



TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

TÍTULO: Efecto de la asociación de cultivos sobre los rendimientos y el uso eficiente de la tierra, en la finca “La Tinaja”

Autora: Yordanka Guzmán Castellanos

Tutores: Ing. Alicia Meneses Fernández

Ing. Raúl Molina Amoroso

Curso: 2024

AVALES

Delegación Municipal de la Agricultura Lajas

"Año 66 de la Revolución"

Se certifica que el Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo, titulado Efecto de la asociación de cultivos en los rendimientos y el uso eficiente de la tierra, en la finca "La Tinaja", de la estudiante Yordanka Guzmán Castellanos, fue ejecutado en la unidad perteneciente al productor Raul Molina Amoroso asociado a la Cooperativa de Créditos y Servicios Beraldo Sánchez Martínez, del municipio Santa Isabel de las Lajas, en el período correspondiente del 1 de diciembre del 2023 al 30 de abril del 2024, es calificado de positiva al contribuir a la validación de la tradición de los cultivos asociados, bajo un enfoque científico y técnico que permite determinar la pertinencia en el uso eficiente de la tierra en el sector campesino del municipio, contribuyendo a alcanzar mayores cantidades de producciones en un misma área.

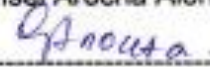
Se certifica a los 14 días del mes de mayo del 2024 por los firmantes:

Osmel Portela Padrón



Delegado de la Agricultura en Lajas

Grisel Arocha Alonso



Subdelegada de la Agricultura en Lajas



Cooperativa de Créditos y Servicios Beraldo Sánchez Martínez

"Año 66 de la Revolución"

Aval

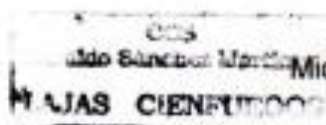
La línea investigativa titulado Efecto de la asociación de cultivos en los rendimientos y el uso eficiente de la tierra, en la finca "La Tinaja" de la estudiante Yordanka Guzmán Castellanos, efectuado en el periodo del 1 de diciembre 2023 a mayo 2024 en la finca "La Tinaja", avala la línea de investigación, acompañada desde la Cooperativa de Crédito y Servicio Beraldo Sánchez Martínez.

A partir de los resultados obtenidos en dicho trabajo certificamos que las propuestas de empleo de sistemas de policultivo con maíz (Canilla) y frijol (vigna verde venezolano) mostraron resultados positivos al obtener rentabilidad general del estudio de \$ 6 323,04 y se efectuaron aportaciones por concepto de Impuesto por Ventas Pequeño Agricultor 2 %, Contribución a la cuenta socio Cultural 2 % y Retención 2% para Fondo de la CCS (por acuerdo) para que así conste firman.

Eduardo Munguía Pérez



Presidente CCS Beraldo Sánchez

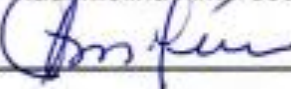


Midalys Cardoso Cuellar



Económica CCS Beraldo Sánchez

Raúl Molina Amoroso



Propietario de la finca "La Tinaja"

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la asociación de cultivos sobre los rendimientos y el uso eficiente de la tierra en la finca "La Tinaja", se establece sobre un suelo Pardo con carbonatos típico una investigación de campo de tipo aplicada con método experimental y un diseño completamente al azar. Los tratamientos fueron T1 y T2 monocultivos del vigna (verde venezolano) y de maíz (Canilla), el T3 asocio (en surcos alternos por especies). Se evaluaron las variables número de granos por vainas y mazorca, peso seco de 100 granos, el rendimiento y el Índice de uso Eficiente de la Tierra (UET). Se empleó el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI.II y las medias comparadas por la prueba de Tukey ($P < 0,05$). No se encuentran diferencias significativas en la cantidad de semillas y si para los rendimientos de los sistemas. Se concluye que las condiciones edafoclimáticas resultaron adecuadas para el establecimiento de las especies, posterior a la corrección de los factores limitantes. Los cultivos de vigna y maíz sufrieron una disminución de sus rendimientos con una diferencia de 14 % y 9 % respectivamente cuando se sembraron en asocio y este se considera ventajosa al obtener los valores para el índice UET de 1,79 superior a los monocultivos (T1 y T2). Ambos sistemas de asociación reportaron utilidad, sin embargo, el más rentable resulto ser el policultivo (T3) con valor de \$ 5 947,79 que superó en un 146 % y 54 % a T1 y T2 monocultivos respectivamente.

Palabras clave: monocultivos, policultivos, rentable, sistemas, ventajosa

ABSTRACT

With the objective of evaluating the effect of the association of crops on the yields and efficient use of the land on the "La Tinaja " farm, a field investigation of an applied type with an experimental method is established on a typical Brown soil with carbonates a completely random design. The treatments were T1 and T2 monocultures of vigna (Verde venezolano) and corn (Canilla), T3 as an association (in alternating rows by species). The variables number of grains per pod and cob, dry weight of 100 grains, yield and the efficient land use index (UET) were evaluated. The statistical program Statgraphics Centurion XVI.II was used and the means were compared by the Tukey test ($P < 0.05$). No significant differences are found in the amount of seeds and yes for the yields of the systems. It is concluded that the edaphoclimatic conditions were adequate for the establishment of the species, after correcting the limiting factors. Vigna and corn crops suffered a decrease in their yields with a difference of 14 % and 9 % respectively when they were planted in association and this is considered advantageous by obtaining the values for the UET index of 1,79 higher than monocultures (T1 and T2). Both association systems reported utility, however, the most profitable turned out to be polyculture (T3) with a value of \$ 5,947,79, which exceeded T1 and T2 monocultures by 146 % and 54 % respectively.

Keywords: monocultures, polycultures, profitable, systems, advantageous

PENSAMIENTO

“Un pueblo que no produce sus propios alimentos es un pueblo esclavo; no tiene la menor libertad. Si una sociedad no produce lo que se come siempre será dependiente de otros...”

José J. Martí Pérez



DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada al gran tesoro que me ha dado la vida, mi hijo, Kendry Martin Guzmán, por lo maravilloso que es y merecedor de todo mi cariño por ser el pilar fundamental para lograr mis metas universitarias, de manera especial a la memoria de mi madre Amada María Castellanos Castellón † que aunque no se encuentra físicamente con nosotros está siempre en mi corazón, ha sido el umbral de inspiración para lograr este anhelado sueño.

AGRADECIMIENTO

- ☞ Quiero agradecer a “Dios” por mostrarme día a día que con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible, gracias por haberme permitido haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.
- ☞ A mi madre Amada María Castellanos Castellón †, a quien le agradezco, por iluminar mi camino y por aquellos sabios consejos que en su momento supieron ayudarme a enfrentar mis tiempos difíciles, gracias por tu ejemplo, por tu paciencia pero sobre todo gracias por el amor tan grande que me diste.
- ☞ Los docentes del Centro Universitario Municipal de Santa Isabel de las Lajas que por años nos brindaron sus sabios conocimientos para nuestra formación académica.
- ☞ Al colectivo del Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, a la “Estación Meteorológica de Santo Domingo (78326)” por la colaboración prestada y en especial al MSc. Endris Yoel Viera González el Jefe del Grupo de Meteorología Aplicada por su esmerado apoyo profesional.
- ☞ Al Ingeniero Raul Molina Amoroso y propietario de la finca “La Tinaja” por guiarme y ayudarme en la experimentación de campo en su parcela, enseñarme todo el día un poquito más.
- ☞ A la ingeniera Alicia Meneses Fernández por su apoyo incondicional por tenerme paciencia apoyarme en cada momento de mi carrera, y contribuir a que mis sueños se cumplieran, siempre tuviste una palabra de aliento en los momentos difíciles, y por su especial ayuda en la elaboración de los análisis estadísticos del trabajo de tesis.
- ☞ A mi oponente la MSc Idalia Terry Cogles por su asesoramiento sugerencias y las correcciones con las que se trabajó en el informe.
- ☞ A mi grupo de estudio y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en el desarrollo del presente trabajo de tesis.

Muchas gracias, Yordanka Guzmán Castellanos

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
Problema científico.....	4
Objetivo general.....	5
Objetivo específico.....	5
CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
1.1. Generalidades del cultivo del <i>Zea mays</i> L.....	6
1.1.1. Origen y distribución.....	6
1.1.2. Importancia, uso y características nutricionales.....	6
1.2. Ubicación taxonomía <i>Zea mays</i> L.....	6
1.3. Morfología del <i>Zea mays</i> L.....	7
1.4. Aspectos del cultivo del <i>Zea mayz</i> L.....	8
1.4.1. Aspectos edáficos.....	9
1.4.2. Aspectos climáticos.....	9
1.5. Generalidades del cultivo <i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek.....	9
1.5.1. Origen y distribución.....	9
1.5.2. Importancia, uso y características nutricionales.....	10
1.6. Ubicación taxonomía <i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek.....	11
1.7. Morfología del <i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek.....	11
1.8. Aspectos del cultivo <i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek.....	12

1.8.1. Aspectos edáficos.....	13
1.8.2. Aspectos climáticos.....	13
1.9. Generalidades del sistema de cultivos múltiples.....	13
1.9.1. Clasificación del sistema de cultivos múltiple.....	14
1.9.2. Ventajas de los cultivos asociados.....	15
1.10. Asociación de maíz con leguminosas.....	16
1.11. Índice del uso eficiente de la tierra (UET).....	17
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODO.....	20
2.1. Localización y descripción del área de estudio.....	20
2.1.2. Método de investigación.....	21
2.1.3. Sujetos de investigación.....	21
2.1.4. Atenciones agrotécnicas del cultivo.....	21
2.1.5. Disposición y características área experimental.....	22
2.1.6. Análisis estadístico.....	23
2.1.7. Caracterización edafoclimática de la finca.....	24
2.1.8. Determinación de los rendimientos y el uso eficiente de la tierra.....	24
2.1.8.1. Rendimiento de los cultivos.....	24
2.1.8.2. Índice del uso eficiente de la tierra (UET).....	25
2.1.9. Cálculo de la factibilidad económica de la investigación.....	26
CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1. Características edafoclimática de la finca.....	27

3.1.1. Características de la edafología.....	27
3.1.2. Características del clima.....	28
3.2. Determinación de los rendimientos y el uso eficiente de la tierra.....	30
3.2.1. Comportamiento del número de granos por vainas y mazorcas.....	30
3.2.2. Comportamiento del peso seco de 100 granos.....	31
3.2.3. Comportamiento del rendimiento.....	33
3.2.4. Índice del uso eficiente de la tierra (UET).....	34
3.3. Calculo de la factibilidad económica de la investigación.....	35
CONCLUSIONES.....	38
RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXOS.....	

ÍNDICE DE TABLAS

Número	Descripción	Pág.
Tabla 1	Ubicación taxonómica del <i>Zea mays</i> L.....	7
Tabla 2	Ubicación taxonómica <i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek.....	11
Tabla 3	Tratamientos a evaluar.....	22
Tabla 4	Resultados del análisis de suelo del área experimental.....	27
Tabla 5	Promedio mensual de variables climáticas del período experimental.....	29
Tabla 6	Comportamiento del número de granos por vainas y mazorcas (u)	30
Tabla 7	Comportamiento el rendimiento (t.ha ⁻¹).....	33
Tabla 8	Uso equivalente de la tierra por sistemas de los cultivos vigna y maíz.....	35
Tabla 9	Resultados del análisis económico de la investigación.....	36
Tabla A10	Relación de costos gastos y “Estado de resultado”.....	-

ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Descripción	Pág.
Figura 1	Morfología de la planta de <i>Zea mays</i> L.....	8
Figura 2	Morfología de la planta <i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek.....	12
Figura 3	Vista satelital de la finca.....	20
Figura 4	Croquis del área experimental.....	22
Figura 5	Comportamiento del peso seco de 100 granos de Vigna y Maíz (g)	31
Figura B6	Parcelas experimental.....	-
Figura B7	Asociación vigna-maíz.....	-
Figura C8	<i>Vigna radiata</i>	-

INTRODUCCIÓN

La asociación de cultivos (o policultivos) consiste en plantar dos o más especies al mismo tiempo y en el mismo terreno, conceptualiza la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2017), es “otra forma de restaurar la biodiversidad en un agroecosistema”. (Guzmán & Alonso, 2008)

Es este sentido explica Mejía-Zavaleta (1999) citado por Torres, et al. (2018) que “la asociación de cultivo posee una mayor eficiencia biológica en comparación a los monocultivos, se aprovecha todos los espacios del suelo sembrado a la misma vez, reduce la erosión del suelo por medio de una protección física; además atrae a insectos, entre ellos a los polinizadores o a los que combaten a otros insectos-plaga. (p. 20)

Para Tamayo & Alegre (2022) constituye una alternativa viable para alcanzar una agricultura sustentable. Los principales beneficios están relacionados con el mejor uso de los recursos naturales (agua, suelo y energía solar), aumento de producción, incremento de ingresos agropecuarios, mitigación del cambio climático por mayor capacidad de almacenamiento de carbono, manejo ecológico de plagas y enfermedades, mejoramiento del bienestar animal, gestión natural de la fertilidad del suelo y acrecentamiento de la biodiversidad de macro y microorganismos existentes en un agroecosistema. (p. 15)

En América Latina, esta lógica de siembra fue implementada en diversas regiones desde épocas prehispánicas, con el fin de disponer de una alimentación equilibrada y reducir el riesgo de obtener malas cosechas. (Gómez, et al., 2018)

La historia del maíz en México, “por ejemplo”, se reproduce en el sistema denominado milpa cuya característica principal es la siembra del maíz asociado a otros cultivos. Es un sistema de cultivo característico de Mesoamérica que ha persistido probablemente por más de 5,000 años (Aguilar, et al., 2019, p. 65), similar a la asociación del maíz con frijol una técnica ampliamente adoptada en países como Perú donde se desarrolla en terrenos parcelados. (Vélez, et al., 2007, citado por Torres, et al., 2018)

En este sentido plantea Ochoa (2018) que en áreas campesinas de Cotacachi y Saraguro en Ecuador, es habitual la mezcla de variedades de “frijol” en “la asociación” o

intercalamiento con maíz, tradicionalmente conocido como chakra o allpa, a fin de disminuir la propagación de plagas, enfermedades y generar alimentos en diferentes temporadas. (p. s/p)

Su implementación puede ser realizada considerando diversas orientaciones productivas con base a especies de ciclo corto, perenne, cultivos hortofrutícolas, pasturas, árboles, arbustos; e incluso incorporando crianzas mayores (Tamayo & Alegre, 2022), se pueden establecer plantas de estructura alta y baja, sistemas radicales adventicio y profundo, con la ventaja de utilizar más eficientemente el suelo. (Nasir, et al., 2019)

Con base a lo argumentado, “los sistemas de cultivos asociados presentan mayor eficiencia productiva en comparación con los de monocultivo” (Molina, et al., 2016), “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)

En Cuba el policultivo se ha practicado en el contexto de una agricultura de supervivencia, desarrollada por campesinos necesitados de lograr un mayor aprovechamiento de su escasa superficie cultivable. Tradicionalmente los productores de caña de azúcar intercalaban en plantaciones de fomento cultivos de ciclo corto como frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) común, tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), maní (*Arachis hypogea* L.), soya (*Glycine max* Merr.) y otros. (Arteaga, et al., 2022, p. 2)

En la actualidad se emplean mucho las asociaciones de cultivos en la agricultura urbana, debido a que es necesario aprovechar al máximo el espacio y realizar a su vez una producción intensiva de hortalizas sobre sustratos orgánicos, comentan Hernández, et al., (2010).

Describen Pinos & Rios (2020) que después del colapso de los países socialistas en 1989, la proporción de agricultura de monocultivo disminuyó drásticamente, el enfoque del policultivo se difundió rápidamente en toda Cuba como una manera de aliviar las consecuencias de la crisis de insumos externos. (p. 34)

En este contexto, el principal cereal utilizado en “la asociación” con leguminosa es el maíz, el campesino ha logrado una combinación exitosa variando el marco de siembra, no obstante, no es recomendable una receta para este principio lo importante es tener

en cuenta las interacciones de los cultivos comprometidos en “el policultivo” en este caso tener definido el objetivo de la siembra de maíz en el aspecto de su consumo, ya sea en estado tierno o seco y la determinación del tiempo que corresponde al cultivo en “la asociación” dentro de la secuencia anual. (Aguilar & Riverol, 2011, p. 29)

Las combinaciones de maíz-leguminosas generalmente sobrepasan en rendimiento a los monocultivos maíz; en otras palabras, se necesita de más superficie para producir el mismo rendimiento que una hectárea de policultivo. Esta capacidad o eficiencia del sobre rendimiento biológico y ecológico de un sistema de policultivo es medida por el “Uso Equivalente de Tierra” (UET). Si esta relación es (> 1), esto implica que el policultivo presenta una mayor ventaja o rendimiento que el monocultivo por unidad de superficie. (Gutiérrez, et al., 2007, p. s/p)

Considera Liceaga, et al. (2015) que las combinaciones de leguminosas y gramíneas representan buenos ejemplos de cultivos múltiples o intercalados en los cuales la leguminosa aporta el nitrógeno al sistema, gracias a la intensa actividad de fijación bacteriana de ese elemento que se lleva a cabo en los nódulos de las raíces, en tanto que la gramínea, en base a su alta susceptibilidad a ser colonizada por los hongos arbusculares, favorece a las micorrizas. (p. 63)

Al respecto comenta Johanne & Lynch (2012) que el maíz (*Zea mays* L.) tiene un sistema radical más profundo que el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) “o las especies de *Vignas*”, lo cual le permite en los sistemas intercalados explorar un mayor volumen de suelo para absorber nutrimentos y agua, respecto al cultivo simple. Se ha reportado que las leguminosas de grano pueden incrementar el rendimiento de cereales un 29 % en promedio y fijan hasta $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N (nitrogeno) al año. (p. 531)

Ante la creciente demanda de alimentos y la necesidad actual de practicar una agricultura sostenible, los cultivos múltiples constituyen una alternativa viable por su potencialidad de producción y el uso eficiente de los recursos (Castillo, et al., 2022). Esta situación no ha sido ajena en la provincia de Cienfuegos varios estudios sobre la diversificación en la agricultura han confirmado sus ventajas y su relación con la productividad de los cultivos, convirtiéndose en una alternativa sustentable en los

procesos productivos que generan el fomento de prácticas sociales y ambientales sostenibles.

García, et al. (2019) desarrollaron su proyecto investigativo en la Cooperativa de Producción Agropecuaria Nicaragua Libre perteneciente a la provincia de Cienfuegos, como resultados se proponen prácticas alternativas y estrategias tecnológicas que persiguen modificar el agroecosistema brindando la posibilidad de hacerlo económicamente factible, ecológicamente protegido, socialmente justo y culturalmente adaptado. En la que se incluye el intercalamiento de las siembras de frío con frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp) o maní (*Arachis hypogea* L.) como medidas de asociación de cultivos buscando un máximo aprovechamiento del recurso suelo.

También Arteaga, et al., (2020) durante cinco años desarrollaron un trabajo de campo contenidos dentro del Manejo sostenible de tierras en una finca ganadera de la zona pre montañosa de la provincia, concluyendo que el uso de policultivos indicó que una hectárea de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sembrados juntos producen en total los mismos que 1,83 ha del monocultivo de ambos cultivos.

En la finca “La Tinaja” del municipio Santa Isabel de las Lajas de la citada provincia el productor no cuenta con la información sobre el uso eficiente de la tierra (UET) en la finca, a pesar que de forma tradicional ha utilizado el sistema de asociación cultivos que le permite aprovechar todos los espacios del suelo al sembrarlos simultáneamente varias especies.

Problema científico

¿Cuál será el efecto de la asociación de cultivos sobre los rendimientos y el uso eficiente de la tierra en la finca “La Tinaja”?

Hipótesis

El efecto de la asociación de cultivos sobre los rendimientos y el uso eficiente de la tierra, proporcionará incrementos en las producciones agrícolas y los indicadores económicos en la finca “La Tinaja”.

Objetivo General

Evaluar el efecto de la asociación de cultivos sobre los rendimientos y el uso eficiente de la tierra en la finca “La Tinaja”.

Objetivos Específicos

- Caracterizar las condiciones edafoclimática de la finca.
- Determinar los rendimientos y el uso eficiente de la tierra de los cultivos asociados en estudio.
- Calcular la factibilidad económica de la investigación.

Justificación

La investigación será conveniente por la información valiosa que aportará a los productores que le permitirá un mejor uso de su tierra, obtener diversas cosechas, incrementar las producciones agrícolas y generar ingresos adicionales, factores que impactan positivamente en la sostenibilidad de la finca.

Al incrementar la producción de ambos cultivos asociados serán beneficiados el productor y la población del territorio con el aumento de las ofertas de alimentos en este caso maíz y el vinya, que contribuirá a la soberanía alimentaria.

Las implicaciones prácticas están en función del aprovechamiento y uso eficiente de la tierra que se logra con el policultivo, se alcanzan mejoras en los rendimientos de los granos al momento de la cosecha y se incrementará la productividad del trabajo.

Novedad de la investigación

Aportará la evaluación de los valores del Uso Eficiente de la Tierra en la finca “La Tinaja” en el policultivo de maíz y vinya sobre bases científicas, dotará de datos que permitan a los productores incrementar los rendimientos, un mejor aprovechamiento del recurso suelo y disminuir los costos de producción, que se revierte en el incrementar de las producciones en el municipio. Se dispondrá de experiencias investigativas que pueda ser compartida entre todos los productores, para propiciar el aumento agroproductivo de los cultivos asociados.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Generalidades del cultivo del *Zea mays* L.

1.1.1. Origen y distribución

El maíz se considera que fue una de las primeras plantas cultivadas por el hombre hace 10000 años, es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conoce, y es también un tema de controversia por su origen como la más antigua y en la que se propone que el teocintle es el ancestro directo del maíz. (Kato, 2009)

Pruebas arqueológicas recientes indican que ya estaba presente en la región del río Balsas, cerca de Iguala en el estado de Guerrero, México, en el año 8 700 A.n.e. El maíz evolucionó y se expandió a otras regiones de México y de América Central (Mesoamérica). (López & Gil, 2011, p. 9)

1.1.2. Importancia, uso y características nutricionales

En la actualidad la producción de maíz se utiliza en la industria en la obtención de compuestos químicos que se comercializan en alimentos, medicinas y cosméticos, miel de maíz, azúcar de maíz, dextrosa, almidón o fécula, aceite, color caramelo, dextrina, malto dextrina, ácido láctico, sorbitol y etanol. Es considerado un recurso energético renovable del cual se obtiene etanol que se deriva de la fermentación del almidón del maíz usado principalmente como combustible de automóviles y camiones. (Esteva, 2003, citado por Muñoz, 2019, p. 11)

Cultivo de mucha importancia en los sistemas de producción de las pequeñas fincas, utilizado como materia prima en la elaboración de diferentes platos típicos, se consume desde el estado lechoso, que se conoce como “tierno”, hasta el grano seco (Ortigoza, et al., 2019), por sus bondades nutritivas, constituyéndose como fuente de energía, carbohidratos y azúcares

1.2. Ubicación taxonomía *Zea mays* L.

En cuanto a su posición sistemática, el maíz, según la nomenclatura ofrecida por Linneo en 1737 en su libro “Genera Plantarum” se designa como *Zea mays* L. (López & Gil, 2011). La ubicación taxonómica del *Zea mays* L. se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Ubicación taxonómica del *Zea mays* L.

Categoría	Ubicación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Sub clase	Commelinidae
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae (Gramíneas),
Tribu	Maydeae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Mays</i>
Nombre científico	<i>Zea mays</i> L.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de (Carraza, 2021, p. 7)

1.3. Morfología del *Zea mays* L.

Las partes básicas de la estructura del maíz que determinan su forma ofrecidas por los autores Chazo (2019, p.16); Arguello (2022, p. 21); Vélez (2023, pp. 5-8)

El maíz es una planta periódica de desarrollo vegetativo viable, tamaño robusto , que puede alcanzar hasta 5 m de altura (lo normal es de 2,00 a 2,50 m).

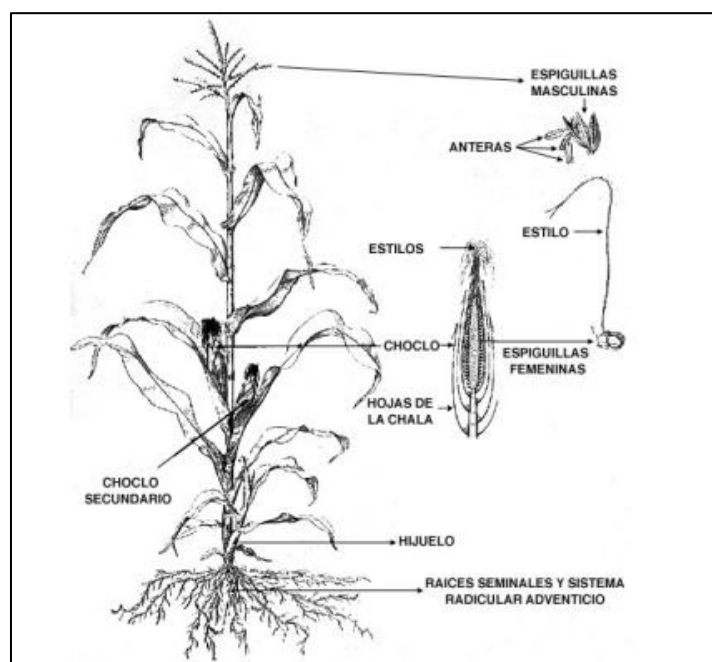
Raíz: son fasciculadas y robustas y su misión es, además de aportar alimento a la planta, ser un perfecto amarre de la planta que se refuerza con la presencia de raíces secundarias.

Tallo: El tallo se compone de una caña maciza que puede tener alturas diversas, posee nudos, sin ramales laterales.

Hojas: Son lineales, la lámina foliar propiamente dicha, salen de la parte superior de las uniones, muestran pubescencia, son de borde liso y terminan aguzadas, pudiendo alcanzar longitudes de más de 1 m.

Inflorescencia: Es una planta monoica pues muestra inflorescencia masculina y femenina apartada dentro de la misma planta. La espiga masculina es una panícula (vulgarmente denominado espigón o penacho) de tonalidad amarilla que posee aproximadamente entre 20 a 25 millones de migajas de polen, además cada flor dispone de la panícula que contiene tres estambres donde se desarrolla el polen.

Granos: También llamado pericarpio por ser la parte que cubre la semilla es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona que le da su respectivo color al grano (blanco, amarillo, morado), posee proteínas con el 85 % - 90 % del peso del grano. El embrión estructurado por la radícula y la plúmula.



Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2021, p. 32).

Figura 1. Morfología de la planta de *Zea mays* L.

1.4. Aspectos del cultivo del *Zea mayz* L.

Adaptación: Región tropical, subtropicales y templadas.

Ciclo vegetativo: 100 a 140 días.

Tipo fotosintético: C4 bioconversión de la energía solar en biomasa.

Altitud: 0-3300 msnm. (Muñoz, 2019, pp. 16-17)

1.4.1. Aspectos edáficos

Textura del suelo: prefiere suelos franco – limosos, franco – arcillosos y franco – limoso, prospera en terrenos de textura ligera a media.

Profundidad del suelo: en terrenos de textura arenosa las raíces pueden llegar a una profundidad de 1 m, con un sistema muy ramificado que se sitúa en la capa superior de 0,8 a 1,0 m produciéndose cerca del 80 % de absorción del agua del suelo dentro de esta capa.

Salinidad: tolera salinidad siempre que esta no sea mayor que 7 mmhos.cm. Se considera un cultivo moderadamente sensible a la salinidad.

El pH: óptimo está entre 5,5 y 7,5.

Drenaje: requiere buen drenaje no tolera encharcamientos. (Muñoz, 2019, pp. 16-17)

1.4.2. Aspectos climáticos

Fotoperiodo: es una planta que requiere de 11 a 12 horas luz diariamente.

Luz: Requiere bastante incidencia de luz sobre todo en el trópico húmedo.

Precipitación: de la siembra a la madurez requiere de 500 a 800 mm, dependiendo de la variedad y del clima.

Humedad ambiental: lo mejor es una atmosfera moderadamente húmeda.

Temperatura: para la germinación la temperatura óptima está entre 18 y 21°C por debajo de 13°C, se reduce significativamente y de 10°C hacia abajo no se presenta germinación. (Muñoz, 2019, pp. 16-17)

1.5. Generalidades del cultivo *Vigna radiata* (L.) Wilczek

1.5.1. Origen y distribución

Se cree que el frijol mungo se originó en el subcontinente indio, donde fue domesticado ya en el año 1500 a. Los frijoles cultivados se introdujeron en el sur y el este de Asia, África, Austronesia, las Américas y las Indias Occidentales. (Lambrides & Godwin, 2006, p. 71)

La producción de frijol mungo se encuentra principalmente (90%) en Asia, India es el mayor productor con más del 50 % de la producción mundial, pero consume casi toda su producción. China produce grandes cantidades de frijol, lo que representa el 19 % de su producción de leguminosas para el consumo humano. Tailandia es el principal exportador. (Mogotsi, 2006, p. 5)

1.5.2. Importancia, uso y características nutricionales

Esta leguminosa tiene un papel importante en la nutrición de los países en desarrollo. Se emplea tanto en la alimentación como en la industria; sus granos se consumen verdes y secos, además de utilizarse en la obtención de harinas y de alimentos balanceados para animales. Otro de sus usos importantes es su empleo como abono verde y como cultivo de cobertura y rotación. (Vizgarra, et al., 2014, p. 30)

La *Vigna radiata*, es una leguminosa que se emplea en la alimentación humana y de especies animales como los cerdos, becerros, gallinas y otras aves de corral, debido a su valor nutricional alto y concentración de factores antinutricionales bajos, lo que optimiza su aprovechamiento. También se utiliza como forraje en pastoreo y conservado mediante las técnicas de henificación y ensilaje. (Castillo, et al., 2009, pp. 134-135)

Este cultivo presenta muchas razones para tener importancia económica, ecológica y médica: tiene alto valor en la canasta básica familiar por su alto contenido de proteínas, carbohidratos y minerales. Mejora los suelos incorporando el nitrógeno atmosférico fijado por simbiosis con bacterias del genero *Rhizobium*. Sus granos contienen proteínas 22 % - 28 %, vitaminas, minerales y fibras solubles (pectinas); los cuales poseen efectos en la prevención de enfermedades del corazón, obesidad y tubo digestivo. (Lozada, 2018, p. 1)

El cultivo de *V. radiata* puede ser utilizado como un fuerte fijador de nitrógeno o abono verde, como planta forrajera para la alimentación del ganado, se puede suministrar como forraje verde o seco y los granos para alimentar cerdos, gallinas y otras aves de corral. No tiene restricciones en su consumo. (Douglas & Mairena, 2017)

1.6. Ubicación taxonomía *Vigna radiata* (L.) Wilczek

Vigna radiata (L.) R. Wilczek solía conocerse como *Phaseolus aureus* Roxb, antes de que muchas especies de *Phaseolus* sean trasladadas al género *Vigna* según (Lambrides & Godwin, 2006). La ubicación taxonomía según Bravo & Tealdi (2015) es:

Tabla 2. Ubicación taxonómica *Vigna radiata* (L.) Wilczek

Categoría	Ubicación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub clase	Roidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Tribu	Phaseoleae
Género	<i>Vigna</i>
Especie	<i>Vigna radiata</i> (L) R. Wilczek.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Bravo & Tealdi (2015).

1.7. Morfología del *Vigna radiata* (L.) Wilczek

Es conveniente conocer la morfología y las características básicas de la variedad con el propósito de identificarlas, en la especie *Vigna radiata* la estructura que determinan su forma son descritas por Vizgarra, et al., (2014, p. 30); Palacio (2018, pp. 5 - 6).

El Frijol Mungo es una planta anual, de porte semierecto o erecto principalmente en las variedades mejoradas; tiene crecimiento determinado o indeterminado y estructura de tipo compacta. Alcanza una altura de 0,15 a 1 m.

Raíz: tiene raíces pivotantes y fibrosas.

Tallo: los tallos son poco pubescentes, cubiertos de pelo de color castaño.

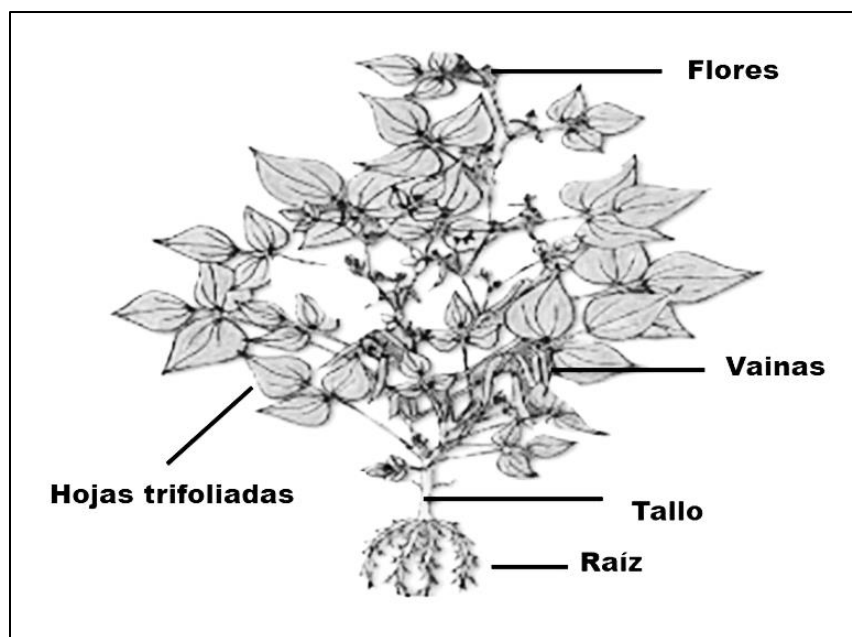
Hojas: sus hojas son alternas y trifolioladas.

Inflorescencia: se componen de racimos axilares de flores amarillas.

Flor: las primeras flores aparecen siete a ocho semanas después de la siembra, son amarillas, aproximadamente de 1 cm de largo.

Fruto: es una legumbre o vaina delgada, ligeramente pubescente, son cilíndricas, delgadas de 6 – 8 cm de largo, indehiscente, vellosa en estado tierno con pelos sedosos y contienen de 10 – 12 semillas.

Semilla: las semillas son de color verde brillante, opaca, a verde dorado con forma esférica, tamaño pequeño de 3 – 5 mm de largo, 100 semillas pesan 4,5 a 5,0 g y su calibre de 2 000 a 2 222 semillas por 100 g.



Fuente: Elaboración propia con base de imagen Toledo (2019, p. 31)

Figura 2. Morfología de la planta *Vigna radiata* (L.) Wilczek

1.8. Aspectos del cultivo *Vigna radiata* (L.) Wilczek

Adaptación: es una de las leguminosas más importantes producida en regiones tropicales y subtropicales.

Tipo de hábito de crecimiento: presentan cuatro tipos I -determinado arbustivo; II - indeterminado arbustivo; III -indeterminado rastrero y IV -indeterminado trepador.

Ciclo vegetativo: anual, entre 45 y 100 días.

Tipo fotosintético: el poroto mungo es una especie fotosintéticamente clasificada como C3.

Altitud: 0 - Crece bien hasta una altura de 1850 metros sobre el nivel del mar (msnm). (Toledo, 2017, p. 2; Martínez, 2020, p, s/p; Baibazal, 2021, p. 1)

1.8.1. Aspectos edáficos

Textura del suelo: se adapta a una amplia gama de suelos bien drenados, pero es mejor en suelos franco arenosos fértil, prefiere niveles moderados de fósforo (P).

Salinidad: no tolera salinidad.

El pH: en rangos de 5 – 7.

Drenaje: suelos con buen drenaje. (Palacio, 2018, p. 6; Martínez, 2020, p. s/p)

1.8.2. Aspectos climáticos

Fotoperiodo: tiene una respuesta cuantitativa de días cortos, valor óptimo de 12 horas de luz.

Luz: sol pleno.

Precipitación: tolerancia a la sequía, precipitaciones anuales entre 600 – 1800 milímetros.

Temperatura: se logra con una temperatura óptima de 18 a 33 °C, a mayor temperatura la tasa de desarrollo tiende a 0, y dicho valor ocurre cuando la temperatura máxima es de 40°C. Por lo tanto, por debajo de 8 °C y por encima de 40 °C no hay desarrollo. (Toledo, 2017, p. 6; Palacio, 2018, p. 7; Martínez, 2020, p. s/p; Baibazal, 2021, p. 3)

1.9. Generalidades del sistema de cultivos múltiples

Combinar temporal o espacialmente diversos tipos de plantas es una práctica muy antigua y está estrechamente relacionada con la historia de las civilizaciones. En América Latina, esta lógica de siembra fue implementada en diversas regiones desde épocas prehispánicas, con el fin de disponer de una alimentación equilibrada y reducir el riesgo de obtener malas cosechas. (Tamayo & Alegre, 2022, p. 3)

Esta práctica es una de las alternativas para lograr sustentabilidad en la agricultura, mencionada por Sarandón & Labrador (2002) como el uso de policultivos o cultivos asociados, explican que es una forma de sistemas de cultivos múltiples, donde dos o más cultivos crecen juntos en la misma superficie de tierra durante parte o todo su ciclo. Estos sistemas pueden ser mezcla de diferentes especies o de cultivares, o genotipos de la misma especie, y pueden ser cultivados en franjas, surcos o una mezcla al azar de acuerdo a diferentes diseños o arreglos espaciales. (p. 189)

Se considera también un sistema agrícola basado en el cultivo simultáneo de diversas especies vegetales (Franco, 2010). Para Tamayo & Alegre (2022) son sistemas complejos con suficiente proximidad espacial para dar como resultado una competencia o una complementación. Su composición puede variar en el transcurso del tiempo, en función del período de cosecha o valoración de cada componente cultivado.

En Cuba la práctica de estos sistemas se aplica no sólo en áreas de subsistencia y en pequeñas superficies, sino que a lo largo de la isla puede verse como se ha retomado esta tradición. La práctica de éstos es ampliamente reconocida como una alternativa para enfrentar el reto de obtener cada día mayor productividad agrícola con fuertes restricciones de insumos, al mismo tiempo que se preservan y mejoran los recursos naturales y sobre todo la tierra. (González, et al., 2002; citado por Arteaga, 2014, p. 9)

1.9.1. Clasificación del sistema de cultivos múltiples

En función de su distribución en el espacio y en el tiempo explican Guzmán & Mielgo (2008, p. 15); Torrez, et al. (2018, p. 17) y Mazabanda (2019, pp. 9-10) existen cuatro tipos:

- Cultivos asociados, mezclados o mixtos: se caracteriza por estar constituido de dos o más especies cultivadas en paralelo en parcelas y bajo criterio aleatorio (sin "orden"), no tienen un patrón determinado.
- Cultivos intercalados: crecen dos o más cultivos alternándose en hileras diferentes.
- Cultivos en franjas: se desarrollan dos o más cultivos simultáneamente en distintas franjas de amplitud suficiente para permitir la independencia en el

cultivo, pero lo suficientemente juntos para que interactúen agrónomicamente y ecológica. Los policultivos en franjas son los que permiten una mejor mecanización.

- Cultivos de relevo: crecen dos o más cultivos simultáneamente durante parte del ciclo de cada uno de ellos; es decir, se solapan, o siembra del segundo cultivo antes de la cosecha, pero después de la floración del primero.

1.9.2. Ventajas de los cultivos asociados

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. (Lapas, 2014, p. 14)

Refiere Guzmán & Mielgo (2008) que también los policultivos son capaces de aprovechar mejor otros recursos, como el agua y la luz, que o bien se perderían, o bien serían aprovechados por las hierbas. En este sentido, los policultivos son otra forma de rebajar la presencia de hierbas en las fincas. (p. 17)

En tanto Sarandón & Labrador (2002) plantea que el beneficio del uso de policultivos y el rol que esta tecnología o sistema puede cumplir en una agricultura sustentable se basa en dos grandes aspectos: un mejor comportamiento ante la presencia de adversidades: enfermedades, malezas y plagas; o una mayor eficiencia en el uso de los recursos. (p. 196)

Las ventajas de los cultivos asociados o policultivos son resumidas por Vázquez (2011, p. 192), Sarandón (2015); Tamayo & Alegre (2022, p. 2) como:

- Mayor diversidad biológica
- Mitigación del cambio climático y almacenamiento de carbono
- Mayor estabilidad biológica (clima, plagas, enfermedades)
- Optimización en el uso de los recursos.

- Mejor utilización del “nicho ecológico”. (agua, luz, nutrientes)
- Mayor eficiencia de la tierra
- Mejor habilidad competitiva.
- Mejor oferta nutricional
- Mejor distribución de las tareas en el tiempo
- Diversificación de la producción
- Menor riesgo económico
- Mayor ganancia por unidad de superficie
- Mejor distribución de los ingresos

El uso de policultivos puede ser adecuado incluso con cultivos extensivos que pueden sembrarse como mezclas de variedades de la misma especie o mezclas de diferentes especies en diseños tales que permitan una agricultura mecanizada y en grandes extensiones. (Sarandón & Labrador, 2018, p. 190)

1.10. Asociación de maíz con leguminosas

Las combinaciones de leguminosas y gramíneas representan buenos ejemplos de cultivos múltiples o intercalados en los cuales la leguminosa aporta el nitrógeno al sistema, gracias a la intensa actividad de fijación bacteriana de ese elemento que se lleva a cabo en los nódulos de las raíces, en tanto que la gramínea, en base a su alta susceptibilidad a ser colonizada por los hongos arbusculares, favorece a las micorrizas. (Liceaga, et al., 2015, p. 61)

Esta asociación se encarga a criterio de Velez, et al. (2023) “de proveer una buena producción de grano de ambas especies, según sea el manejo, el maíz que es el cultivo de mayor importancia no se ve afectado en ninguno de sus indicadores agronómicos” por el empleo de las leguminosas.

Agrega Guzmán & Mielgo (2008) que el efecto positivo de un cultivo sobre otro puede deberse a que uno de ellos es una especie leguminosa. En este caso no existe competencia entre ellos por el nitrógeno, ya que la leguminosa lo obtiene de la

atmósfera y la otra planta del suelo. Además, la leguminosa en el policultivo es una fuente de nitrógeno para el sistema como un todo, y no sólo para ella misma, porque se produce una transferencia de este elemento desde la leguminosa al otro cultivo. (p. 16)

Explican Vélez, et al. (2007) que ambas especies se benefician mutuamente; la similaridad de condiciones de desarrollo, tiempo de siembra y cosecha hace que sean cultivables en asociación. Tanto el maíz como las leguminosas” requieren de tierra fértil y bien drenada, que haya sido trabajada a seis pulgadas (15 cm) debajo de la superficie. Ambos demandan alta incidencia solar y pH de aproximadamente 6. (p. 3976)

Otro beneficio lo describe Torrez, et al. (2018) ellos plantean que las leguminosas “trepadoras se benefician del maíz al pueden torcer los tallos y los utilizan como apoyo para su óptimo crecimiento, así alcanzan con mayor eficiencia la radiación solar”. Además “la biomasa de las malezas se reduce mediante el aumento de la densidad y diversidad de los cultivos. (Khan, 2014)

Las combinaciones de maíz-leguminosas generalmente sobrepasan en rendimiento a los monocultivos maíz; en otras palabras, se necesita de más superficie bajo monocultivo maíz para producir el mismo rendimiento que una hectárea de policultivo

1.11. Índice del Uso Eficiente de la Tierra (UET)

Eficiencia Relativa de la Tierra (ERT) o en sus siglas en inglés *Land Equivalent Ratio* (LER). Se define como el área total requerida bajo unicultivo para alcanzar los mismos rendimientos obtenidos en una asociación de cultivos (Mead & Willey, 1980).

El (LER) es el acrónimo de Land Equivalent Ratio es usualmente traducido como UET de Uso eficiente de la tierra, aunque la traducción literal sería: Proporción equivalente de tierra

Aguilar, et al. (2019) lo nombra Uso equivalente de la tierra (UET) argumentan que “es un indicador de la eficiencia de los policultivos o cultivos múltiples en la utilización del suelo, con respecto a los monocultivos”. (p. 67)

Analisa Sarandón (2002) que este índice es muy usado y da una idea de la cantidad o superficie de tierra que se requiere, sembrando lo componentes de un policultivo por

separado, para obtener el mismo rendimiento que se obtiene cuando ambos crecen asociados. A mayor valor de este índice, mayor ventaja del policultivo respecto a la siembra por separado. Por ejemplo, un valor de 1,3 indica que se necesitarían 1,3 ha. de tierra si se sembraran dos cultivos por separado, para obtener lo que se obtendría en sólo 1,0 ha. si se sembraran juntos. (p. 191)

Para su cálculo se utilizará el modelo propuesto por Mead & Willey (1980), por adaptado por Aguilar, et al. (2019, p. 67)

$$UET = La + Lb = \frac{Ma}{Sa} + \frac{Mb}{Sb}$$

Donde:

La y Lb = rendimiento relativo para los cultivos individuales.

Ma y Mb = rendimiento de los cultivos en policultivos.

Sa y Sb = rendimiento del monocultivos.

Concideraciones:

Si el $UET > 1$ la asociación es ventajosa (un mayor rendimiento o un beneficio del policultivo contra el monocultivo). Se define como “sobrerendimiento”.

Si el $UET = 1$ resulta indistinto el sistema de siembra (no hay ventaja)

Si el $UET < 1$ los unicultivos superan a la asociación (el rendimiento o comportamiento del policultivo es peor que el de los cultivos aislados).

Cuando el valor es igual o menor a uno, indica que no existen ventajas de la asociación sobre los unicultivos.

La extensión del “sobre rendimiento” es dada de manera directa por el valor de UET, por ejemplo: un valor de UET de 1.3, indica que el área sembrada en monocultivo tendría que ser 30% mayor que el área sembrada como sistema intercalado para producir la misma cosecha en combinación. Un UET con un valor de 2.0 quiere decir que los monocultivos necesitan el doble de extensión de tierra para producir la misma cosecha que si estuvieran asociados, sin embargo, si el UET total es menor que 1.0, la interferencia en la asociación es negativa, específicamente si los UET de los cultivos

que conformados en la mezcla disminuyen en forma similar. En este caso la asociación de cultivos genera desventaja con el rendimiento comparado con el monocultivo. (Gliessman, 2000, citado por Granados, 2021, p. 15)

Para Arteaga (2014), el resultado de esta ecuación no son valores reales de rendimiento, sino que son valores proporcionales que determina el nivel de interferencia de cultivos intercalados en un tipo de sistema de producción de cultivos. (p.12)

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización y descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la finca “La Tinaja” del propietario Raul Molina Amoroso, asociado a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Beraldo Sánchez Martínez” del municipio de Santa Isabel de las Lajas Consejo Popular Urbano Sur, de la provincia Cienfuegos, la unidad productiva limita por el norte con las tierras de Orestes Hernández García, por el este con Luis Gómez Torres, y sur con Agustín Rodríguez Novoa todos campesinos con parcelas de cultivos rotativos y al oeste con la zona urbana del municipio, se ubica geográficamente en la porción Norte y Este de la provincia en los 22° 40' 92" Latitud Norte y los 80° 28' 70" Longitud Oeste.

El periodo en que se estableció el experimento del 1 de diciembre del 2023 al 30 de abril del 2024 correspondiente a la campaña de frío. Sobre un suelo Pardo con carbonatos típico.



Fuente: Elaboración propia en base a Mapcarta <https://mapcarta.com/es/19420726>

Figura 3: Vista satelital de la finca

2.1.2. Método de investigación

La investigación fue de tipo aplicada se empleó el método experimental para las evaluaciones propuestas y estuvo constituida por las siguientes etapas:

- Primera etapa - Recopilación de información
- Segunda etapa - Ejecución del experimento
- Tercera etapa - Conducción y evaluación del experimento
- Cuarta etapa - Análisis y discusión de resultados
- Quinta etapa - Elaboración del informe.

2.1.3. Sujetos de investigación

Como material de propagación, se utilizó las semillas registradas para ambas especies, obtenidas por el propio productor que consta de un certificado de campo otorgado por la Delegación de la Agricultura municipal de Lajas.

Se empleó la semilla de maíz variedad Canilla y del vigna la variedad la Verde venezolano, se realizó prueba de germinación para comprobar la viabilidad de las mismas, este indicador fue superior al 96 % en ambos casos.

2.1.4. Atenciones agrotécnicas del cultivo

La atención agrotécnicas del cultivo se desarrolló a partir de las recomendaciones siguientes:

Maíz: “Guía técnica para la producción del cultivo de maíz (*Zea mays* L.)” de Pérez & Rodríguez (2010) y la “Propuesta de tecnología para la producción de maíz en Cuba” de Sánchez (2016).

Vigna: “Guía de *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek” de Mogotsi (2006) y de la “Gestión cultural de mungbean” de Cresastre (2010).

Se empleó el método de siembra (directo manual), un marco de plantación (0,80 x 0,45 m) para ambos cultivos, a colocó dos semillas por nido para el maíz y tres para el vigna, se logró una población en el primero de 1 800 plantas y el segundo de 2 700 plantas.

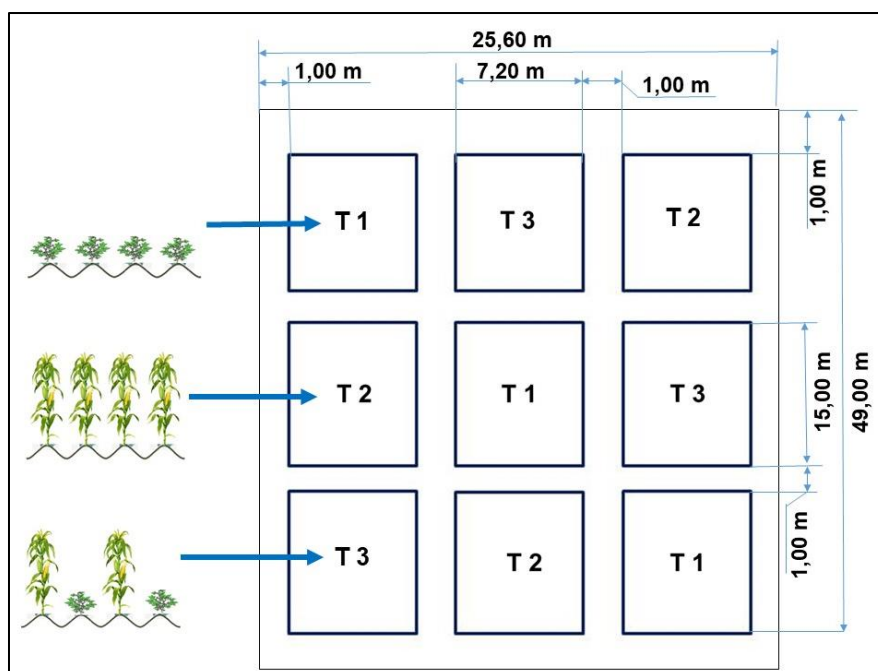
2.1.5. Disposición y características área experimental

Se adoptó un diseño experimental completamente al azar con arreglo de tres tratamientos y tres replicas.

Tabla 3. Tratamientos a evaluar

Tratamiento	Descripción
T 1	Monocultivo de vinya
T 2	Monocultivo de maíz
T 3	Cultivo asociado de maíz-vinya en un surcos alternos por especie

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Croquis del área experimental

Las características estructurales del área experimental y parcelas se establecieron como se muestra:

Área Experimental Total	1 254,40 m ²
Largo del área	49,00 m
Ancho del área	25,60 m
Parcelas	
Número total de parcelas	9 u
Largo de parcela	15,00 m
Ancho de parcela	7,20 m
Área total de parcela	108,00 m ²
Área de parcela neta	78,4 m ²
Separación de parcelas (pacillos)	1,00 m
Surcos	
Número de surcos	9 u
Número de surcos total	81 u
Número de surcos netos	5 u
Largo de surcos	15,00 m
Largo de surcos neto	14,0 m
Distancia entre surcos	0,80 m
Distancia entre plantas	0,45 m

2.1.6. Análisis estadístico

Cada una de las variables evaluadas se sometió a análisis de varianza y separación de medias se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa, el análisis de los datos se efectuó por del programa estadístico Statgraphics Centurion XVI.II, Versión 16.02.0004 en idioma español, las medias fueron comparadas por la prueba de Tukey ($P < 0,05$).

En el caso de los valores de las variables que implicaron conteos se transformaron los datos antes de ser analizados estadísticamente, para que siguieran una distribución normal; se utilizó la expresión: \sqrt{x} , donde x fue el valor obtenido de la transformación.

2.1.7. Caracterización edafoclimática de la finca

Se estableció un análisis a partir de los componentes edafoclimáticos a caracterizar basado en:

- Edafología: se describió tipo y subtipo de suelos, factores limitantes y agro-productividad según Ministerio de la Agricultura, estudio de Suelos, 1:25 000 de la provincia de Cienfuegos, II Clasificación genética de los suelos de Cuba. (Instituto de suelos, 1986) y análisis de laboratorio Unidad Científica Técnica de Base (UCTB) Suelos Cienfuegos en 2019.
- Condiciones climáticas: según la recopilación de datos climáticos, variables precipitaciones, temperatura, humedad relativa, obtenidos del Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos (Insmet) del período de ejecución experimental. Pluviómetro de la Estación Territorial de Protección de Plantas (ETPP) ubicado en el área próxima a la finca.

2.1.8. Determinación de los rendimientos y el uso eficiente de la tierra

2.1.8.1. Rendimiento de los cultivos

Para el maíz:

- Número de granos por mazorca (u): se registró el número de granos total de las 10 mazorcas luego se obtuvo el promedio.
- Peso de 100 granos (g): se realizó después del desgrane, pesando los granos de las mazorcas seleccionadas en partidas de 100, se realizó cinco pesadas por parcelas, luego se obtuvo el promedio.
- Rendimiento del grano (t.ha⁻¹): una vez cosechado las mazorcas de cada parcela y pesado en kg, se multiplicó por la densidad estimada por hectárea para cada accesión, se realizó la conversión a t.ha⁻¹.

Para el Vigna:

- Número de granos por vaina (u): al azar se tomó 10 vainas en cada parcela neta y se contaron el número de granos de cada una, luego se registró su promedio.
- Peso seco de 100 granos (g): se determinó el peso seco en gramos de 100 granos tomadas al azar de cada tratamiento. Este se realizó pesando en una balanza de precisión, se realizó 5 pesadas por cada tratamiento.
- Rendimiento ($t.ha^{-1}$): se consideró el peso seco (14 % de humedad) de los granos cosechados de las parcelas netas por tratamiento y el área, con los que se calculó el rendimiento.

2.1.8.2. Índice del Uso Eficiente de la Tierra (UET)

El Uso Equivalente de la tierra (UET) o en sus siglas en inglés Land Equivalent Ratio (LER) es un indicador de la eficiencia de los policultivos o cultivos múltiples en la utilización del suelo, con respecto a los monocultivos (Aguilar, et al., 2019). Para su cálculo se utilizó el modelo propuesto por Mead & Willey (1980).

$$UET = La + Lb = \frac{Ma}{Sa} + \frac{Mb}{Sb}$$

Donde:

La y Lb = rendimiento relativo para los cultivos individuales.

Ma y Mb = rendimiento de los cultivos en policultivos.

Sa y Sb = rendimiento del monocultivos.

a (Maíz)

b (Vigna)

Concideraciones:

Si el UET > 1 la asociación es ventajosa

Si el UET = 1 resulta indistinto el sistema de siembra

Si el UET < 1 los unicultivos superan a la asociación

Cuando el valor es igual o menor a uno, indica que no existen ventajas de la asociación sobre los unicultivos.

2.1.9. Cálculo de la factibilidad económica de la investigación

Para realizar el cálculo de la factibilidad económica se tuvo en cuenta los principales elementos de gastos directos e indirectos incurridos en el proceso productivo, utilizó la información contenida en la Carta tecnológica para la producción del maíz y leguminosas contemplada en la Actualización de las Fichas de Costo emitida por el Minag (2016), avalada por la Dirección de Contabilidad y Finanzas. Se determinó el costo de producción e ingresos dados por el valor de la producción en cada tratamiento del experimento:

Se realizó según costos de producción por cada tratamiento, mediante la siguiente fórmula (Ballester, 2008):

$$\text{Ingreso por venta} = \text{Producción} \times \text{Precio de la venta}$$

La utilidad se obtuvo, utilizando la fórmula:

$$\text{Utilidad} = \text{Ingreso totales} - \text{Costo totales}$$

La relación Costo/ Beneficio se determinó utilizando la fórmula:

$$\text{Relación costo/beneficio} = \frac{\text{Costo totales}}{\text{Ingresos totales}}$$

La rentabilidad de los ingresos:

$$\text{Rentabilidad de los Ingresos} = \frac{\text{Total de costos y gastos}}{\text{Producción total}}$$

CAPÍTULO III. RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1. Características edafoclimática de la finca

Posterior al análisis de los componentes edafoclimáticos a caracterizar se obtuvo:

3.1.1. Características de la edafología

Se realizó la toma de datos del análisis de suelos realizado en la finca mediante la metodología propuesta por las Normas Cubanas NC-ISO 10 390, 1999; NC-51, 1999; NC-52, 1999; NC-209, en el año 2019, efectuado por la Unidad Científica de Base (UCTB) en el Instituto de Suelos, ubicada en Barajagua. Se comprueba que los suelos existentes están clasificados como Pardo con Carbonatos Típico con las siguientes características: roca caliza suave, carbonatado lavado; medianamente profundo y humificado; textura loam arcillosa, poca graviliosidad; profundidad efectiva 44 cm (Tabla 4), ratificados al ser comparados con la información del Estudio de suelos de la provincia de Cienfuegos realizado por el Departamento de Suelos del Ministerio de la Agricultura, 1:250 00 de la provincia, II Clasificación genética.

Tabla 4. Resultados del análisis de suelo del área experimental

Hy %	pH CIK	pH H ₂ O	Agroquímico (cmol(+).kg ⁻¹)			Cationes cambiables (mmol(+).kg ⁻¹)			
			MO (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
7,10	6,60	7,00	2,59	3,43	20,35	29,71	3,71	2,49	3,19

Nota: Hy humedad higroscópica, CIK Cloruro de Potasio, cmol centimoles, mmol milimol.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos tomados UCTB Cienfuegos.

Como factor limitante a la toma de datos del análisis de suelo, presenta bajos niveles de materia orgánica 2,59 % y P₂O₅ (3,43 cmol (+).kg⁻¹) en tanto los valores del K₂O (20,35 cmol (+).kg⁻¹) exhibe valores dentro de los parámetros establecidos, característica importantes si se consideran los análisis de Aguilar, et al. (2019) quienes explican que este mineral actúa a nivel del proceso fotosintético, en la translocación de fotosintatos, síntesis de proteínas, activación de enzimas claves para varias funciones bioquímicas y mejora la nodulación de las leguminosas entre otras funciones. Además,

una buena nutrición potásica aumenta la resistencia a condiciones adversas como sequías o presencia de enfermedades.

Se decide aplicar una dosis estándar de enmienda orgánica en base a estiércoles vacunos previa descomposición obtenidos de la propia finca a razón de 10 t.ha^{-1} (Ortigoza, et al., 2019, p. 33) en el momento de la preparación de suelo, para el equilibrio de estos valores negativos tanto la materia orgánica como el P_2O_5 y evaluar los resultados.

3.1.2. Características del clima

Según datos obtenidos en la Estación Meteorológica de Cienfuegos en su informe sobre el clima en Santa Isabel de las Lajas, en la zona de estudio responde a las condiciones tropicales del país, al ser tropical semihúmedo de llanuras calientes y lluviosas, favorables para el desarrollo agrícola.

La intensidad media de lluvia varía entre 18 y 25 milímetros/día, el promedio anual de precipitación es mayor igual a 1 500 mm. La humedad relativa media anual es 80,7 %, comportándose alta de junio a enero (81 % - 86 %) favorable para el cultivo y baja de febrero a mayo (73 % - 79 %) al igual que la temperatura, dado los rasgos de continentalidad. Esta variante presenta cambios bruscos entre el día y la noche.

La diferencia media de la temperatura es de 6,7 °C, la temperatura media anual es de 23,7 °C, la máxima media anual es de 29,5 °C, con su máxima en los meses de julio.

Para el período experimental se obtuvo las variables climáticas (Tabla 5) en la Estación Meteorológica de Santo Domingo de la provincia Villa Clara, tramitadas por el Centro Meteorología Provincial de Cienfuegos (Insmet) y las variables de precipitaciones del pluviómetro de la Estación Territorial de Protección de Plantas de Lajas las que ofrecieron la posibilidad de realizar propuestas de manejo para los sistemas a implementar.

Las condiciones agrometeorológicas en cuanto a temperatura, humedad y luminosidad se mantuvieron favorables para los cultivos, informa Insmet, quien agrega que “teniendo en cuenta este pronóstico, se recomienda aplicar el riego en dependencia del cultivo y la fase en que se encuentren en las zonas menos beneficiadas por las lluvias. Además,

de mantener las labores agrotécnicas a los cultivos y la vigilancia fitosanitaria de los mismos.

Tabla 5. Promedio mensual de variables climáticas del período experimental

Variables climáticas	Año 2023		Año 2024		
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Precipitación (mm)	26	10	38	25	26
Temperatura (°C)	26,1	26,5	23	25	26
Humedad relativa (%)	80,3	70	75	80	80

Fuente: Elaboración propia en base de datos del Estación Territorial de Protección de Plantas de Lajas, el Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos y Estación Meteorológica de Santo Domingo.

Durante el periodo las precipitaciones se reportaron por debajo de las medias del territorio catalogándose de escasas, esta situación acrecienta el déficit de lluvia, 125 mm para todo el período experimental, lo que disminuye la humedad en los suelos, se precisó incrementar los riegos con espaciados de cinco días en dependencia de las condiciones del terreno.

Coincidiendo con los reportes del Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias (Inifar, 2012) quien establece que los rangos de precipitación acumulada para una producción de mediano rendimiento de maíz son de 480 mm de 700 a 1300 mm para un rendimiento óptimo del cultivo, en tanto para el vigna explica Toledo (2017) se requieren precipitaciones entre 600 – 1800 milímetros.

Las temperaturas promedio en el período se comportaron a 25.3 °C por encima de la media anual para el territorio, en este caso los valores son adecuados para un desarrollo favorable de ambas especies, al igual que la humedad relativa. Concuerta con Mendez, et al. (2018) quienes explican que existen temperaturas cardinales que regulan el desarrollo del cultivo del vigna, donde se considera una temperatura base (T_b) de 8 °C, por encima de la cual la tasa de desarrollo se incrementa y alcanza un valor máximo a los 30 °C (temperatura óptima). Es tanto Rabí, et al. (2000) aclaran que

las siembras de maíz en Cuba para la época de invierno se establecen con temperaturas promedio de 22 °C.

3.2. Determinación de los rendimientos y el uso eficiente de la tierra

3.2.1. Comportamiento del número de granos por vainas y mazorcas

Al evaluar los resultados del número de granos por vainas en el vigna y de mazorcas en el maíz al momento de la cosecha (Tabla 6) se evidencia que no existen diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los sistemas de monocultivo (T1 y T2) y policultivos para ambas especies (T3).

Tabla 6. Comportamiento del número de granos por vainas y mazorcas (u)

	T 1. Monocultivo vigna	T 3. Policultivo vigna	T 2. Monocultivo Maíz	T 3. Policultivo Maíz
Promedio del valor real	12	12	350	350
Valor transformado	3,53 a	3,48 a	18,69 a	18,70 a
Es \pm	0,0148		0,0127	
Cv.	2,38 %		0,36 %	

Nota. Letras desiguales representan diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según dócima de *Tukey*.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

Los granos por vaina es una variable determinada por las características genéticas, que varía con las condiciones ambientales existentes en cada región y dicho componente es heredable, refiere Aguilar (2015); similar ocurre con el número de granos por mazorcas explica Singh & Shahi (2014), está marcado por la nutrición de la planta factores que influyen fuertemente en el rendimiento. En este caso experimental estos factores fueron comunes y suficientes en el llenado de los granos para los dos sistemas.

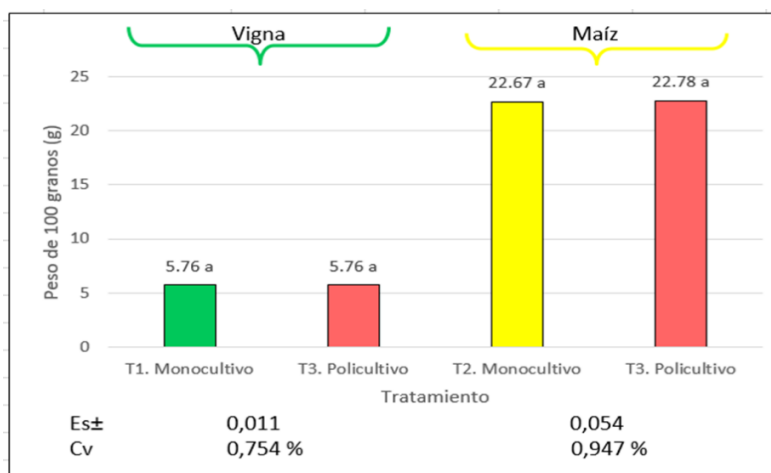
Concuerda la autora con los criterios de Cuvertino (2020) quien expresa que si bien, uno o más de los granos de una vaina pueden abortar antes de ingresar en su fase de llenado efectivo, modificando el número de granos logrado por vaina, esta variable es mucho más estable que los demás subcomponentes del rendimiento.

Los resultados de la experimentación tienen similitud con Hervacio (2021) en su ensayo, con el empleo de una asociación maíz (San Jerónimo) - haba (Gergona) donde alcanzó un promedio de 3,017 granos por vaina y por mazorcas 167,531 no se evidenció diferencias significativas. Argumenta el autor que el resultado corrobora la expresión genética del cultivo de maíz y de las habas, se genera buen establecimiento de sus componentes de producción en respuesta al tipo de sistema asociado.

Coincidente además con los resultados reportados en la investigación de Cabezas (2011) quien evaluó la productividad maíz-fréjol en asociación, mediante un sistema de fertilización química tradicional, compost y zeolita, establece la eficiencia del uso de la tierra y los beneficios que genera la asociación frente a los monocultivos, al analizar los sistemas de cultivo no se encontraron diferencias significativas para el número de semillas por mazorca (373,75 monocultivo y 390,80 policultivo) y para las vainas con valores (5,69 monocultivo y 5,84 policultivo).

3.2.2. Comportamiento del peso seco de 100 granos

Se percibe un efecto no significativo ($p \leq 0,05$) para el indicador peso seco de 100 granos del vigna (T1 y T3) y del maíz (T2 y T3) en los sistemas evaluado (Figura 5), lo que demostró un comportamiento estable de los cultivos al sembrarse de forma asociada y en monocultivo.



Nota: Letras desiguales representan diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según dócima de *Tukey*.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

Figura 5. Comportamiento del peso seco de 100 granos de Vigna y Maíz (g)

El peso de los granos valida la capacidad de las plantas para trasladar los nutrientes necesarios hacia el grano. Lo que aumenta la calidad de los mismos y por tanto favorece la obtención de mejoras en los rendimientos. Aun y cuando los resultados se presentan favorables en ambos sistemas, se aprecia una mínima superioridad en el valor del T3 policultivo del maíz al alcanzar 0,48 g de diferencia con relación al (T2) monocultivo, lo que valida lo expresado por Boada & Espinosa (2016) quienes expresan, que en la influencia de la práctica ancestral de asociación de maíz con frijol, se aprovecha la incorporación en los tejidos de la leguminosa del N₂ atmosférico generado por fijación biológica para que posteriormente sea aprovechado por la gramínea.

En este sentido, refiere Gómez, et al. (2018) que en muchas de los sistemas asociados el maíz sirve como soporte para frijol voluble, contribuye a generar un microclima en tiempos de cambio climático, es barrera física, sitio de refugio de insectos benéficos y fomenta el manejo ecológico de arvenses. (p. 130)

Los resultados investigativos concuerdan con los de Cabeza (2011) en su estudio, quien describe que no existió diferencia significativa al alcanzar valores para el frijol EVG-16 de (20,98 g en monocultivo y 20,69 g en policultivo) y para el híbrido de maíz INIAP H-551 (334,75 g en monocultivo y 340,37 g para el policultivo).

También coinciden con los resultados de Jaramillo (2021), quien se planteó como objetivo evaluar las características morfológicas y productivas del maíz-frijol y la eficiencia del uso de la tierra en condiciones de cultivos asociados que se realizó en distrito de Santa María, provincia de Huaura, departamento Lima. Donde se consiguió un resultado sin diferencias significa para el peso seco de 100 granos entre los sistemas empleados, en el maíz Marginal T28 logra un valor promedio de 23,85 g con un rango entre (22,05 a 25,10 g) y para el frijol Castilla un promedio de 15,69 g con valores que fluctuaron entre (13,68 a 19,38 g).

Las variables número de granos por vaina y en la mazorca, así como el peso seco de 100 granos de ambos cultivos en los sistemas de asociación se determinan para ser usadas como predictores del rendimiento que se logran en la investigación.

3.2.3. Comportamiento del rendimiento

La valoración estadística del comportamiento de los sistemas de cultivo en estudios sobre el rendimiento generó diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos en estudio (Tabla 7). En ambos cultivos T1 y T2 de los monocultivos superan en valores a los policultivos T3, con una diferencia de un 14 % y un 9 % respectivamente.

Tabla 7. Comportamiento el rendimiento (t.ha⁻¹)

	T 1. Monocultivo vigna	T 3. Policultivo vigna	T 2. Monocultivo Maíz	T 3. Policultivo Maíz
Valor transformado	2,27 a	1,99 b	3,75 a	3.44 b
Es ±	0,0047		0,0102	
Cv.	7,28 %		4,84 %	

Nota. Letras desiguales representan diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según dócima de *Tukey*.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación

A criterio de la autora los máximos valores de los rendimientos en los monocultivos (T1 y T2) se explican por la mayor proporción de área vital que ocupa estos tratamientos y la mayor densidad de plantas, los menores están en concordancia con las proporciones que ocuparon el vigna y el maíz en el T3. En general, los cultivos en una asociación tienden a tener un menor rendimiento individual en comparación con los cultivos individuales, al compiten por los mismos recursos.

Para Aguilar, et al. (2019), la tendencia de mayor rendimiento en el maíz monocultivo podría deberse a la mayor disponibilidad de condiciones ecológicas adecuadas para su crecimiento y desarrollo, al mayor requerimiento de radiación solar por ser C4, agua y nutrientes que imponen los policultivos, sistemas donde las interacciones interespecíficos e intraespecífica pueden originan competencia.

Similar a los criterios expuestos por Vélez, et al. (2007) quien plantea que la reducción de los rendimientos del maíz y del frijol en el asocio han sido atribuidos a los efectos de la competencia por luz y recursos del suelo sobre los componentes del rendimiento y la estructura fotosintética. En el frijol, que es el componente de la asociación más

afectado, observó que se reducen los rendimientos en más del 40 % y en el maíz entre 10 % a 21 %, comportamiento similar al de la presente investigación.

De igual forma, los resultados experimentales fueron corroborados por las observaciones de Cabeza (2011) con el frijol EVG-16 y el híbrido de maíz INIAP H-551; Hervacio (2021) en la asociación de maíz (San Jerónimo) - haba (Gergona); Jaramillo (2021) con el maíz marginal T28 y el frijol castilla. Todos investigadores ya citados, que logran mayores valores de los rendimientos en los sistemas de monocultivo en detrimento de los policultivos.

No obstante, afirma Aguilar, et al. (2019) que en el diseño de los sistemas de producción tradicionales manejados bajo policultivos, los agricultores no consideran el rendimiento unitario de las especies cultivadas asociadas, sino la productividad total del agroecosistema.

3.2.4. Índice del uso eficiente de la tierra (UET)

Este índice se explica como el número de hectáreas de los dos monocultivos, (T1 y T2) bajo estudio, necesarias para igualar la producción de dichos cultivos en asociación (T3).

A continuación, se muestran los valores del uso eficiente de la tierra alcanzados en la investigación (Tabla 8). El mayor resultado obtenido es en T3 sistemas policultivo vigna-maíz con un índice de 1,79 que difiere de los dos monocultivos (T1 y T2), al ser $UET > 1$ se considera que la asociación es ventajosa.

En el sistema de asocio (T3) se obtiene 79 % más de rendimiento por hectárea en comparación a los cultivos simples (T1 y T2), o sea, para obtener los rendimientos de ambos cultivos, se requieren sembrar 0,79 ha adicionales.

También puede interpretarse como: el sistema de policultivo (T3) expresó un sobrendimiento de 79 % más de producción por unidad de superficie que los monocultivos (T1 y T2) por separado, estos resultados permiten concluir que los sistemas de policultivos son más eficientes en el uso del suelo en correspondencia con lo observado en la presente investigación.

Tabla 8. Uso equivalente de la tierra por sistemas de los cultivos

	Rendimiento absoluto				Rendimiento relativo		UET
	monocultivo		policultivo		Vigna	Maíz	
	T1. Vigna	T2. Maíz	T3. Vigna	T3. Maíz			
Vigna monocultivo	2,27	-	-	-	1,00	-	1,00
Maíz monocultivo	-	3,75	-	-	1,00	-	1,00
Vigna-maíz policultivo	-	-	1,99	3,44	0,88	0,92	1,79

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación

Concuerda la autora con Aguilar, et al. (2019), cuando expone que la mayor cosecha por unidad de superficie que ocurre al combinar la siembra las especies asociadas en los sistemas tradicionales se debe a las sinergias que suceden vertical y horizontalmente lo cual repercute biológica y ecológicamente en beneficio del sistema total.

En tanto Ebel, et al. (2017) mencionan que la mayor producción en un policultivo se debe en primer lugar a los efectos de selección donde prospera el cultivo dominante gracias a aportaciones de los demás, y en segundo lugar a la complementariedad donde las diversas plantas aprovechan nichos diferentes.

Estos resultados confirman lo planteado por Liebman (1999), citado por Gómez, et al. (2018), quienes mencionan que cuando dos plantas crecen juntas, se influyen mutuamente, bien sea directa o indirectamente, cuentan con un espacio de influencia. La principal característica de la asociación maíz-leguminosa, refiere Gutiérrez, et al. (2007), es que, si bien los rendimientos de cada especie son menores que los logrados en los correspondientes monocultivos, la combinación de ambos rendimientos es mayor por unidad de área, siendo más eficiente en el uso de recursos económicos y ambientales (agua, nutrientes y luz), al igual que en mano de obra y tierra.

3.3. Calculo de la factibilidad económica de la investigación

Al efectuar el análisis económico de los tratamientos es estudio (Tabla 9 y A10), se obtuvo que el T3 asociación vigna –maíz presento la mayor rentabilidad con \$ 5 947,79,

superó en un 146 % y 54 % a T1 y T2 monocultivos respectivamente. Lo anterior reafirma que la implementación de la asociación constituye un menor riesgo en cuanto a pérdidas, lo cual va acompañado de mayores beneficios económicos.

A pesar de haberse alcanzados un nivel de ganancias en los sistemas de monocultivo (T1 y T2), persiste la superioridad del asocio (T3) al lograr un valor de utilidad neta de \$ 3 708,01 con 371 % y 136 % de superioridad sobre los cultivos individuales, solo debe invertirse \$ 0,32 para producir \$ 1,00 de ingresos por las ventas de las producciones.

En este contexto, el costo de producción total del establecimiento del policultivo (T3), se incrementó por una mayor inversión en insumos como las semillas y la mano de obra, puesto que cada especie de planta requiere unos cuidados diferentes, a pesar de ello al realizarse la cuantificación global de la producción obtenida, favoreció la obtención de mayores ingreso y utilidades que en los monocultivos (T1 y T2).

Tabla 9. Resultados del análisis económico de la investigación

Indicador	UM	T1		T 2		T 3	
		Monocultivo		Policultivo		Total	
		Vigna	Maíz	Vigna	Maíz		
Rendimiento	t.ha ⁻¹	2,27	3,75	1,99	3,44	-	
Producción total	t	0,0074	0,0122	0,0064	0,0111	-	
Ingresos	\$	2 413,03	4 243,45	2 086,94	3 860,85	5 947,79	
Costos y Gastos	\$	1 845,52	1 837,20	922,75	919,49	1 842,24	
Utilidad Neta	\$	422,73	2 151,64	1 038,97	2 709,70	3 748,67	
Costo por peso	\$	0,76	0,43	0,44	0,24	0,31	
Rentabilidad de los Ingresos	\$	74	89	89	92		

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación

Los resultados investigativos guardan similitud con los logrados por Aguirre & Galván (2012) al evaluar económicamente el sistema maíz-frijol-calabaza en Chiapas-México,

obtuvo beneficios netos que superaron ampliamente al monocultivo de maíz (incluso en más del 100 %).

Coinciden además con lo observado por Mazabanda (2019) quien realizó un en los terrenos de la granja experimental de San Pablo Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo con el objetivo de determinar el rendimiento y rentabilidad de los híbridos de maíz INIAP 601 y el PIOONER 3 0F35 sembrado en sistema de cultivos asociados con frijol (arbustivo) rojo tipo calima, se observó que todos los tratamientos reportaron utilidades económicas, no obstante el tratamiento que alcanzó mayor utilidad económica fue la asociación maíz INIAP 601 x Frijol con un valor de \$ 2 250,32.

Castillo, et al. (2022) al evaluar el impacto de la diversificación de cultivos de ciclo corto en un Sistema Agroforestal de *Theobroma cacao* L., en el macizo del Jamal, municipio Baracoa en Cuba demostraron que asociar cultivos de ciclo corto al cultivo principal, permite obtener diversas cosechas, incrementar las producciones agrícolas, generar ingresos adicionales de la producción en moneda nacional ascendente a \$ 3 300,62, una utilidad o ganancia con un valor de \$ 2 128,62 por hectárea, concuerda lo la presente investigación.

Los resultados investigativos corroboraron que las variables número de granos por vaina y mazorca, además del peso seco de 100 granos no presentaron diferencias significativas, en tanto los mayores rendimientos estuvieron a favor de los policultivos de ambas especies, existe resultados favorables en el uso eficiente de la tierra alcanzándose un sobre rendimiento de 0,79 lo cual proporcionó incrementos en la producción agrícola y los indicadores económicos en la finca con una mayor ganancia en el asocio con valores de \$ 3 748,67, comprobándose que es viable la asociación de estos cultivos sobre la base del presente experimento.

CONCLUSIONES

1.- Las condiciones edafoclimáticas presentes en la finca en el periodo experimental resultaron adecuadas para el establecimiento de los sistemas de cultivo, posterior a la corrección de los factores limitantes.

2.- Los cultivos de vinya y maíz sufrieron una notaría disminución de sus rendimientos con una diferencia de un 14 % y un 9 % respectivamente cuando se sembraron en sistemas de asocio.

3.- La asociación empleada en el estudio se considera ventajosa al obtener los valores para el índice UET de 1,79 superior a los sistemas de monocultivo (T1 y T2) que indica que el área sembrada en monocultivo tendría que ser 79 % mayor que el área sembrada como sistema intercalado para producir la misma cosecha en combinación.

4.- Ambos sistemas de asociación reportaron utilidad, sin embargo, el más rentable resulto ser la asociación (T3) con valor de \$ 5 947,79 que superó en un 146 % y 54 % a T1 y T2 monocultivos respectivamente.

RECOMENDACIONES

1.- Se recomienda el estudio de los policultivos tomando como variables a evaluar, la densidad de siembra, la absorción de nutrientes, el tiempo de maduración y su influencia en las asociaciones.

2.- Divulgar los resultados obtenidos en eventos científicos y publicaciones, así como la sistematización de esta experiencia con los demás productores del municipio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, C. E., Galdámez, J., Martínez, F. B., Guevara, F & Vázquez, H (2019). Eficiencia del policultivo maíz-frijol-calabaza bajo manejo orgánico en la Frailesca, Chiapas, México. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 64-72. <https://aes.ucf.cu/index.php/aes>
- Aguilar, S. M. (2015). *Introducción de tres Variedades de Frejol (Phaseolus vulgaris sp) con la aplicación de inoculante en la comunidad pariguaya, Provincia Sudyungas del departamento de la Paz*. [Tesis de opción al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia.] <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5728>
- Aguilar, Y. & Riverol M. (2011). *Manual para el manejo del abono verde en suelos dedicados a Cultivos Varios*. CIGEA.
- Aguirre, S. & Galván, G. A. (2012). Instalación de sistemas de silvopastoreo con productores ganaderos de Colonia Gestido (Uruguay). *Agroecología* 7(2), 111-121. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182891>
- Arguello, V. V. (2022). *Diagnóstico de enfermedades foliares en el sachas provincia de Orellana*. [Trabajo de titulación Ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16400/1/13T0096_5.pdf
- Arteaga, F. (2014). *Uso equivalente de la tierra en policultivos de maíz en un agroecosistema premontañoso*. [Trabajo de diploma, Universidad de Sancti Spíritus.] https://dspace.uniss.edu.cu/handle/123456789/60/browse?rpp=20&order=ASC&sort_by=1&etal=-1&type=title&starts_with=U
- Arteaga, O., Espinosa, W., Bernal, Y. & Hernández, C. (2020). Implantación de algunas prácticas del manejo sostenible de tierras en una finca agropecuaria en Cienfuegos, Cuba. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 55-60. <http://aes.ucf.edu.cu>

- Baizalbal, J. F. (2021). *Caracterización agronómica de dos variedades de frijol mungo (Vigna radiata L. Wilczek) para su producción en el trópico húmedo*. [Tesis de grado para Ingeniero Agrónomo, Tecnológico Nacional de México]. http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/3051/1/Baizalbal%20Bocanegra%20Jose%20Francisco_21%20oct%2021_Frijol%20Mungo.pdf
- Ballesteros, D. A. (2008). *Efecto de la suplementación de EM. (Microorganismos Eficientes) en la alimentación de conejos Nueva Zelanda en la fase de ceba en la finca El Pedregal del municipio de Simijaca*. [Tesis de grado Universidad de la Salle]. Facultad de Zootecnia. Colombia]. <http://www.terra.lasalle.edu.co>
- Boada, R., & Espinosa, J. (2016). Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la Sierra de Ecuador. *Siembra*, 3(2016), 67–82. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/262/3246>
- Bravo, C. C. & Tealdi, J. (2015). *Análisis de la incorporación de cultivos especiales en esquemas de rotación de productores en el norte de Córdoba. Área de consolidación Gestión de la Producción de Agroalimentos*. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1874>
- Cabezas, A. E. (2011). *Uso de la zeolita en la fertilización orgánica de maíz asociado con fréjol comparado con los monocultivos de maíz y fréjol en la zona de Quevedo*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica Estatal Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/08c50376-b406-4c4e-84a4-5e4da61d21f6>
- Carraza, C. C. (2021). *Eficiencia agronómica de la asociación de cultivo maíz (Zea mays) vs leguminosas fréjol cuarentón, (Phaseolus vulgaris L.)- maní (Arachis hypogaea) y su efecto en el rendimiento*. [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/011e43c5-54f8-4ae4-8e32-59cb463c739c/content>

- Castillo, M. J., Morejón, M., Suárez, G. M. & Acuña, I. R. (2022). Diversificación de cultivos en un sistema agroforestal cacaoero en el macizo del Jamal, municipio de Baracoa. *Revista cubana de ciencias forestales Cfores*. 10(3), 364-379. <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/754>
- Castillo, M., Rojas, A. & Wingching, R. (2009). Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con vigna (*Vigna radiata*). *Agronomía Costarricense*. 33(1), pp. 133-146. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43612054012>
- Cresastre (2010). *Gestión cultural de mungbean*. <https://letsplantsomething.wordpress.com/2010/09/11/mungbean-cultural-management/>
- Cuba. Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. (2012). Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México. *Publicación especial (8)*. <https://tecnoagro.com.mx/noticias-del-agro/presenta-inifap-a-productores-estudio-del-potencial-productivo-de-especies-agricolas-de-mexico>
- Cuba. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021). *Manual de producción de maíz amiláceo*. http://www7.uc.cl/sw_educ/hortalizas/imagenes/choclo/caract_organo_f.jpg
- Cuba. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2017). Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Cultivos asociados. *Cartilla Tecnológica*, (10). <http://www.fao.org>
- Cuvertino, A. (2020). *Efecto de la densidad de siembra y el espaciamiento entre hileras sobre el rendimiento en soja*. [Trabajo de intensificación, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca]. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5526>
- Chazo, L. (2019). *Caracterización agro-morfológica del maíz (Zea mays L.)*. [Trabajo de titulación para Ingeniero Agrónomo, Facultad De Recursos Naturales, Escuela De Ingeniería Agronómica.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3455/1/13T0793%20.pdf>

- Douglas, M. & Mairena, H. I. (2017). *Cuantificación de la fijación biológica de nitrógeno por cuatro especies de leguminosas mediante el método de abundancia natural*. [Trabajo de graduación para el grado académico de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/3662/>
- Ebel, R., Pozas, J. G., Soria, F., & Cruz, J. (2017). Manejo orgánico de la milpa: rendimientos de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. *Terra Latinoamericana*, 35(2), 149-160. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v35n2/2395-8030-tl-35-02-00149.pdf>
- Franco, F. J. (2010). *San José del Palmar, tierra del policultivo. Diapositivas. Florencia, Colombia: Simposio Internacional de Agroecología*. <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/8137/4/DDMCSP152.pdf>
- García, R. M., Socorro, A. R. & Rodríguez, I. (2019). La conversión de un predio agrícola de producción tradicional en predio agroecológico con criterio de sostenibilidad. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 21-31. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Gómez, L. M., Márquez, S. M., & Restrepo, L. F. (2018). La milpa como alternativa de conversión agroecológica de sistemas agrícolas convencionales de frijol (*Phaseolus vulgaris*), en el municipio El Carmen de Viboral. *Idesia (Arica)*, 36(1), 123-131. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018000100123>
- Granados, H. (2021). *Producción de maíz y haba en tres sistemas de siembra intercalado mediante el uso eficiente de la tierra (LER)*. [Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional del Centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7391/T010_70038764_T.pdf?sequence=1
- Gutiérrez, C. E., Aguilar, C. E., Galdámez, J., Mendoza, S. & Martínez, F. B. (2007). Impacto socioeconómico de los sistemas de policultivos maíz-frijol-calabaza en la Frailesca, Chiapas, México. *I Seminario de cooperación y desarrollo en espacios rurales Iberoamericanos sostenibles e indicadores*. <http://www.indirural.ual.es/descargas/docDescargas/2-3.pdf>

- Guzmán, G. & Mielgo, A. (2008). *Buenas prácticas en producción ecológica: asociaciones y rotaciones. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Gobierno de España.*
https://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/Asociaciones%20y%20Rotaciones_tcm30-101334.pdf
- Guzmán, G. & Alonso A. M. (2008). *Buenas Prácticas en producción ecológica. Asociaciones y rotaciones. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.*
https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/Asociaciones%20y%20Rotaciones_tcm30-101334.pdf
- Hernández, L., Pinos, M de los A. & Varela, M. (2010). Experimentación campesina endógena asociada a la agricultura urbana de las provincias Ciudad de la Habana y La Habana. *Cultivos Tropicales*, 31(2), 5-11.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215930001>
- Hervacio, T. X. (2021). *Producción de maíz y haba en tres sistemas de siembra intercalado mediante el uso eficiente de la tierra (LER)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7391>
- Jaramillo, N. C. (2021). *Evaluación de cultivos asociados de frijol castilla y maíz marginal 28T en el Valle de Huaura*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión].
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/5890>
- Johanne P., A., & Lynch P. (2012). Complementarity in root architecture for nutrient uptake in ancient maize/bean and maize/bean/squash polycultures. *Ann. Bot.* 110, 521-534. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22523423/>
- Kato, T. A. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. México.
https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/Origen_deMaiz.pdf
- Khan, S. B. (2014). Effect of intercropping on biomass of weeds and the associated Crops. *Weed Science*, the University of Agriculture Peshawar Pakistán, 553-562.

<https://www.proquest.com/openview/da63a386e847202faed8fec86e38bed0/1?pq-origsite=gscholar&cbl=616536>

Lambrides, C. J. & Godwin, I. D. (2006). Mungbean. *In: Chittarajan, K., Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants*, 3, 69-90
<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2387963>

Lapas, E. (2014). *Efecto de cultivos asociados de maíz (Zea mays L.) con arveja (Pisum sativum L.) en el uso eficiente de la tierra, en condiciones de Pomacocha – Acobamba – Huncavelica - Perú 2012*. [Tesis grado al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Huancavelica].
<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d63e9d22-3e5f-44ab-8d19-6d7e529a7db2/content>

Liceaga, I., Martínez, E., Funes, F. & Guevara, A. (2015). Sembrando en tierra Viva. Manual de Agroecología. *Programa Temático de Seguridad Alimentaria en Cuba 185*. https://cerai.org/wordpress/wp-content/uploads/2016/01/Sembrando-en-Tierra-Viva_-Manual-de-Agroecolog%C3%ADa.pdf

López, R. & Gil, V. (2011). Generalidades del Cultivo del Maíz. *Editorial Feijóo*. Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas.
<http://feijoo.cdict.uclv.edu.cu/wp-content/uploads/2018/05/Generalidades-del-cultivo-del-Ma%C3%ADz-Ram%C3%B3n-L%C3%B3pez-Fleites.pdf>

Lozada, B. E. (2018). *Evaluación de la producción de gramos por efecto del momento de aplicación foliar de dos extractos húmicos en el frijol loctao (Vigna radiata) Valle del medio Piura 2017*. [Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Piura].
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1291/AGR-LOZ-ABR-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martínez, F. (23 de febrero 2020) Ficha técnica de frijol mungo (Vigna radiata(L.) R. Wilezek). *Info Pastos y Forrajes*.
<https://infopastosyforrajes.com/leguminosas/ficha-tecnica-de-frijol-mungo-vigna-radiata-l-r-wilezek/>

- Mazabanda, A. O. (2019). *Determinación del rendimiento y rentabilidad del maíz (Zea mays L.) y fréjol (Phaseolus vulgaris L.) sembrados en sistema de cultivos asociados en la zona de Babahoyo*. [Tesis de grado en opción al título de ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6796>
- Mead, R. & Willey, W. R. (1980). The concept of land equivalent ratio and advantages in yields from intercropping. *Exp. Agric.*, 16, 217-228. <https://doi.org/10.1017/S0014479700010978>
- Mendez, D. E., Vizgarra, O. N., Espeche, C. M., Araya, M. F., Tarulli, L. E., Prado, C. Daniel, M. & Ploper, D. (2019). Rendimiento de poroto mung (*Vigna radiata*). [https://www.avance.eeaoc.org.ar/articulo/rendimiento-de-poroto-mung-vigna-radiatadurantelacampana2018/#:~:text=Existen%20temperaturas%20cardinales%20que%20regulan,los%2030%C2%BAC%20\(temperatura%20%C3%B3ptima\)](https://www.avance.eeaoc.org.ar/articulo/rendimiento-de-poroto-mung-vigna-radiatadurantelacampana2018/#:~:text=Existen%20temperaturas%20cardinales%20que%20regulan,los%2030%C2%BAC%20(temperatura%20%C3%B3ptima))
- Mogotsi, K. K., (2006). *Vigna radiata (L.) R. Wilczek*. In: Brink, M. & Belay, G. (Editors). PROTA 1: *Cereals and pulses/Céréales et légumes secs*. [CD-Rom]. PROTA, Wageningen, Netherlands. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2387994>
- Molina, M. J., Chavez, L., Gil, A., López, P. A., Hernández, E. & Ortiz, E. (2016). Eficiencias productivas de asociaciones de maíz, frijol y calabaza (*Curcubita pepo* L.), intercaladas con árboles frutales. *International Journal of Experimental Botany*. 85, 36-50. <https://doi.org/10.32604/phyton.2016.85.036>
- Muñoz, J. A. (2019). *Rendimiento de maíz y canavalia en monocultivo y asociación en agricultura de conservación en el trópico húmedo mexicano*. [Tesis de grado en opción al título de Maestro en desarrollo Agropecuario Sustentable, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco]. https://ri.ujat.mx/jspui/bitstream/20.500.12107/3512/1/Tesis_Jos%c3%a9_Antonio.pdf
- Nasir I., Sajad H., Zeeshan A., Feng Y., Xiaochun W., Weiguo L., Taiwen Y., Junbo D., Kai S., Wenyu Y., & Jiang L. (2019). Comparative analysis of maize–soybean

- strip intercropping systems: a review. *Plant Production Science*, 22(2), 131-142.
<https://doi.org/10.1080/1343943X.2018.1541137>
- Norma Cubana 10 390. (2018). Calidad del suelo. Determinación de pH. NC-ISO 10 390:99. <https://tienda.icontec.org/gp-calidad-del-suelo-determinacion-del-ph-ntc5264-2018.html>
- Norma Cubana 209. (2002). Calidad del suelo. Determinación de los aniones y cationes solubles en los extractos suelo-agua y el porcentaje de saturación. NC 209:02. Ciudad de La Habana -- 10 p. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V34-Numero_4/cag064071573.pdf
- Norma Cubana 51. (2007). Calidad del suelo. Determinación del porcentaje de materia orgánica. NC 51:99. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V34Numero_4/HTML/cag064071573.htm
- Norma Cubana 52. (2007). Calidad del suelo. Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. NC 52:99. Ciudad de La Habana. Cuba. P.11. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V34-Numero_4/cag064071573.pdf
- Ochoa, J. B. (2018). Farmer crop variety mixtures to cope with disease epidemics in the common bean cropping system of the Ecuadorian highlands. *Sapienza Università di Roma*. <https://iris.uniroma1.it/handle/11573/1077355>
- Ortigoza, J., López, C. A. & González, J. D. (2019). *Guía técnica: Cultivo del maíz*. San Lorenzo, Paraguay: FCA, UNA, https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gkeatt/gt_04.pdf
- Palacio, W. G. (2018). *Evaluación de las características morfoproductivas de dos variedades de frijol Loctao (Phaseolus aureus Roxb) bajo el efecto del número de plantas por golpe, Valle del Chira*. [Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura.] <https://repositorio.unp.edu.pe/items/dba28af0-6d02-4f74-8b51-1cd52a4bcbab>

- Pérez, P. & Rodríguez, E. (2010). *Guía técnica para la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.)*. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Habana.
- Pinos, M de los A. & Rios, H. (2020). La respuesta cubana a la escasez de insumos: asociación de cultivos. *Revista Leisa de Agroecología*. <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-16-numero-4/2336-la-respuesta-cubana-a-la-escasez-de-insumos-asociacion-de-cultivos>
- Rabí, O., Pérez, P. Permuy, N., Rodríguez, J. H. & Piedra, F. (2000). *Guía técnica para la producción del cultivo del maíz (Zea mays L.)*. Liliana.
- Sánchez, E. (2016). *Propuesta e tecnología para la producción de maíz en Cuba*. <https://www.monografias.com/trabajos106>
- Sarandón, S. J. & Labrador, J. (2002). El Uso de policultivos en una agricultura sustentable. En *Agroecología El camino hacia una agricultura sustentable*, 189. <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25280w/LibroAgroecologiaSarandon2002Completo.pdf>
- Sarandón, S. J. (2015). *Principios de manejo ecológico: Policultivos*. Diapositivas. La Plata, Argentina: Universidad Nacional de La Plata. https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/24397/mod_resource/content/6/Capitulo%2010%20Manejo%20ecologico%20de%20plagas.pdf
- Singh, P. K. & Shahi, J. P. (2014). Genetic analysis in maize (*Zea mays L.*). *International Journal of Plant Sciences*. 5(1), 302-305. https://www.researchgate.net/publication/291339840_Genetic_Analysis_in_maize_Zea_mays_L
- Socorro, A. R., Padrón, W. R., Pretell, R., & Parets, E.R. (2005). Modelo Alternativo para la Racionalidad Agrícola. *Edición Especial para la Asignatura Práctica Agrícola*. Editorial Universo Sur. Universidad de Cienfuegos. <https://universosur.ucf.edu.cu>

- Tamayo, Ch. V. & Alegre, J. C. (2022). Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. Artículo de revisión. *Siembra*, 9(1). <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/3287>
- Toledo, R. E. (2017). *Cereales y Oleaginosas. Bases ecofisiológicas para el manejo de poroto mung (Vigna radiata (L.) Wilczek)*. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC. URI. <http://hdl.handle.net/11086.1/1162>
- Toledo, R. E. (2019). Poroto mung [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] para la producción de carne de proteína vegetal. *Resumen del Taller presentado en el XXVII Congreso de Aapresid*, Rosario 2019. <https://www.youtube.com/watch?v=CDc6aYT-A&t=2s>
- Torres, S., Huaraca, J., Pezo, D. L. & Calderón, R. C. (2018). Asociación de cultivos, maíz y leguminosas para la conservación de la fertilidad del suelo. *Revista de Investigación: Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 4(1), 15 – 22. https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/1068
- Vázquez, L. (2011). *Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura urbana*. INISAV. https://www.researchgate.net/publication/286633398_Vazquez_L_L_Manual_para_la_adopcion_del_manejo_agroecologico_de_plagas_en_fincas_de_la_agricultura_suburbana_Vol_I_279_p_Ed_INISAV_2011
- Velez, J. O. (2023). *Estudio comparativo de la productividad en maíz, bajo una asociación de cultivos y fertilizantes inorgánicos con diferentes aportes de nitrógeno en el Coca Orellana*. [Trabajo de integración Curricular para optar al grado académico de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Orellana.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19042>
- Vélez, L., Clavijo, J., & Ligarreto, G. (2007). Análisis ecofisiológico del cultivo asociado maíz (*Zea mays* L.) - frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 60 (2), 3965-3984. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/36709>

Vizgarra, O. N., Silvana Y., Gonzáles, M., Espeche, C. M., Méndez, D. E. & Ploper, L. D. (2014). Evaluaciones preliminares de variedades de poroto mungo (*Vigna radiata*) en Tucumán, R. Argentina. *EEAOC*. 35(2). 30-33. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/59411/CONICET_Digital_Nro.47dbcf36-7a41-4aa3-b93f-6f90a33c3d26_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Anexo A

Tabla 10. Relación de costos gastos y “Estado de resultado”

Elemento del gasto	Monocultivo	Monocultivo	Policultivo		Suma de control
	T1 – Vigna	T 2 – Maíz	T3 - Vigna	T3 - Maíz	
Gastos directos de producción					
Materiales	\$ 129,95	\$ 122.13	\$ 64,97	\$ 61.71	\$ 378,76
Semillas Certificadas	105,65	97,83	52,82	49,56	\$ 305,86
Aplicación de Materia Orgánica (sin costo)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplicación de Microorganismo eficiente (3 aplicaciones 10 L.ha ⁻¹)	24,30	24,30	12,15	12,15	72,90
Combustible (Diésel)	\$ 150.50	\$ 150,00	\$ 75,25	\$ 75,25	\$ 451.50
Diésel para preparación de suelo	150.50	150,00	75,25	75,25	451,50
Energía eléctrica	\$ 28,93	\$ 28,93	\$ 14,46	\$ 14,46	\$ 86,78
Energía eléctrica para el riego (Gasto de electricidad total, 8 riegos 48 kw)	28,93	28,93	14,46	14,46	86,78
Salario o jornal pagado	\$ 750,00	\$ 750,00	\$ 375,00	\$ 375,00	\$ 2 250,00
Aplicación Materia Orgánica	75,00	75,00	37,50	37,50	225,00
Riegos (12)	200,00	200,00	100,00	100,00	600,00
Siembra y tape	25,00	25,00	12,50	12,50	75,00
Limpia manual (4)	200,00	200,00	100,00	100,00	600,00
Aporque (tracción animal)	25,00	25,00	12,50	12,50	75,00

Apli. Microorganismo eficiente (3 aplicaciones)	75,00	75,00	37,50	37,50	225,00
Cosecha Manual	50,00	50,00	25,00	25,00	150,00
Trilla manual	50,00	50,00	25,00	25,00	150,00
Secado solar	50,00	50,00	25,00	25,00	150,00
Servicios recibidos	\$ 786,02	\$ 786,02	\$ 393,01	\$ 393,01	\$ 2 358,06
Servicio de mecanización	786,02	786,02	393,01	393,01	2 358,06
Gastos indirectos	\$ 0.12	\$ 0.12	\$ 0.06	\$ 0,06	\$ 0,36
Depreciación de los medios básicos	0,12	0,12	0,06	0,06	0,36
Costo total	\$ 1 845,52	\$ 1 837.20	\$ 922,75	\$ 919,49	\$ 5 524,96
Otros gastos de comercialización	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Impuestos contribuciones y otras retenciones	\$ 144,78	\$ 254,61	\$ 125,22	\$ 231,66	\$ 756,27
Impuesto por Ventas Pequeño Agricultor 2 %	48,26	84,87	41,74	77,22	252,09
Contribución a la cuenta socio Cultural 2 %	48,26	84,87	41,74	77,22	252,09
Retención 2% para Fondo de la CCS Beraldo Sánchez Martínez (por acuerdo)	48,26	84,87	41,74	77,22	252,09
Contribución Especial de los Trabajadores a la Seguridad Social	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0,00	\$ 0.00
Estado de resultado					
Ingresos Totales	\$ 2 413,03	\$ 4 243,45	2086,94	3860,85	12604,27
Menos: Costos Totales	1 845,52	1 837,20	922,75	919,49	5 524,96

Utilidad Bruta	\$ 567,51	\$ 2 406,25	\$ 1 164,19	\$ 2 941,36	\$ 7 079,31
Menos: Otros Gastos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Impuestos, Contribuciones y Otros	144,78	254,61	125,22	231,66	756,27
Utilidad Neta	\$ 422,73	\$ 2 151,64	\$ 1 038,97	\$ 2 709,70	\$ 6 323,04
Relación Costo Beneficio Egresos/Ingresos (Costo x peso)	\$ 0.76	\$ 0,43	\$ 0,44	\$ 0,24	\$ 0,44
Rentabilidad Ingresos Neto/Ingreso Bruto*100	74	89	89	92	89

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación

Anexo B



Figura 6. Parcelas experimentales



Figura 7. Asociación vigna -maíz

Anexo C



Figura 8. *Vigna radiata*