riego

Se realiza cada 10 a 12 días, según el clima y tipo de suelo. Es necesario priorizar los riegos durante la floración y el panojamiento. Se recomiendan usar un volumen de agua de entre 8 a 10 mil m³/ha.

d) Fertilización

El incremento inmediato de rendimiento unitario se consigue mediante la aplicación de fertilizantes. La cantidad de fertilizantes a aplicar depende principalmente de la densidad de la plantación, del tipo de suelo y de su fertilidad natural.

e) Deshierbo y aporques

Esta actividad se realiza para eliminar las malezas y evitar la competencia por nutrientes, agua, luz y espacio. Se hacen dos aporques, la primera se efectúa a los 45 días después de la siembra y la segunda 20 a 25 días después del primer aporque, durante los cuales también se eliminan las malezas. (Parsón, 1981)

f) Cosecha

Cuando los granos tienen entre el 30% al 35% de humedad en relación a lo indicado en la maduración fisiológica, se "tumba" la planta y se deja secar por aproximadamente 4 a 5 días, luego de los cuales se separa la mazorca de la planta.

2. 1. 2. 4. Variedades de maíz morado

Según Chichizola, López, Navarro y Salinas (2007), describen las variedades tradicionales y entre ellas tenemos:

a) Cuzco Morado

Es un maíz de tipo tardío, presenta granos grandes dispuestos en mazorcas de hileras bien definidas. Su rendimiento promedio es de 2 a 4 toneladas por hectárea.

b) Morado Canteño

Es una variedad nativa de 1.80 a 2.50 m de altura, con una precocidad de 110 a 120 días a la floración. Presenta plantas con tallo, hojas, panojas y barbas de color púrpura o morado y se caracteriza porque en las mazorcas, las tuzas o marías presentan una fuerte concentración de pigmentos de color

morado, tanto en el exterior como en su interior, al igual que el pericarpio de los granos. Los granos son planos y presentan endospermo blanco amiláceo. Las mazorcas, son cilindro cónicas de 15 cm. de longitud y 5 cm. De diámetro, con 8 a 14 hileras. Se le cultiva entre los 500 a 2400 m.s.n.m, en la costa central del departamento de Lima, en especial en las provincias de Canta y Lima, así como en Caraz departamento de Ancash. Su rendimiento promedio es de 2.5 a 4.2 toneladas por hectárea.

c) Morado de Caraz

Usado para ablandar la siembra en Sierra. Su rendimiento promedio de 1.8 a 3.5 toneladas por hectárea.

d) Arequipeño

El color de tusa no es intenso, presenta mucha variabilidad puede ser mejorado, es más precoz que los anteriores. Su rendimiento promedio es de 2.4 a 3.9 toneladas por hectárea.

e) Negro de Junín

Se siembra en la Sierra Centro y Sur del Perú y puede llegar hasta la Región de Arequipa. Su rendimiento promedio es de 2 a 3.9 t/ha.

2. 1. 2. 5. Variedades mejoradas

Variedades mejoradas del Morado Caraz:

- PMV-581 para siembras de sierra media.
- PMV-582 para siembras de costa central.

Son el resultado de muchas selecciones para incrementar y estabilizar la alta concentración de pigmentos púrpuras o moradas, tanto en el interior

como en el exterior de la tuza y pericarpio del grano. Asimismo, el mejoramiento a mayores rendimientos de la variedad original Morado Canteño. Presentan plantas con un promedio de altura de 2m., una precocidad de 90 a 110 días a la floración masculina y dos mazorcas por planta. Su rendimiento promedio de 2.5 a 4.3 toneladas por hectárea.

2. 1. 2. 6. Producción y exportación de maíz morado en Perú

La producción peruana de maíz morado desde el 2003, mostró un avance en los niveles de producción tanto en superficie cultivada como en rendimiento. El ritmo de crecimiento de la producción promedio anual hasta el 2006 ha sido

19.6%. En dicho año la producción nacional de maíz morado alcanzó a 10.600 toneladas, siendo las principales regiones productoras, Lima (24.2%), Arequipa (21.8%) y Cajamarca (20.6%) 33. Los principales países destino del maíz morado son: EE.UU. y Japón, quienes en conjunto absorben alrededor del 95% del total exportado. Estados Unidos es el principal comprador de maíz morado, importando 297 mil dólares para el año 2008. Sin embargo, el precio promedio que paga el mercado japonés (US\$ 3.01/kg) es mayor al precio promedio del mercado americano (US\$ 1.33/kg) 34. A nivel de subproductos, el principal exportado fue la coronta de maíz morado (26.3% del total de exportaciones de maíz morado y derivados), la cual es demandada no sólo como colorante natural en la industria de alimentos y bebidas, sino para su aplicación en el sector farmacéutico por su alto contenido de antocianina. Le siguieron en importancia los envíos de concentrado de maíz morado (1 0% del

total de envíos), extracto de maíz morado (6.2%) y jugo (4.5%). (Chichizola et al., 2007)

2.1.3. Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgares L.*)

El cultivo de frijol es una de las principales leguminosas de grano alimenticio en el mundo. Tiene un alto contenido de proteína (18- 23%) y es comparativamente rico en aminoácidos esenciales (lisina y triptófano). El frijol, sin embargo, se Siembra generalmente como un cultivo secundario, para autoconsumo, en lotes pequeños en asociación o seguido por uno principal. (Camarena, 1999)

Por su consumo a nivel mundial son las gramíneas (arroz, maíz, trigo, etc.) y las leguminosas (fréjol, soya, maní, etc.). El frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) se utiliza en la alimentación humana, en forma de vainas inmaduras (vainitas) y granos tiernos o secos; en nuestro medio es un componente básico de la canasta familiar. Su alto contenido de proteínas en estado seco (22 %) y carbohidratos, contribuyen a mejorar la dieta de la alimentación humana. (Guamán et al., 2004)

El cultivo de frijol es importante porque en las raíces del frijol hay nódulos de bacterias de tamaño variable, las mismas que entran por los extremos de los pelos absorbentes, se reproducen abundantemente y llegan hasta el periciclo, donde forman una masa que se agranda hasta constituir un nódulo. Las bacterias que viven en las células parenquimáticas, reciben carbohidratos de la planta y le. Suplen nitrógeno. Esta relación de simbiosis se mantiene hasta que degenera el nódulo o se seca la planta. (Rincón, 1966)

2.1.3.1. Taxonomía del frijol

Según Cronquist (1993), la taxonomía inicial del cultivo de frijol común es el prototipo del género *Phaseolus*:

Reino	: Plantae
Sub reino	: Embryobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub clase	: Rosidae
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Sub familia	: Papilionideae
Género	: Phaseolus
Especie	: vulgaris L.

2.1.3.2. *Descripción botánica*

- **Raíz.** En la primera etapa de desarrollo el sistema radical está formado por la raíz principal o primaria. A los pocos días de la emergencia de la radícula.

Es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal; se encuentra de 3 a 7 de estas raíces en disposición de corona y tienen un diámetro poco menor que la raíz principal. (Bruno, 1990)

- **Tallo.** Identificado como el eje central de la planta el cual está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristema apical del embrión de la semilla; desde la germinación y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristema tiene fuerte dominancia apical. (Bruno, 1990)

- **Hojas.** Son alternas, compuestas, trifoliadas, con foliolo acorazonado que terminan en unos ápices acuminados raramente lobulados, membranosos, de 5 a 10 cm de longitud, de color verde claro a oscuro. (Kaye, 1979)
- **Flores.** En racimos terminales o axilares con pedúnculos erguidos y algo vellosos, cada pedúnculo lleva numerosas flores (30 flores). Color variable: blanco y morado principalmente; el cáliz es gamosépalo. También ADRA, (2002) menciona que están agrupadas de 10 a 20 inflorescencias sobre racimos axilares. Estas aparecen a las siete u ocho semanas de la siembra. (Kaye, 1979 y FAO, 1991)
- **Frutos.** Es una legumbre o vaina de 10 a 22 cm de largo, con 4 a 6 semillas, de color variable, desde blanco hasta negro intenso; también los hay de color bayo manchado. Frutos dehiscentes e indehiscentes, la textura de la vaina es variable dependiendo de la presencia de cierto tejido fibroso que se llama corrientemente 'hebra'. (Box, 1961)
- **Vainas.** Son subcilíndricas, de 5 a 10 cm de longitud y 0.9-1.4 cm de ancho, rectas o ligeramente curvas, conteniendo de 10 a 20 pequeñas semillas. Las vainas son de color verdoso que se vuelven negras a la madurez, de forma cilíndrica algo recurvadas y vellosas en estado tierno con 6 a 16 granos. (Kaye, 1979)
- **Semillas.** Son uniformes, globulares, oblongas, ovoides o subglobales, de pesos y colores muy variados, siendo el tamaño de 3 a 5 mm.

- Los cotiledones son epigeos; En un kilo hay aproximadamente 2,000 semillas Kaye (1979), siendo 40 gramos el peso de 100 semillas (Proyecto PRA, 2003)

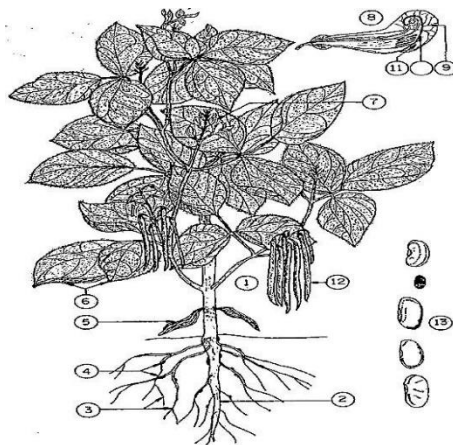


Figura 1. Morfología de la planta de frijol

Fuentes: (Proyecto PRA, 2003)

2.1.3.3. *Habito de crecimiento*

Según estudios hechos por el Centro internacional de Agricultura Tropical-

- CIAT, se considera que los hábitos de crecimiento pueden ser agrupados en cuatro tipos principales.

Tipo I: Habito de crecimiento determinado arbustivo El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada. Cuando esta inflorescencia está formada, el crecimiento del tallo y de las ramas generalmente se detiene.

Tipo II: Habito de crecimiento indeterminado arbustivo EL tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías. Como todas las plantas del hábito de

crecimiento indeterminado, estas continúan creciendo durante la etapa de la floración, aunque a un ritmo menor.

Tipo III: Habito de crecimiento indeterminado postrado Plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada.

Tipo IV: Habito de crecimiento indeterminado trepador A partir de la primera hoja trifoliada el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión lo que se traduce en su habilidad trepadora.

2.1.3.4. Fases fenológicas

- **Germinación (V-0):** En esta etapa la semilla absorbe agua para favorecer el proceso de germinación con la aparición de la radícula, la cual se convierte en la raíz primaria. En la parte alta de la radícula se desarrollan entre tres y siete raíces secundarias. Sin embargo, si la semilla es de mala calidad ésta no germina o se pudre en el suelo.



Figura 2. Grano de frijol en diferentes fases de germinación

Fuente: (Fernández, Gepts y López, 1986)

- **Emergencia (V-1):** El hipocótilo, corresponde a la parte subterránea del tallo principal, comienza a desarrollarse uno a dos días después de la aparición de la radícula y conduce a los cotiledones hacia

arriba hasta que son visibles sobre el suelo. Si la semilla es de calidad, emerge uniforme y crece con vigor.



Figura 3. Planta de frijol cuando inicia la germinación

Fuente: (Fernández, Gepts y López, 1986)

- **Hojas primarias (V-2):** Son unifoliadas, opuestas y se desarrollan a partir del segundo nudo del tallo. En la medida que la planta alcanza otras etapas fenológicas, las hojas primarias se desprenden en alguna etapa del cultivo y dejan visible el segundo nudo del tallo.



Figura 4. Planta de frijol con hojas primarias

Fuente: (Fernández, Gepts y López, 1986)

- **Primera hoja trifoliada (V-3):** Al inicio los folíolos todavía unidos aumentan de tamaño, luego se separan, al final se despliegan y extienden en un solo plano, cuando se inicia la etapa V-3 la primera hoja trifoliada se encuentra por debajo de las hojas primarias.



Figura 5. Planta de frijol con su primera hoja trifoliada

Fuente: (Fernández, Gepts y López, 1986)

- **Tercera hoja trifoliada (V-4):** Se presenta entre los 18 y 22 días después de la siembra, el frijol comienza a producir los brotes laterales que posterior se convierten en ramas principales donde se fijará la producción de vainas. En este momento las plantas demandan mayor cuidado en lo que respecta a las malezas, por ser el período crítico de competencia.



Figura 6. Planta de frijol con su tercera hoja trifoliada

Fuente: (Fernández, Gepts y López 1986)

- **Prefloración (R-5):** En las variedades de hábito indeterminado el inicio de esta etapa se presenta con la aparición de racimos en los nudos inferiores.



Figura 7. Planta de frijol en la etapa de prefloración

Fuente: (Fernández, Gepts y López, 1986)

- **Floración (R-6):** La floración ocurre entre los 28 y 38 días después de la siembra. Las variedades precoces florecen más rápido mientras que la floración en variedades tardías lo realizan en mayor número de días. Las variedades de color rojo tienen flores de color blanco.



Figura 8. Planta de frijol rojo en la etapa de floración

Fuente: (Fernández, Gepts y López, 1986)

Las variedades de color negro tienen flores lilas o moradas. El frijol es una planta autógama, por lo tanto, las flores se autofecundan. La fecundación cruzada se puede presentar entre 2 y 5 por ciento, en condiciones normales de cultivo.



Figura 9. Planta de frijol negro en la etapa de floración

Fuente: (Fernández, Gepts y López, 1986)

- **Formación de vainas (R-7):** La formación de vainas en las variedades comerciales ocurre entre 40 y 60 días después de la siembra.



Figura 10. Planta de frijol en la etapa de formación de vainas.

Fuente: (Fernández, Gepts y López, 1986)

- **Llenado de vainas (R-8):** Las vainas después de la floración comienzan su desarrollo y el grano comienza a crecer. Las vainas aumentan entre los 15 a 20 días después de la floración. Los granos crecen rápido y alcanzan su peso máximo entre los 30 a 35 días.



Figura 11. Llenado de vainas en diferentes momentos

Fuente: (Fernández, Gepts y López, 1986)

- **Madurez fisiológica y cosecha (R-9):** Cuando las plantas entran en madurez fisiológica, las hojas comienzan a madurar y se desprenden de la planta, las vainas cambian de color verde a crema o amarillo rojizo de acuerdo con la variedad. Las variedades de color negro pueden tener vainas rojas o verdes que cambian de forma progresiva a rojo oscuro o crema de acuerdo a la variedad. Las variedades de grano color rojo tienen vainas verdes que cuando maduran son cremas.



Figura 12. Planta de frijol en la etapa de madurez fisiológica

Fuente: (Fernández, Gepts y López, 1986)

- La cosecha en las variedades comerciales se realiza entre los 75 y 85 días después de la siembra. Al momento del arranque el grano tiene de 20 a 25% de humedad, la que se reduce entre 13 y 15% para su comercialización.



Figura 13. Planta de frijol lista para ser cosechada

Fuente: (Fernández, Gepts y López, 1986)

2.1.3.5. *Requerimientos edafoclimáticos.*

El cultivo frijol prospera bien en suelos fértiles de estructura media, textura franco limoso- arcilloso, deben ser profundos y bien drenados. Los suelos pesados son frecuentemente húmedos y fríos, y causan el crecimiento lento de las leguminosas. (Parsons, 1991)

Indica que el frijol desarrolla mejor en terrenos sueltos, profundos, aireados y con buen drenaje, aunque se le puede considerar como no exigentes en cuanto a las condiciones físicas del suelo, no debiendo cultivarse en suelos húmedos, calizos o salinos. (Chávez, 1970)

Son sensibles a la reacción del suelo, prefiriéndoselos suelos ligeramente ácidos de pH 6.5- 6.8, para las regiones húmedas y ligeramente alcalinos de 7.2-7.5 para las zonas áridas. Chiappe (1982)

Sin embargo, dice que el frijol requiere de pH entre 5.5 a 6.5. (Ríos, 2002)

- **Agua:** El agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura. Indica que está demostrado que el fríjol no tolera el exceso ni la escasez de agua. Sin embargo, la planta ha desarrollado algunos mecanismos de tolerancia a estas condiciones de estrés, como el aumento en el crecimiento de las raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua. En cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al anegamiento, y su recuperación frente a este hecho se relaciona con la habilidad para producir raíces adventicias. Estudios realizados para medir el consumo de agua del fríjol a lo largo de las etapas de desarrollo han permitido determinar que el mayor consumo se da en las etapas de floración y formación de las vainas. (Ríos, 2002)

Los factores climáticos que más influyen en el desarrollo del cultivo son la temperatura y la luz; tanto los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales tienen una influencia importante en la duración de las etapas de desarrollo y en el comportamiento del cultivo. Los factores climáticos como la temperatura y la luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas

apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables. (Vargas, 2013)

- **Temperatura:** La planta de fríjol crece bien en temperaturas promedio entre 15 y 21 C. En términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas causan una aceleración. Las temperaturas extremas (5° C o 40° C) pueden ser soportadas por períodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles. (Ríos, 2002)
- **Fotoperiodo:** dice que el papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El fríjol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días. El fotoperiodo óptimo para la inducción de la floración es de 8 a 14 horas.

La reducción de la luz propicia un desarrollo achaparrado o rastrero de la planta, con un efecto negativo en los rendimientos. (Ríos, 2002)

- **Precipitación:** Es un factor indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura. Se estima que más del 60% de los cultivos de fríjol en el tercer mundo sufren por falta de agua. En contraste con lo anterior, las zonas donde se siembra frijol corresponden a los pisos altitudinales con precipitaciones superiores a los 500 mm promedio

anual y en el caso de climas fríos moderado, son superiores a los 1.000 mm, suficientes para satisfacer las necesidades de agua del cultivo. (Vargas, 2013)

- **Humedad:** La humedad relativa óptima del aire durante la primera fase de cultivo es del 60 al 65%, y posteriormente oscila entre el 65% y el 75%.
- Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan él fecundación. Es importante que se mantenga sin excesivas oscilaciones de humedad. (Hernández, 2013)

2.1.3.6. Plagas

Según Schoonhoven, Gómez y Valderrama (1982), los géneros más comunes son *Agrotis*, *Fe/tía* y *Spodoptera*. El ataque de este insecto ocurre de manera irregular y es difícil de predecir.

Los primeros estadios las larvas realizan raspaduras de las hojas de las plantas

Recién germinadas, larvas más desarrolladas afectan a las semillas y plantas tiernas cortándolas a la altura del cuello de la raíz, provocando finalmente su caída y muerte. (Castillo, 2010)

- **Comedores de hojas:** Hay muchas especies de crisomélidos atacan el fríjol. Los adultos causan perforaciones en las hojas y pueden atacar también flores y vainas. La mayor parte del daño ocurre durante el estado de plántula, cuando el insecto consume un porcentaje relativamente alto del follaje. Las larvas también pueden

ocasionar daño en las raíces del frijol y en los nódulos radicales que contienen Rhizobium. Boonckamp, concluyó que la alimentación de los crisomélidos adultos tiene poco efecto en los rendimientos del frijol, excepto cuando el ataque tiene lugar durante las dos primeras semanas después de la siembra y, en menor grado, durante la floración. (Schoonhoven et al., 1982)

- **Mosca blanca:** El insecto más común en los cultivos de frijol, es la mosca blanca *Bemisia tabaci*, que es un insecto chupador de amplia distribución mundial, se considera la especie más difundida y dañina. Tiene la habilidad de adquirir resistencia a insecticidas utilizados para su control, principalmente los órgano - fosforados y los piretroides. En todos sus estadios de desarrollo permanece en el envés de la hoja, protegiéndose de la luz solar y de otros factores adversos. El adulto es el único que puede emigrar por medio del viento a una altura de un metro para buscar nuevas plantas, de modo que puede actuar como transmisor de virus. (Escoto, 2011)
- **Arañita roja:** Vive en el envés de las hojas y su presencia se detecta por la aparición de puntos blancos en el haz (parte superior de la hoja). En ataques avanzados, las hojas superiores aparecen cubiertas por abundante telaraña y puede ocurrir la caída del follaje. La plaga se presenta generalmente a partir de la floración, si el ataque ocurre después del llenado de legumbres, el daño no es de importancia económica. (Vásquez et al., 1992)

- **Barrenador de la vaina:** Este insecto hace daño como larva y es conocido como perforador de la vaina. Afecta las yemas terminales e induce la emisión de nuevos brotes y puede ocasionar también daños y abortos en flores. Las yemas afectadas por el insecto se deforman y las vainas se pudren por la acción de organismos secundarios. Según Bueno y Cardona (2004), dicen que el umbral de acción es de 15 - 20% de brotes dañados o 10 - 15% consumen las hojas a excepción de las nervaduras, mientras que las más viejas consumen totalmente las hojas y pueden consumir plántulas completas y dañar las vainas. La mayor parte del daño se observa en los bordes de los cultivos, pero puede continuar hacia el interior especialmente cuando la vegetación y los residuos proporcionan una buena protección a las babosas durante el día. (Ríos, 2002)

2.1.3.7. *Enfermedades*

Pudrición radical

Según Araya y Hernández (2006), Hay varias especies de hongos que normalmente habitan en el suelo que son responsables de producir pudriciones radicales en frijol, entre ellos sobresalen: Fusarium, Rhizoctonia, Phytium y Sclerotium.

- **Roya del frijol:** Esta enfermedad es causada por el hongo Uromyces phaseoli. Se inicia con pequeñas lesiones amarillas en las hojas en las cuales se empieza a formar un punto semejante a la herrumbre, de aspecto polvoso. Estos puntos crecen ligeramente en tamaño y se distribuyen uniformemente sobre la superficie de la hoja.

- Los puntos rojizos (herrumbre) muy raramente se observan en las vainas. (Schwartz, 1980)

Son mayores las probabilidades de que se presente una infección de roya en localidades donde una alta humedad persiste durante 8 a 10 horas. Las temperaturas que permiten el desarrollo de este hongo y la infección del cultivo están entre 17 y 27 oc. (Araya y Hernández, 2006)

Antracnosis: Esta enfermedad es provocada por el hongo *Colletotrichum- lindemuthianum*, la cual puede dañar todas las partes aéreas de la planta aún los cotiledones pueden presentar pequeñas lesiones de color café oscuro a negro. Sin embargo, es más común que las primeras lesiones se puedan descubrir en el envés (por debajo) de las hojas o en los pecíolos como lesiones angulares o lineales de color oscuro o rojo ladrillo o bien como pequeños cánceres hundidos en las venas de las hojas. Si las condiciones ambientales favorables para el hongo se mantienen por periodos largos entonces se presentarán lesiones por el haz (por arriba) de la hoja. La enfermedad es más notoria en las vainas; las primeras lesiones aparecen como lesiones de color naranja que se transforman en cánceres hundidos limitados por un anillo negro ligeramente elevado que a su vez se rodea por una franja de color café rojizo. En el centro de esas lesiones puede observarse el crecimiento del hongo de color café claro a rosa durante periodos muy húmedos.

Las vainas jóvenes pueden "chuparse" o secarse si el ataque del hongo es severo. (Mena y Velázquez, 2010)

- **Oídium o mildiu polvoso:** Esta enfermedad es provocada por el hongo *Erysiphe polygoni*. Los síntomas iniciales se observan tanto en haz como en el envés de las hojas como manchas redondas ligeramente oscurecidas, de color blanquecino que da una apariencia polvosa, posteriormente la hoja y la planta completa pueden cubrirse con micelio polvoso deformando tallos y legumbres, dando como resultado pérdidas en rendimiento. (Peralta, 1998)

El desarrollo del hongo se ve favorecido por una humedad de alta a baja y una temperatura de moderada a baja. (Schwartz, 1980)

2.2. Antecedentes

2.2.1. Sobre rendimientos

Según Palomino (2019), manifiesta que los mayores rendimiento de maíz se obtuvieron con la siembra en monocultivo (T11), siembra de maíz 20, 15, 10 y 5 días antes de la siembra de frijol (T4, T3, T2 y T1) con rendimiento de 8 900.3, 8 406.5, 8 030.6, 7 559.7 y 7 015.2 kg.ha⁻¹, respectivamente. Los mayores rendimiento de frijol caupi se obtuvieron con siembra monocultivo (T10), siembra de frijol 20 y 15 días antes de la siembra de maíz (T8 y T7) con 3 113.6, 2 923.5 y 2 805.1 kg ha⁻¹ de granos, respectivamente. Los mayores índices de rentabilidad se obtuvieron con siembra de maíz 5, 10, 15 y 20 días antes de la siembra de frijol con 2.30, 2.30, 2.27 y 2.26, respectivamente.

Según Gutiérrez (2007), cuando evaluaron el impacto socioeconómico de los sistemas de policultivos maíz-frijol, - calabaza en la frailesca, Chiapas, México encontraron. Que el rendimiento de maíz en monocultivo fue 4516 kg/ha y en policultivo su rendimiento fue 4231 kg/ha.

Cuando evalúa la eficiencia relativa de la tierra y perspectivas de dos policultivos de temporal en Santa cruz xoxocotlan, Oaxaca encontró. Que el rendimiento de maíz en monocultivo fue 2.842 tha-1 y en policultivo de maíz-frijol su rendimiento fue 2.071 tha-1 el cual fue menor en 27% al monocultivo. (Cruz, 2009)

2.2.2. Uso eficiente de la tierra

Cuando evaluaron el impacto socioeconómico de los sistemas de policultivos maíz y frijol, calabaza en la frailesca, Chiapas, México encontraron que con monocultivo de maíz un valor de 1.0 de UET, y con policultivo de maíz -frijol-calabaza de 3.18 de U ET y con policultivo de maíz - frijol fue 2.57 de UET; Los sistemas de policultivos presentan una mayor eficiencia biológica en comparación a los monocultivos, es decir, que los agricultores realizan un mejor uso de su tierra, pues aprovechan todos los espacios del suelo al sembrarlos a la misma vez, obtienen mayor estabilidad ecológica, económica, social, energética, e incremento en la productividad del trabajo. Lo anterior indica que los policultivos presentan mayor capacidad de sobre rendimiento biológico, lo que significa que los agricultores de la región Frailesca deben de continuar aprovechando las ventajas de los cultivos. (Gutiérrez, 2007)

2.2.3. Rentabilidad

Según Gutiérrez (2007), cuando evaluaron el impacto socioeconómico de los sistemas de policultivos maíz-frijol, - calabaza en la frailesca, Chiapas, México encontraron que con el sistema de policultivo maíz-frijol-calabaza se han obtenido sobre rendimientos de 218% de producción por hectárea lo que significa utilidades de 1013% más rentable que el monocultivo de maíz. Pérez (2004), cuando realizaron la Evaluación de Asociaciones de cultivo en rotación: frijol girasol y boniato - maíz. Han obtenido altos rendimientos en ambos policultivos, propiciando menores costos por peso y mayores utilidades los policultivos, siendo el costo de producción de policultivo de frijol es 272.58/ha y costo por peso de producción 0.45 siendo su utilidad 389.42 a comparación de policultivos boniato + maíz el costo de producción es 68.17/ha y costo por peso de producción 0.20 teniendo las utilidades de 577.31 siendo el policultivo más rentable que el monocultivo.

III METODOLOGÍA

3.1. Ámbito de estudio

3.1.1 Ubicación del campo experimental

El experimento se llevó a cabo en la Universidad para el desarrollo Andino, en el campo experimental de la Escuela Profesional de Ciencias Agrarias, ubicado en el departamento de Huancavelica, provincia de Angaraes, distrito de Lircay; cuya ubicación es la siguiente ubicación:

- Altitud : 3278 msnm.
- Coordenadas : 12° 59' 17.2" S, 74° 43' 13" O
- UTM : 8564162 530335 18L
- Ubicación : Centro-sur del Perú.
- Temperatura media anual : 12° C
- Precipitación media anual : 780 mm
- Zona de vida natural : Bosque semiseco.

3.1.2 Historial de campo

El historial del campo experimental durante los tres últimos años es la siguiente:

- 2018 - 2019 : Experimento
- 2018 : escanso
- 2016 – 2017 : Papa

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es cuantitativa. Experimental Se realizó bajo observaciones y evaluaciones en los cultivos de maíz y frijol.

3.3. Matriz de consistencia

3.3.1. Matriz de consistencia y operacionalización de variables

- **Identificación de variables:** La variable de respuesta es el peso de grano por tratamiento:

Tabla 1.

Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Indicador
Problema general:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable de respuesta:	Peso de grano y/o mazorca por tratamiento en kg
¿Cómo respondieron los cultivos de maíz y frijol a dos formas y tres sistemas de siembra bajo condiciones de Lircay?	Determinar la respuesta en rendimiento de maíz morado (<i>Zea Mays</i> var. <i>Amiláceo L.</i>) y frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris l.</i>), a dos formas y tres sistemas de siembra en Lircay.	Ha: Los cultivos de maíz y frijol responden en rendimiento a dos formas y tres sistemas de siembra.	Peso de grano y/o mazorca por tratamiento.	
Problemas específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis específica:	Variable:	Indicador:
¿Cuál fue la respuesta en rendimiento de maíz y frijol a dos formas de siembra?	Evaluar la respuesta en rendimiento del maíz y frijol a dos formas de siembra en grupo y en línea. Evaluar la respuesta en rendimiento del maíz y frijol a tres sistemas de siembra, solos y en asociación.	-Ha: los cultivos de maíz y frijol responden en rendimiento a las formas de siembra en grupo y en línea. Ha: Los cultivos de maíz y frijol responden en rendimiento a tres sistemas de siembra, solos y asociados. Ha: Los cultivos de maíz y frijol responden en rendimiento a la interacción de dos formas por tres sistemas de siembra	Peso de grano y/o mazorca por Tratamiento.	Peso de grano y/o mazorca por tratamiento en kg.
¿Cuál fue la respuesta en rendimiento de maíz y frijol a tres sistemas de siembra?				
¿Cuál es la respuesta en el rendimiento de maíz y frijol a dos formas de siembra interaccionadas con tres sistemas de siembra?	Evaluar la respuesta en rendimiento, del maíz y el frijol a la interacción de dos formas de siembra y tres sistemas de siembra			

Fuente: (Elaboración propia, 2020)

3.4. Nivel de investigación

El nivel de investigación es Aplicativo.

3.5. Diseño de investigación: Diseño de bloque completamente al azar- Experimental

3.6. Metodología.

3.6.1. Instalación

El día 03 de noviembre se instaló los cultivos de maíz y frijol con una distribución de acuerdo al diseño de bloques completo al azar en el campo experimental considerando seis tratamientos en cuatro repeticiones con un total de 24 unidades experimentales.



Figura 14. Marcación de los bloques

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



Figura 15. Marcación de las unidades experimentales

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



Figura 16. Apertura de surco

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.6.2. Riego

No se ha aplicado riego complementario en razón de que la frecuencia de lluvias ha sido regular y no se han presentados veranillos que obliguen a aplicar riegos complementados.

3.6.3. Presencia de plagas y enfermedades

No se tuvo la presencia de plagas ni enfermedades, por lo que no se aplicó ninguna medida de control.

3.6.4. Deshierbo y presencia de plantas espontaneas

Se realizaron tres deshierbos para eliminar las malezas, entre las malezas que se presentaron se encontraron: trébol (*Trifolium repens*), kikuyo (*Pennisetun clandestinum*, diente de león (*Taraxacum officinales*, cebadilla (*Bromus unioloides*) y ortiga (*Urtica urens*).



Figura 17. Aporque del cultivo de maíz y frijol

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.6.5. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual con el uso de unas hoces, luego de la siega se emparvo el maíz a un lado y el frijol en otro, hasta que seco la planta y luego se realizó la trilla para separar los granos de frijol mientras que el maíz fue despancado y pesadas las mazorcas.



Figura 18. Siega del cultivo de maíz y frijol

Fuente: (Elaboración propia, 2019)



Figura 19. Emparvado de maíz y el frijol

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.8. Recolección de datos

3.8.1. Técnica

Se aplicó las técnicas de observación, evaluación, tabulación, base de datos procesamiento de datos, interpretación y discusión de los resultados, conclusiones y recomendaciones

3.8.2. Instrumento

Para el recojo de los datos se elaboró tablas en base a la distribución de los tratamientos en el campo experimental. También se utilizó tablas de doble entradas para tabular los datos.

3.8.3. Peso de mazorcas por tratamiento

La evaluación del peso de mazorcas por tratamiento se realizó cuando las cañas de maíz estaban secas, se despancaron y se pesó el total de mazorcas por tratamiento. Los datos obtenidos se registraron en la tabla de evaluación elaborada para dichos registros. Se llevó a cabo el día 16 de mayo de 2019.



Figura 20. Evaluación de mazorcas por tratamiento
Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.8.4. Peso de grano seco de frijol (kg) por tratamiento.

El peso de grano por tratamiento se realizó cuando los tallos estuvieron secos y se procedió a la trilla y pesado del grano, los datos se registraron en la tabla de evaluación.



Figura 21. Plantas de maíz y frijol maduras
Fuente: (Elaboración propia, 2019)

3.8.5. Equipos, materiales e insumos

Equipos	: Balanza, Laptop, Cámara, Celular y Calculadora
Materiales	: Estacas, sacos, mantas
Insumos	: Semillas, estiercol, ceniza
Herramientas	: Lampa, azadón, rastrillo y zapapico

3.8.6. Factores en estudios

Factor A. Formas de siembra:

- En golpes (a1)
- En línea (a2)

Factor B: Sistemas de siembra:

- Maíz morado solo (b1)
- Frijol solo (b2)
- Cultivo asociado (b3)

Tratamientos		Código
En golpes – Maíz solo	(a1b1)	: T1
En golpes – Frijol solo	(a1b2)	: T2
En golpes – cultivo asociado	(a1b3)	: T3
En línea – Maíz solo	(a2b1)	: T4
En línea – Frijol solo	(a2b2)	: T5
En línea – Cultivo asociado	(a2b3)	: T6

Tabla 2.

Croquis de Distribución de los tratamientos en el campo experimental

R I	T6	T5	T4	T2	T1	T3
R II	T1	T4	T3	T5	T2	T6
R III	T5	T1	T6	T4	T3	T2
R IV	T2	T3	T5	T1	T6	T4

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Características de la unidad experimental:

- Largo de la unidad experimental = 2 m
- Ancho de la unidad experimental = 1.60 m
- Área de la unidad experimental = 3.20 m²

Distanciamiento

- Entre surco = 80 cm
- Entre plantas= 10 cm
- Entre grupo= 30 cm
- Tres semillas por grupo

3.8.7. Esquema de análisis de varianza del experimento**Tabla 3.**

Esquema de análisis de varianza para peso de mazorcas y de granos de frijol

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Bloque	$r - 1 = 4 - 1 = 3$
Tratamiento	$t - 1 = 6 - 1 = 5$
Factor A	$a-1=1$
Factor B	$b-1=2$
Interacción AB	$(a-1) (b-1) =2$
Error experimental	$(r - 1) (t - 1) = 15$
Total	$tres - 1 = 24 - 1 = 23$

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Producción de mazorcas de maíz y grano de frijol, cultivos solos y en asociación en siembras en línea y grupos

Los resultados obtenidos se relacionan a la producción de grano de maíz y frijol, que fueron instalados solos y en asociación en dos forma de siembra, en línea o en grupos con la intención de conocer que forma de siembra permite obtener mayor producción en grano tanto de maíz como de frijol, los cuales han desarrollado bajo diferentes condiciones ya que la distribución en línea permite tener una mejor distribución de plantas para un mejor aprovechamiento del agua, los nutrientes, la luz y el anhídrido carbónico evitando así la competencia entre las plantas por estos elementos.

¿Porque evaluamos las formas de siembra solos y en asociación?, porque el cultivo de frijol, que es una leguminosa y tiene la ventaja de realizar simbiosis con la bacteria del género *rhysohium* y fijan el nitrógeno del aire al suelo, el cual puede disponer la planta de frijol y en el caso de que este asociado maíz ambas plantas podrían aprovechar dicho nitrógeno y en el caso del maíz es una gramínea que genera la presencia de micorrizas que son hongos que participan en la desintegración de la materia orgánica y otros compuestos que se pone en el suelo como fuente nutritiva de elementos nutritivos para las planta y al estar presentes ambos organismos es de suponer que estando juntos podrían aprovechar de mejor manera los nutrientes del suelo.

Tabla 4.*Análisis de variancia para peso de mazorcas más peso de granos de frijol*

F DE V	G.L	SC	CM	FC	FT0.	FT0.	SIG.
Bloques	3	0.62	0.20	4.202	3.29	5.42	*
Tratamientos	5	4.42	0.88	18.0	2.9	4.56	**
A	1	0.14	0.14	2.87	4.54	8.68	N.S.
B	2	4.2	2.10	42.88	3.68	6.36	**
AB	2	0.07	0.03	0.74	3.68	6.36	N.S.
Error Experimental	15	0.73	0.04				
Total	23	5.77					

CV =25%

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

La tabla 4. Sobre el análisis de variancia para peso de mazorcas más peso de granos de frijol nos muestra que existe diferencia estadística significativa para bloques lo que nos indica que la pendiente ha influido en los bloques, para tratamientos existe una diferencia estadística altamente significativa, lo que nos muestra que existe diferencias estadísticas en cuanto a la producción de mazorcas de maíz y grano de frijol por tratamiento, el factor A de las formas de siembra en líneas y en grupo no muestran diferencias estadísticas significativa lo que nos indica que la producción de mazorca y grano de frijol fueron similares en ambas formas, la fuente del factor B, nos muestra que existe diferencias estadísticas altamente significativa lo que nos indica que la producción de mazorca y grano de frijol sembrados solos o en asociación han respondido de manera diferente, la interacción de los factores AB nos muestra que no existe diferencias estadísticas significativa lo que nos indica que la producción de mazorca y grano de frijol sembrados solos o en asociación en las dos formas de siembra son similares, el coeficiente de variabilidad es de 25% el cual se encuentra dentro de los niveles permisibles para este tipo de trabajos en el campo, para la comparación de medias se ha aplicado la prueba de Duncan para

comparar las medias de los tratamientos y los niveles del factor B, al nivel de probabilidad 0.01 por ser altamente significativas.

Tabla 5.

Prueba de Duncan para comparación de medias de la fuente de variabilidad tratamientos al nivel de probabilidad 0.01.

Tratamiento	Promedio	Significancia	Peso real	Rendimiento
Línea x Maíz	1.2989	a	1.757	5490.63
Línea x Asoc.	1.2916	a	1.696	5300.00
Grupo x Maíz	1.0734	a b	1.328	4150.00
Grupo x Asoc.	1.0557	b	1.174	3668.75
Grupo x Frijol	0.2931	c	0.089	278.13
Línea x Frijol	0.2914	c	0.088	275.00

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

La tabla 5 sobre la prueba de Duncan al nivel 0.01 de probabilidad para comparación de medias de los tratamientos, sobre el peso de mazorcas de maíz morado y peso de grano de frijol, nos muestra que el tratamiento de línea x maíz con un rendimiento de 5,490.63 kg/ha, ocupa el primer puesto y no muestra diferencia estadística con los tratamientos línea x asociado y grupo x maíz con 5,300.00 y 4,150.00 kg/ha respectivamente y en los últimos lugares se ubican los tratamientos línea x frijol y grupo x frijol con 275.00 y 278.13 kg/ha respectivamente, los cuales no muestran diferencia estadística entre ellos, sus rendimientos son bajos ya que solo alcanzaron a 278.13 y 275.00 kg/ha respectivamente lo cual nos indica que el rendimiento menor es cuando sembramos frijol solo en línea y que al sembrarlo solo se puede obtener una mayor producción si lo sembramos en grupo, lo cual podría deberse a que con un mayor número de plantas y raíces juntas exista una mayor población de bacterias y por lo tanto una mayor Fijación de nitrógeno del aire y es mejor aprovechado por las plantas.

Los tratamientos de grupo x maíz y grupo x asociado con 4,150.00 y 3,668.75 kg/ha respectivamente ocupan el tercer y cuarto puesto no mostrando diferencia estadística entre ellos y aunque no exista diferencia estadística existe una diferencia matemática donde el tratamiento de grupo x maíz es mayor a grupo x asociado lo que nos indica que la asociación de cultivos no es favorable para la obtención de mayor producción lo que nos indica que la disponibilidad de elementos como agua, luz, CO₂ y espacio podrían ser más importantes que la cantidad de nitrógeno que podría aportar la simbiosis del frijol con la bacteria.

Tabla 6.

Prueba de Duncan para comparación de medias de los niveles del factor B al nivel de probabilidad de 0.01

Tratamientos	Promedio	Significancia	Promedio real	Rendimiento
Maíz solo	1.18	a	1.543	4821.88
Maíz y frijol	1.17	a	1.43	4468.75
Frijol solo	0.29	b	0.08	250.00

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

La tabla 6. Sobre la prueba de Duncan para comparación de medias de los niveles del factor B al nivel de probabilidad de 0.01, nos muestra que el primer lugar lo ocupa el Sistema de siembra de maíz morado solo con 4821.88 kg/ha, seguido del Sistema de cultivos asociados con 4468.75 kg/ha, los cuales no muestran diferencia estadística significativa mostrándonos una vez más que la producción de mazorcas de maíz sembrado solo, rinde más que cuando se siembra asociado, en el último lugar se encuentra el sistema de siembra de frijol solo con 250.00 kg/ha, que normalmente presenta una producción baja debido a las características propias de las leguminosas y por qué afronta una comparación con el peso de mazorcas de maíz que normalmente tienen un mayor peso.

V CONCLUSIONES

- Las formas de siembra en línea y en grupo no muestran diferencias estadísticas, matemáticamente la siembra en línea tiene cierta ventaja.
- El Sistema de siembra de maíz solo, permite obtener el mayor rendimiento con 4,821.88 kg/ha, luego está el Sistema de cultivo asociado de maíz y frijol con 4,468.75 kg/ha y en último lugar está el Sistema de frijol solo con 250.00 kg/ha.
- La mayor producción de peso de mazorcas de maíz morado y frijol negro se obtiene con el Sistema de siembra de maíz solo en línea con 5,490.63 kg/ha, seguido del Sistema de siembra de cultivo asociado en línea y Sistema de siembra de maíz solo en grupo con 5,300.00 y 4,150.00 kg/ha respectivamente, no existiendo diferencia estadística entre los tres, en cuarto lugar se ubica el Sistema de siembra de cultivo asociado en grupo con 3,668.75 kg/ha, en los últimos lugares están los sistemas de siembra de frijol solo tanto en grupo como en línea con 278.13 y 275.00 kg/ha respectivamente.

VI RECOMENDACIONES

- Realizar la siembra de maíz en línea y el frijol en grupos.
- Probar la siembra en línea en otros cultivos
- Determinar la rentabilidad de la siembra de cultivos solos y en asociación
- Realizar pruebas de siembra en línea y en grupos solo o en asociación con otros cultivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA.

- ADRA OFASA DEL PERÚ. (2002). *Manual Técnico*. Cultivo de frijol 'Chaucha'. Huánuco, Perú. 50 p.
- Araya, F.C. M., & Hernández, F. J. C. (2006). *"Guía para la identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica"*. San José, Costa Rica.
- Box, M. (1961). *Leguminosas de granos*. Salvat Editores S.A. Barcelona, España. 546 p.
- Bruno, J. A. (1990). *Leguminosas alimenticias*. Edit. Fraele S.A. Lima, Perú. 136 p.
- Bueno, J. M. y Cardona, C. (2004). *Control de insectos y otros invertebrados dañinos en habichuela y frijol*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.
- Camarena, F. et al. (1990). *El frijol reventón "numia", "ñuña" o "apa"*. Revista
- Castillo C, P. S. (2010). *Plagas del cultivo de frijol caupi*. Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes - Perú.
- Chávez, G. (1970). *Problemas de producción de frijol*. CIAT. Cali, Colombia.
- Chiappe, V. L. (1982). *Requerimientos ambientales del frijol*. Lima. UNA-LM.
- Chichizola, J.; López, E.; Navarro, J. M; Salinas, F. (2007). Plan de negocios: *"acopio, procesamiento y exportación de maíz morado"*. Trabajo aplicativo final presentado. EPG. UAP. Arequipa, Perú.
- Cruz, B.I. (2000). *Efectos de la fertilización fosforada con y sin micronutrientes en el rendimiento del cultivo de frijol cv. Cario 2000*. Bajo R.L.A.F:Goteo. Tesis ing.Agr. UNALM. Lima – Peru.
- Cronquist, A. (1993). *"An integral system of classification of flowering plants"*. New York, US, Columbia, University Press. 1262 p.

- Daniel, G. (1984). "*Morfología de la planta de frijol comun*". 49 pg.
- Escoto, E. (2011). *El Cultivo Del Frijol*. Publicación de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, DICTA de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, SAG. Tegucigalpa, Honduras.
- FAO. (1991). *Leguminosas forrajeras tropicales. Editado por la organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Roma, Italia. 707 p.
- Fernández, F. Gepts, P. & López, M. (1986). *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia. Guía de estudio. 26 pp.
- Guamán, R. Andrade, C. & Álava, J. (2004). *Guía para el cultivo de fréjol E.E. Boliche*. INIAP-PROMSA, Guayaquil, EC. Boletín divulgativo No. 316. 51 p.
- Gutiérrez, M. (2007). *Impacto socioeconómico de los sistemas de policultivos maíz-frijol calabaza en la frailesca, Chiapas, México*.
- Hart, R. (1974). *Evaluación de policultivos*. University de Florida, 158.
- Hernández, M. S. (2013). *Cultivo de frijol*. Ficha técnica.
- INIAA. Lima- Perú.
- KAYE. (1979). *Legumbres alimenticias*. Trad. María Paz Nava. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza, España. 437 p.
- Lazo, R. (1999). "*Fertilización potásica y fosfórica en el rendimiento de maíz morado (zea mays L.) PM 581 Tesis UNAS*. El coral- Arequipa-Peru.
- Llanos, C. M. (1984). *El Maíz, su cultivo y aprovechamiento*. Editorial Mundi – prensa España – Madrid. 318p.
- Liebman, M. (2007). *Sistemas de policultivos*.

- Liebman, M. (1997). *Sistemas de policultivos*. pp. 133-141.
- Manrique, A. (1999). *Maíz Morado Peruano (Zea mays L.)*. Folleto R.I. N° 2-99 Perú 24p.12.
- Manrique, A. (1997). “*El maíz en el Perú. Segunda edición*”. Programa cooperativo de Investigaciones en maíz, 1980-92. Informes anuales. CONCYTEC, Lima, Perú.
- Martínez R., C. G. (1997). *Análisis de la habilidad competitiva de variedades de maíz y poblaciones de haba en asociación*. Tesis de maestro, pp. 112.
- Mena, C. J. & R. V. Velázquez, (2010). *Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas*. Folleto Técnico No. 24. Campo Experimental. Zacatecas. CIRNOC -INIFAP. 83 p.
- Palomino D., O. B. (2019). *Secuencia de siembra en asociación del cultivo de caupi (Vigna unguiculata L.) y maíz (Zea Mays L.) en agricultura sucesional, centro poblado Natividad, Pichari 485 msnm, Cusco*, Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga. Tesis pre grado.
- Parson, D. (1981). *Manuales para la educacion agropecuaria*.
- Parsons, D. (1991). *Frijol y chícharo*. Editorial Trillas SA. México. 58p.
- Peralta, E. (1998). *Paragachi. Variedad de Frejol arbustivo (Phaseolus vulgaris) rojo moteado. Plegable s/n. Programa de Leguminosas*. Estación Experimental Santa Catalina -INIAP. Quito Ecuador.
- Perez y Garcia. (2004). *Evaluacion de asociacion de cultivo en rotacion frijol girasol y boniato-maiz*.
- PROYECTO PRA. (2003). *Manual técnico del fríjol 'Chaucha'*. Huánuco, Perú. 50 p.

- Puma, J. (1998). *“Dos Fuentes de material organica del rendimiento de maiz morado en zonas Aridas”* Tesis UNAS. Arequipa-Peru.
- Rincon S, O. (1966). *El Cultivo del Frijol*. Temas de Orientación Agropecuarias. Bogotá, Colombia.
- Ríos, M. J., Quiroz, J. E., & Arias, J. H. (2002). *"Frijol. Recomendaciones generales para su siembra"* CORPOICA. Rionegro, Antioquia, Colombia.
- Ríos, M., J. & Quiroz, J. E., (2002). *El Fríjol (Phaseolus vulgaris L.): Cultivo, beneficio y variedades. Boletín Técnico*. FENALCE. Bogotá, Colombia.
- Ruiz, V.J y Loeza, R.G. (2004). *Validación del metodo de siembra en surco alterno para la asociacion Maiz-Frijol en valles centrales de Oaxaca*. Numero y Desarrollo Vol.2 Num.1.
- Schoonhoven, A., GOMEZ, L. A. & VALDERRAMA, R. (1982). *Descripción y daños de las plagas que atacan al frijol. Guía de estudio. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT*. Cali, Colombia. 41 pp.
- Schwartz, H. F. (1980). *La Roya del frijol y su control*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia.
- Vargas, J. B. (2013). *Manual de manejo de cultivo de frejol en Bolivia*.
- Vásquez, J; et al. (1992). *El frejol arbustivo en Imbabura. Sugerencias para su cultivo*.
Publicación Miscelánea N° 57. Programa de leguminosas. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP: Quito, Ecuador. 24p.
- Vasquez, R.A. (1983). *Evaluacion de maicesde baja altura (Zea mays L.)*, Tesis para optar el titulo de ingeniero Agronomo, UNALM Molina Lima-Peru.

Willey, R. W. (1990). *Resource use in intercropping systems*. Agric. Water Manage. 17:215-231.

Willey, R. W. (1979). *Intercropping-its importance and research needs*. Part.

ANEXOS

ANEXO A: BASE DE DATOS

TRATAMIENTOS		DATOS REALES	DATOS TRANSFORMADOS	
Grupo	Maíz	1.312	1.145	
Grupo	Frijol	0.146	0.382	
Grupo	Asociado	1.323	1.150	2.678
Línea	Maíz	1.312	1.145	
Línea	Frijol	0.040	0.200	
Línea	Asociado	1.451	1.205	2
Grupo	Maíz	0.143	0.378	
Grupo	Frijol	0.069	0.263	
Grupo	Asociado	0.413	0.643	1.283
Línea	Maíz	0.778	0.882	
Línea	Frijol	0.098	0.313	
Línea	Asociado	1.64	1.281	2.476
Grupo	Maíz	1.642	1.281	
Grupo	Frijol	0.081	0.285	
Grupo	Asociado	1.604	1.266	2.833
Línea	Maíz	2.228	1.493	
Línea	Frijol	0.123	0.351	
Línea	Asociado	2.104	1.451	3.294
Grupo	Maíz	2.216	1.489	
Grupo	Frijol	0.059	0.243	
Grupo	Asociado	1.354	1.164	2.895
Línea	Maíz	2.71	1.646	
Línea	Frijol	0.091	0.302	
Línea	Asociado	1.587	1.260	3.208
		24.524	21.216	

Fuente: (Elaboración Propia, 2019)

ANEXO B: PLANTAS MADURAS LISTA PARA EL CORTE



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

ANEXO C: COSECHA DE MAZORCAS



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

ANEXO D: EVALUACIÓN DE VAINAS POR PLANTA



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

ANEXO E: PLANTAS DE MAÍZ Y FRIJOL EN DESARROLLO



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

ANEXO F: EVALUACIÓN DE PLANTAS ESPONTANEAS EN EL CAMPO EXPERIMENTAL.



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

ANEXO G: Observaciones en el campo experimental



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

ANEXO H: OBSERVANDO LA PRESENCIA DE VAINAS EN EL FRIJOL



Fuente: (Elaboración propia, 2019)

ANEXO I. OBSERVACIONES EN EL CAMPO EXPERIMENTAL.



Fuente: (Elaboración propia, 2019)