**EXPEDIENTE TÉCNICO**

# Titulo

**EVALUACIÓN PARTICIPATIVA DE LA RESPUESTA DE BIOINSUMOS EN EL RENDIMIENTO DE CAÑAHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) EN EL MUNICIPIO DE JESÚS DE MACHACA**

# Autores.

Fernando Peñasco Vargas

Asesores de tesis: Wilfredo Rojas, w.rojas@proinpa.org, Cel: 76564852

Juana Flores Ticona, j.flores@proinpa.org

Defendido en julio 2021 en la Universidad Mayor de San Andrés

# Resumen

En la comunidad de Jancohaque Abajo del municipio de Jesús de Machaca, perteneciente a la Provincia Ingavi del Departamento de La Paz, durante la campaña agrícola 2019-2020 se llevó a cabo el trabajo de investigación titulado “Evaluación participativa de la respuesta de bioinsumos en el rendimiento de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el municipio de Jesús de Machaca”.

Se estudiaron dos bioinsumos con características amigables con el medio ambiente, con evaluaciones participativas en tres oportunidades donde el papel importante fueron los agricultores que expresaron los criterios sobre la respuesta de los bioinsumos.

En la evaluación agronómica algunas variables registraron diferencias en altura de planta, número de ramas primarias, número de raíces secundarias y en el rendimiento en grano, con el tratamiento T4 (*Azospirillum brasilense* con vigortop plus) como el mejor tratamiento con la mayor cantidad de producción de cañahua, el tratamiento T2 (*Azospirillum brasilense*) obtuvo un rendimiento cercano al tratamiento T4, los tratamientos T3 (vigortop plus) y T1 (testigo) obtuvieron un rendimiento estadísticamente iguales, en general el uso de bioinsumos ayudó en el desarrollo de las plantas de cañahua.

En los resultados de las evaluaciones participativas por los agricultores fue que los tratamientos con *Azospirillum brasilense* T4 (*Azospirillum brasilense* con vigortop plus) y T2 (*Azospirillum brasilense*) obtuvieron la mayor aceptación en la evaluación en fase de floración, madurez fisiológica y en el rendimiento, el tratamiento con mayor aceptación por los agricultores fue el *Azospirillum brasilense* bajo los criterios de uniformidad, buen follaje y mayores rendimientos.

# Introducción.

Hace cientos de años la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) tiene relevancia para la cultura de los Andes, que se ha constituido de forma especial en la base de la seguridad alimentaria de las familias que viven en condiciones extremas climáticas, se conoce la utilidad de la planta por el uso de los granos, hojas, tallos en la alimentación humana y los restos de la trilla son empleados para la alimentación de los ganados, por estas características se constituye en un cultivo estratégico, por su valor nutricional y rol en la seguridad alimentaria.

Una de las actividades que contribuye al sustento de sus familias del Municipio de Jesús de Machaca se encuentra la cañahua, donde los productores optan por vender en forma de pito de cañahua en ferias locales, ciudades de La Paz y El Alto, lo propio en forma de grano.

Por lo general en el Altiplano la cañahua presenta rendimientos bajos, uno de los factores es la baja fertilidad del suelo, lo que se deduce en el manejo inadecuado de suelos agrícolas por los agricultores que requieren ser fortalecidos en el manejo y conservación de los suelos, una alternativa para revitalizar y recuperar la fertilidad del suelo e incrementar el rendimiento es el uso de los bioinsumos elaborados en base a microorganismos benéficos del suelo.

La importancia fundamental del uso de los bioinsumos a base de microorganismos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo, también son promotores de asimilación de nutrientes para la planta que pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar consecuencias negativas en el suelo.

La investigación participativa juega un rol muy importante en el empoderamiento de los agricultores a las nuevas tecnologías, además permite conocer la valoración y aceptación de las alternativas tecnológicas para incrementar el rendimiento de la cañahua, que es un cultivo propio de las familias del Altiplano, y que es cultivada en muy poca escala.

Según investigaciones realizadas con insumos orgánicos en el cultivo de la cañahua se obtuvieron los mayores rendimientos de grano con los ecotipos Saihuas Rosada y Saihuas Roja, donde la biofertilización tuvo efecto positivo en el rendimiento, el ecotipo Lasta Púrpura mostró el menor rendimiento en grano con respecto a los otros tratamientos. (Choque, 2005).

# Objetivos

1.

**Objetivo general**

Evaluación de la respuesta de bioinsumos en el rendimiento de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con participación de agricultores, con una evaluación agronómica en el municipio de Jesús de Machaca.

**Objetivos específicos**

* Evaluar las características agronómicas de la cañahua con la aplicación de los bioinsumos.
* Evaluar mediante las técnicas de “evaluación absoluta” en floración, y por “orden de preferencias” en madurez fisiológica y rendimiento la respuesta de los bioinsumos con participación de los agricultores.
* Identificar los criterios que consideran los agricultores de la respuesta de los bioinsumos en la cañahua.

# MATRIALES Y METODOS

1.
2.

## Material experimental

1. 1.
2.

### Material vegetal

El material vegetal empleado para la investigación fue la variedad *Qañawiri* de cañahua que fue liberada por Alejandro Bonifacio de la Fundación Proinpa y facilitada por el Proyecto Euroclima+.

**Figura 1. Variedad vegetal Qañawiri.**



Fuente: Foto Propia

Bonifacio (2018), describe que la variedad Qañawiri tiene la característica de menor porcentaje de desgrane antes y durante la cosecha, ciclo productivo precoz (122 a 126 días) y el color de grano café claro una vez removido el perigonio.

El mismo menciona que las características de la variedad Qañawiri son las siguientes:

* Color de la planta: Verde en fase vegetativa y verde amarillenta a la madurez.
* Habito de crecimiento: Tipo last’a.
* Ciclo productivo: 122 a 126 días (precoz).
* Altura de planta a la madurez: 29.6 a 31.3 cm.
* Tolerancia al granizo (fase vegetativa): Tolerante.
* Tolerancia a heladas (fase vegetativa): Tolerante.
* Grado de desgrane por granizo (Fase madures fisiológica).
* Rendimiento comercial: 920 a 995 kg/ha.

### Materiales

Los materiales utilizados en campo fueron los siguientes: sobres, lápiz, planilla de registros, flexómetro, cuerdas, estacas, letreros de identificación, formularios, libro de registro, y recursos humanos.

### Material orgánico

Los materiales orgánicos utilizados fueron bioinsumos: *Azospirillum brasilense* y Vigortop Plus por la elaboración de extractos naturales.

### Material de gabinete y laboratorio

Los materiales utilizados en la investigación fueron los siguientes:

* Material de escritorio.
* Computadora y calculadora.
* Paquetes estadísticos.
* Cajas Petri.
* Papel toalla.
* Pinzas.
* Marcadores y agua.
* Balanza de precisión.
* Reglas
* Bolsas plásticas

Los materiales mencionados fueron utilizados posterior de la evaluación de campo para determinar aquellas variables que no se pueden tomar in situ.

## Material de evaluación participativa

* 1.
	2.

### formularios

Los formularios de evaluación participativa fueron elaborados siguiendo los pasos que indican las fichas técnicas de evaluación de ensayos con la participación de los agricultores elaborado por PROINPA 2019.

### Grupos de agricultores

Las evaluaciones participativas con agricultores fueron realizadas con un número mínimo de participantes de 10 agricultores de ambos géneros.

El recurso humano de productores fue empleado en las etapas de floración, madurez fisiológica y una vez obtenida el rendimiento en grano.

## Métodos

* 1.
	2.

### Métodos de campo

Las evaluaciones participativas, fueron llevadas a cabo en fechas 21/02/20 (floración), 24/03/20 (madurez fisiológica) en la parcela de cañahua con la aplicación de bioinsumos, y en 04/07/20 la evaluación de rendimiento.

Para la toma de los datos técnicos, las mediciones se llevaron antes de la evaluación participativa tomando datos de las variables agronómicas.

#### Ingreso al municipio de Jesús de Machaca

Se ingresó al territorio del Gobierno Autónomo Municipal de Jesús de Machaca para la determinación del área de estudio, en una reunión con hermanos agricultores se determinó que el presente trabajo de investigación se llevará a cabo en el Ayllu Jancohaque Abajo.

#### Ubicación del terreno

La parcela de ensayo fue ubicada en el Ayllu Jancohaque Abajo correspondiente al municipio de Jesús de Machaca, donde la fisiografía de campo de cultivo fue una planicie con características de que fue ocupada por el rio desaguadero.

#### Preparación del terreno

El terreno destinado para el ensayo fue “*qallpa”* arada con tractor agrícola, donde el cultivo anterior fue cañahua y la campaña agrícola 2019/2020 se destinó como parcela de investigación con bioinsumos en cultivo de cañahua.

#### Delimitación del área del experimento

La delimitación del ensayo se realizó en una parte de la parcela, y la otra parte fue tomada como parcela del agricultor, esto para facilitar las evaluaciones participativas con los productores del lugar.

#### Siembra

La siembra se realizó finales de noviembre de 2019 con la presencia de los hermanos agricultores, con las primeras lluvias a capacidad de campo, dando las condiciones favorables para la germinación y emergencia de las plántulas de cañahua.

La siembra se realizó al voleo con rastra, esto porque la mayoría de los agricultores utilizan este sistema de siembra, también favorece a la implementación de la tecnología en la cosecha como al uso de máquinas adoptadas por el agricultor (desbrozadora).

#### Labores culturales

Se realizó la limpieza y cuidado del cultivo en la parcela de investigación, pero las actividades de deshierbes no fueron necesarios debido a que no existía malezas de consideración que afecte al cultivo, pero la cañahua silvestre presente en la parcela fue eliminada para mantener la pureza varietal utilizada.

#### Cosecha

La cosecha se realizó finales de marzo de manera manual una vez que la parcela de investigación alcanzó la madurez fisiología, donde las muestras de rendimiento fueron cosechadas en bolsas de yute. Para esta actividad se usaron lonas de yute para el emparve, esto para evitar la mezcla de los granos con la tierra, y las parvas fueron arqueadas fuera de la parcela con dimensiones de 5 m x 1,5 m esto para facilitar con el secado.

#### Trilla y limpieza del grano

La trilla se realizó luego de la cosecha cuando las plantas emparvadas estaban secas por completo, se aplicó la trilla manual con herramientas locales, donde muchos de los agricultores lo realizan de forma tradicional por la escasa existencia de tecnologías que ayuden en el proceso de la trilla.

La trilla tradicional de la cañahua o conocido como “*chhhaxma”* (sacudir los granos y perigonios con palos) sobre una lona para evitar la pérdida de granos y la mezcla con piedras pequeñas, luego de sacudir todo el emparve se procedió al siguiente paso que es el *llamp’uya* (desmenuzado de los perigonios y hojas) con *jawq’añas* (palo curvo para la trilla) sacudiendo los granos de cañahua y cuando ya está listo se realizó el venteo de la cañahua con la ayuda de un cedazo (tamiz o zaranda tradicional rustico), que con la ayuda de las corrientes naturales de viento suave se logra separar el grano de la broza y del *jipi* obteniendo granos limpios y luego a ser almacenados.

### Método experimental

#### Diseño experimental para el estudio en campo

Se utilizó diseño de bloques completos ala azar (DBCA) Ochoa (2016), que consistió en 16 unidades experimentales de 3 m x 4 m, distribuido en cuatro bloques, 210 metros cuadrados.

#### Modelo estadístico

La evaluación de los tratamientos se evaluó bajo el modelo estadístico siguiente:

Yij = μ + βj + αi + εij

**Yij** = una observación cualquiera

**μ** = media general del experimento

**βj** = efecto del j-ésismo bloque Bj

**αi** = efecto de la i-ésima bioinsumos

**εij** = Error experimental

#### Croquis experimental para las variables tomadas en campo

La distribución de las unidades experimentales en campo fue adecuada para los cuatro tratamientos que se muestran en la siguiente Figura 3.

**Figura 3. Croquis de la parcela de estudio.**

B VI

B III

B II

B I

3,00

T4

*Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus

T2

*Azospirillum brasilense*

T1

Testigo

T3

Vigortop Plus

T2

*Azospirillum brasilense*

T3

Vigortop Plus

T4

*Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus

T1

Testigo

T2

*Azospirillum brasilense*

T3

Vigortop Plus

T1

Testigo

T4

*Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus

T1

Testigo

T4

*Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus

T2

*Azospirillum brasilense*

T3

Vigortop Plus

4,00

Fuente: elaboración propia.

Donde:

T1: Testigo (sin aplicación).

T2: *Azospirillum brasilense.*

T3: Vigortop Plus.

T4: combinación de *Azospirillum brasilense* y Vigortop plus.

#### Características del campo experimental

La parcela de investigación se realizó en un área total de 210 m2 teniendo dimensiones de 17.5 m de longitud por 12 m de ancho, donde los bloques ocuparon un área de 48 m2, el área por unidad experimental fue de 12 m2, y el área neta del ensayo fue de 192 m2 para 4 tratamientos en 4 bloques.

#### Factor de estudio

El factor de estudio de la investigación fuero los diferentes tipos de bioinsumos (biofertilizantes) en el cultivo de cañahua.

T1 = Testigo

T2 = *Azospirillum brasilense*.

T3 = Vigortop Plus.

T4 = *Azospirillum brasilense* y Vigortop Plus.

#### Variedades evaluadas en campo

##### Altura de planta

Para medir la altura de la planta se utilizó un flexómetro, midiendo desde el cuello de la planta hasta la parte apical de la planta como indica el descriptor de cañahua IPGRI-PROINPA e IFAD (2005), la variable fue registrada en 10 plantas muestra cada semana, de los cuales, los datos individuales fueron promediados y se expresaron en cm.

##### Diámetro de tallo

Para medir el diámetro de tallo se utilizó un vernier midiendo el cuello de la planta, la variable fue registrada en 10 plantas muestreadas al azar como indica el descriptor de cañahua IPGRI-PROINPA e IFAD (2005), y los datos fueron se expresaron en cm.

##### Número de ramas primarias

IPGRI-PROINPA e IFAD (2005), indica que el número de ramas primarias se encuentra desde la base hasta el segundo tercio de la planta, siguiendo las instrucciones del descriptor de cañahua se contaron las ramas primarias de 10 plantas muestreadas aleatoriamente y fueron expresados sin unidades.

##### Longitud de hoja

Para medir la longitud de hoja se siguieron las instrucciones del descriptor de cañahua IPGRI-PROINPA e IFAD (2005), tomando la medida de la longitud máxima de la lámina foliar de 10 plantas muestreadas, y se expresaron en cm.

##### Longitud de raíz

Para medir esta variable se sacaron las raíces con mucho cuidado utilizando herramientas de jardinería, y las mediciones fueron tomadas desde el cuello de la planta hasta la parte final de la raíz principal, y los resultados fueron expresados en cm.

##### Rendimiento en grano

Para cuantificar el rendimiento de la cañahua, se realizó la cosecha de las plantas de cañahua por encima del cuello, de cuatro metros cuadrados por unidad experimental de los cuatro tratamientos, finalmente luego de realizar las labores culturales de limpieza se pesó el grano libre de impurezas, se promediaron y se transformaron en kg/ha para su interpretación y manejo de los datos.

### Métodos de la evaluación participativa

El método empleado para la evaluación participativa fue la evaluación absoluta, en la fase de floración de la cañahua, donde las participaciones de los agricultores determinaron la respuesta de los bioinsumos en la fase de la floración del cultivo.

En la fase de madurez fisiológica se utilizó la evaluación participativa por orden de preferencias, donde cada participante ordenó según sus preferencias a la cañahua tratado con los bioinsumos en la parcela, en el rendimiento se utilizó el mismo método de orden de preferencias, donde los evaluados en su mayoría prefirieron la que tenía mayor cantidad de grano.

#### Procedimiento para la evaluación del cultivo con agricultores

Una vez que el cultivo alcanzó la floración se procedió a reunir a los agricultores para que sean partícipes de la evaluación absoluta, para ello se seleccionaron 10 personas de ambos géneros en el campo del cultivo, y se llevó a preguntar a cada agricultor ¿Cómo le parece el tratamiento? En su lengua nativa, de manera verbal y la respuesta registrada en la planilla de la evaluación absoluta.

#### Evaluación absoluta en la fase de floración

La evaluación se llevó a cabo in situ donde el agricultor en calidad de calificador puede observar y dar razones a los tratamientos que están establecidos, y dar sus razones del porque el bioinsumo ayudó o no al cultivo de cañahua.

Antes de proceder con la evaluación con los agricultores, se les dio a conocer en que consiste la evaluación absoluta y también se los ha mostrado las lanillas con los emoticones de las caritas feliz, triste y serio con sus respectivas calificaciones.

#### Evaluación por orden de preferencias en la madurez fisiológica

PROINPA (2002), recomienda realizar las evaluaciones participativas de ordenamiento, cuando se tienen pocas alternativas (no más de siete) a ser evaluadas por los agricultores.

La evaluación participativa por orden de preferencias con los agricultores, para la respuesta de bioinsumos fue realizada en las etapas de madurez fisiología.

Primeramente, se hizo conocer a los agricultores quienes participaran en la calificación de ordenamiento, la dinámica de la evaluación que consiste en ordenar de acuerdo a su preferencia de cada agricultor.

Cada evaluador se le dio a conocer los tratamientos *in situ*, la información necesaria referida en cuanto al uso de los bioinsumos en la cañahua según a las inquietudes de cada agricultor.

Todos los participantes recorrieron todos los tratamientos de la parcela de investigación, y al finalizar el recorrido se le pidió al agricultor a que ordene de acuerdo a su preferencia los tratamientos, luego se procedió a preguntar las razones que tiene el agricultor sobre los tratamientos en el mismo leguaje nativo las razones del porque ha preferido como el mejor o viceversa.

# Resultados y análisis

## Variables climáticas

**Temperatura**

En el siguiente cuadro se muestra las temperaturas registradas en la estación meteorológica de Tiahuanaco, ya que es la más cercana y de similar contexto, estos datos fueron obtenidos de la página de SENAMHI 2019-2020.

**Tabla 3. Temperaturas promedio del municipio de Jesús de Machaca**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temperatura °C** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** |
| Temperatura Máxima °C | 14,4 | 14,1 | 15,2 | 16,4 | 17,4 | 17,9 | 17,2 | 15,1 | 15,5 | 15,4 | 15,2 | 15,3 |
| Temperatura media C° | 4,0 | 3,8 | 5,1 | 7,2 | 8,6 | 9,6 | 10,0 | 9,3 | 9,5 | 9,1 | 7,8 | 5,5 |
| Temperatura Mínima °C | -6,4 | -6,6 | -5,0 | -1,9 | 0,3 | 1,7 | 3,2 | 3,6 | 3,6 | 2,8 | 0,3 | -4,2 |

Fuente: SENAMHI 2019 - 2020.

La Tabla 3 muestra la temperatura registrada en la campaña agrícola 2019 – 2020, donde el ascenso de las temperaturas está en los meses de octubre y noviembre con una máxima de 17,9°C, estos mesen también coinciden con la época de siembra de la cañahua, la temperatura mínima registrada fue de -6,6°C que corresponde al mes de junio y la temperatura promedio anual en el municipio de Jesús de Machaca es de 7,5°C.

**Figura 4. Temperatura máxima, mínima y promedio del municipio de Jesús de Machaca.**

Fuente: Elaboración propia en base a SENAMHI 2019 – 2020.

En la figura 4, se muestra el comportamiento de las temperaturas en el municipio de Jesús de Machaca, siendo los meses críticos con heladas de junio a septiembre, de octubre las temperaturas mostraron una mejora, donde con ella se inician las labores de siembra.

**Precipitación**

Las precipitaciones de acuerdo a SENAMHI en la campaña agrícola 2019 - 2020, del municipio de Jesús de Machaca se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4. Precipitación registrada en el municipio de Jesús de Machaca.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Precipitación** **Total mm** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** |
| 23,8 | 47,0 | 0,0 | 66,3 | 46,2 | 97,4 | 147,2 | 215,7 | 283,4 | 283,7 | 81,9 | 15,3 |

Fuente: SENAMHI 2019-2020

En la Tabla 4, las primeras lluvias caen en junio en forma de nevadas, y estas precipitaciones dan el inicio a las preparaciones de los suelos, y las precipitaciones de octubre y noviembre facilitan con la siembra de la cañahua, y en los meses de enero a marzo se registraron lluvias mayores a 200 mm.

## Características del suelo experimental

El suelo de la parcela de investigación fue de clase textural franco arcillo arenoso, con una densidad aparente de 1,38 g/cm3, un pH del suelo de 7.68 y la materia orgánica del suelo fue de 2,02%.

## Análisis estadístico de las variables evaluadas

1. 1.
	2.

### Altura de planta

En la Tabla 5, se muestran resultados del análisis de varianza de la altura de planta, donde entre los bloques no existen diferencias significativas, lo cual el diseño pierde precisión, en los tratamientos se puede observar una diferencia significativa en la altura de planta, donde los bioinsumos aplicados tuvieron respuestas diferentes en la altura de planta. El coeficiente de variación es de 5.52% valor inferior al 30% que se considera confiable y aceptable para ensayos en campo.

**Tabla 5. Análisis de varianza para altura de planta.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **F.V.** | **GL** | **SC** | **CM** | **F** | **P-valor** |  |
| Bloques | 3 | 6,17 | 2,06 | 0,31 | 0,8202 | NS |
| Tratamientos | 3 | 193,67 | 64,56 | 9,62 | 0,0036 | \* |
| Error | 9 | 60,37 | 6,71 |  |  |  |
| Total | 15 | 260,2 |  |  |  |  |
| C.V. | 5,52% |  |  |  |  |  |

Fuente: Elaboración propia

NS = No significativo; \* = Significativo

En la Figura 5, se observa los promedios de altura de planta, donde la prueba de medias Duncan (5%) muestra que el T4 con la aplicación de *Azospirillum brasilense* y Vigortop Plus fue superior con 51.64 cm, donde estadísticamente es distinto al resto de los tratamientos respecto al T2 con *Azospirillum brasilense* con 47.91 cm, al T3 Vigortop Plus con 46.28 cm y al T1 (testigo) con 41.94 cm. Entre tanto el T2 *Azospirillum brasilense* y el T3 Vigortop Plus tienen efectos similares en la altura de planta.

**Figura 5. Altura de planta.**

Fuente: Elaboración propia.

El Tratamiento T4 con la aplicación de *Azospirillum brasilense* y Vigortop Plus fue el mejor tratamiento, debido a la presencia de fitohormonas, nutrientes y ácidos orgánicos que muestran ciertas propiedades microbiológicas que estimulan a un mayor desarrollo radicular y absorción de nutrientes del suelo, que influye en el crecimiento y desarrollo de la planta.

La aplicación del *Azospirillum brasilense* al momento de la siembra estimuló la emergencia de la cañahua, y la aplicación de Vigortop Plus al follaje permitió una mayor asimilación de los nutrientes por la planta, debido a que las hojas pequeñas están en continuo desarrollo, al respecto Chilon (1997), menciona que las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción que las hojas viejas.

Al comparar con los resultados de Ticona (2011), que reporta altura de plantas de 59.6 cm aplicando biol en el cultivo de cañahua. El resultado del presente trabajo fue inferior con una altura de planta de 51,64 cm que probablemente se deba al ambiente físico, a los factores climáticos, fertilidad del suelo, que favorecen al crecimiento y desarrollo del cultivo para obtener mayor altura de planta.

Mamani (2003), menciona que la altura de planta de la cañahua está asociada al número y longitud de ramas basales, lo que significa que a mayor número de ramas y con un desarrollo longitudinal, la planta presentara mayor altura.

### Diámetro de tallo

La Tabla 6, muestra que no existen diferencias significativas entre bloques como en los tratamientos, las condiciones del medio donde se desarrolló el cultivo fueron homogéneas donde se pierde precisión en el diseño, y los tratamientos son similares. El coeficiente de varianza de 9.44% se encuentra en el rango permitido, los resultados obtenidos se consideran aceptables y confiables en ensayos a campo abierto.

**Tabla 6. Análisis de varianza de diámetro de tallo.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **F.V.** | **GL** | **SC** | **CM** | **F** | **P-valor** |  |
| Bloques | 3 | 0,01 | 1,90E-03 | 0,51 | 0,6882 | NS |
| Tratamientos | 3 | 0,01 | 4,80E-03 | 1,28 | 0,3401 | NS |
| Error | 9 | 0,03 | 3,70E-03 |  |  |  |
| Total | 15 | 0,05 |  |  |  |  |
| C.V. | 9,44% |  |  |  |  |  |

Fuente: Elaboración propia

NS = No significativo

Los bioinsumos aplicados tuvieron similar efecto que el T1 (testigo) teniendo escaza diferencia de 0,69 mm con el T2 *Azospirillum brasilense*, donde estadísticamente no son diferentes.

Mamani (2017), en su investigación obtuvo el diámetro de tallo de mayor con la aplicación de abonos como el humus de lombriz, tricobal, vigortop, vigortop nitrogenado que van de 3,54 a 3,7 mm, en el ensayo se registró diámetro de tallo mayor de 6.81 mm al citado, esto se debe a los bioinsumos aplicados y los factores climáticos que favorecieron al desarrollo del cultivo.

### Número de ramas primarias

La Tabla 7, muestra diferencias significativas entre bloques, donde el diseño gana precisión, y entre los tratamientos existe diferencia significativa en el número ramas primarias, donde los bioinsumos tuvieron efectos favorables en el desarrollo de las ramas. El coeficiente de variación fue de 8.25% valor que se considera confiable y aceptable para ensayos en campo.

**Tabla 7. Análisis de varianza de número de ramas primarias.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **F.V.** | **GL** | **SC** | **CM** | **F** | **P-valor** |  |
| Bloques | 3 | 4,05 | 1,35 | 6,86 | 0,0106 | \* |
| Tratamientos | 3 | 3,05 | 1,02 | 5,17 | 0,0238 | \* |
| Error | 9 | 1,77 | 0,20 |  |  |  |
| Total | 15 | 8,87 |  |  |  |  |
| C.V. | 8,25% |  |  |  |  |  |

Fuente: Elaboración propia

\* = Significativo

La Figura 6, se observa los promedios de numero de ramas primarias, donde la prueba de medias Duncan (5%) muestra que el T2 con la aplicación de (*Azospirillum brasilense*) fue mayor con 5 ramas en promedio, y estadísticamente es distinto al resto de los tratamientos respecto al T3 con (Vigortop Plus), al T4 con (*Azospirillum brasilense* y Vigortop) Plus con 5 ramas primarias y al T1 (testigo) con 4 ramas primarias.

**Figura 6. Representación de número de ramas primarias.**

Fuente: Elaboración propia.

Mamani (2018), menciona que las ramas primarias son 4 ramas basales denominados tetra rameal decusada por las cuatro ramas en cruz en la base de la planta, al respecto Apaza (2010), menciona que las ramas primarias en la madurez fisiológica varían de 11 a 16 según el ecotipo, los resultados reportados en la presenta investigación están en el rango de los resultados medidos por el autor citado.

### Longitud de hoja

En la Tabla 8, de análisis de varianza se aprecia que no existen diferencias significativas entre bloques, donde se pierde precisión en el diseño, en los tratamientos existe una diferencia significativa en longitud de hoja, donde la aplicación de los bioinsumos tuvo efectos en el desarrollo de la longitud de hoja. El coeficiente de variación fue de 7.85% valor que se considera confiable y aceptable.

**Tabla 8. Análisis de varianza de longitud de hoja.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **F.V.** | **GL** | **SC** | **CM** | **F** | **P-valor** |  |
| Bloques | 3 | 0,01 | 3,40E-03 | 0,08 | 0,9666 | NS |
| Tratamientos | 3 | 0,47 | 0,16 | 3,97 | 0,0467 | \* |
| Error | 9 | 0,36 | 0,04 |  |  |  |
| Total | 15 | 0,84 |  |  |  |  |
| C.V. | 7,85% |  |  |  |  |  |

Fuente: Elaboración Propia

NS = No significativo; \* = Significativo

la Figura 7, se observa las medias de la longitud de hoja con, donde la prueba de medias Duncan (5%) muestra que el T4 con la aplicación de (*Azospirillum brasilense* y Vigortop Plus) fue superior con 2,74 cm en promedio, y estadísticamente es distinto al resto de los tratamientos respecto al T2 con (*Azospirillum brasilense),* al T3 con (Vigortop Plus) y al T1 (Testigo) con una diferencia de 0,47 cm entre el T1 y T4.

La presencia de fitohormonas, nutrientes y ácidos orgánicos en los bioinsumos muestran propiedades que influyen en el crecimiento y desarrollo de la planta.

**Figura 7. Representación de la longitud de hoja.**

Fuente: Elaboración propia.

En los tratamientos aplicados con los bioinsumos *Azospirillum brasilense,* Vigortop Plus en la parcela se evidencio el incremento de la pigmentación a verde intensa asemejándose al color verde de alfalfa esto se debe presencia de fitohormonas, nutrientes y ácidos orgánicos que muestran ciertas propiedades microbiológicas además de bacterias fijadoras de nitrógeno favorecieron en el crecimiento y desarrollo de la planta.

Al respecto Mamani (2018), menciona en su libro “la cañahua, grano milenario de los Andes” que las longitudes de hoja varían de 4 a 10 mm, en el ensayo se obtuvo longitud de hoja superior a lo mencionado de 2.74 cm, esto debido a la aplicación de los bioinsumos como el *Azospirillum brasilense* y Vigortop Plus.

###  Longitud de peciolo

En la Tabla 9, se muestra el análisis de varianza de la variable longitud de peciolo.

**Tabla 9. Análisis de varianza de longitud de peciolo.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **F.V.** | **GL** | **SC** | **CM** | **F** | **P-valor** |  |
| Bloques | 3 | 0,06 | 0,02 | 1,08 | 0,4067 | NS |
| Tratamientos | 3 | 0,28 | 0,09 | 4,7 | 0,0307 | \* |
| Error | 9 | 0,18 | 0,02 |  |  |  |
| Total | 15 | 0,52 |  |  |  |  |
| C.V. | 9,69% |  |  |  |  |  |

Fuente: Elaboración propia

NS = No significativo; \* = Significativo

En la Tabla 9 se aprecia que no existen diferencias significativas entre los bloques, lo cual el diseño pierde precisión, entre los tratamientos se puede observar una diferencia significativa en la longitud de peciolo, lo que indica que la aplicación de los bioinsumos ayudó al cultivo favoreciendo el desarrollo de la longitud de hoja. El coeficiente de variación es de 9.69% valor que se considera confiable y aceptable para ensayos en campo.

En la Figura 8, se puede apreciar el desarrollo de la longitud de peciolo aplicadas con bioinsumos, donde la prueba de medias Duncan (5%) divide en 2 grupos, donde el grupo A con mayor longitud de peciolo, que fue aplicado *Azospirillum brasilense* T2 con 1.57 cm y T4 *Azospirillum brasilense* con 1.54 cm, el siguiente grupo B de los tratamientos T3 (Vigortop Plus) y T1 (Testigo) estadísticamente tienen la longitud de peciolo similares. La presencia de fitohormonas, nutrientes y ácidos orgánicos en los bioinsumos muestran ciertas propiedades microbiológicas que influye en el crecimiento y desarrollo de la planta, también las condiciones de las precipitaciones ayudaron a estimular con el desarrollo de cultivo teniendo al testigo T1 con similares longitudes que el tratamiento T3.

**Figura 8. Representación de la longitud de peciolo.**

Fuente: Elaboración propia

En la misma Figura se puede observar que los tratamientos aplicados con bioinsumos muestran una superioridad frente al testigo, esto se debe a que los bioinsumos tienen propiedades que estimulan a la absorción de los nutrientes por medio de las bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre.

Mamani (2018), indica que la longitud de peciolo varía de 3 a 8 mm de largo, en el ensayo se obtuvo una longitud de peciolo de 1.57 cm que es superior a lo citado, esto se debe al uso de bioinsumos como el *Azospirillum brasilense*, también se evidencio que las condiciones climáticas fueron favorables en la etapa de desarrollo del cultivo.

### Longitud de raíz

La siguiente Tabla 10, se muestra el análisis de varianza de la longitud de raíz.

**Tabla 10. Análisis de varianza de la longitud de la raíz.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **F.V.** | **GL** | **SC** | **CM** | **F** | **P-valor** |  |
| Bloques | 3 | 12,27 | 4,09 | 2,05 | 0,1767 | NS |
| Tratamientos | 3 | 5,13 | 1,71 | 0,86 | 0,4967 | NS |
| Error | 9 | 17,91 | 1,99 |  |  |  |
| Total | 15 | 35,3 |  |  |  |  |
| C.V. | 12,30% |  |  |  |  |  |

Fuente: Elaboración propia

NS = No significativo

En la Tabla 10, se aprecia que no existen diferencias significativas entre los bloques, lo cual el diseño pierde precisión, entre los tratamientos no se encuentra diferencias significativas, lo que nos indica que la aplicación de los bioinsumos no tuvo efecto favorable en la longitud radicular y fue similar al testigo T1. El coeficiente de variación es de 12.30% valor que se considera confiable y aceptable para ensayos en campo.

La longitud de raíz aplicado con bioinsumos no muestra efectos claros estadísticamente, Mamani (2018), al respecto menciona que la raíz de la cañahua es de tipo pivotante pero su desarrollo no sobrepasa los 20 cm de profundidad, en la investigación del presente trabajo las raíces desarrollaron una profundidad de los 12 cm, es debido a las precipitaciones favorables en el ciclo agrícola.

### Número de raíces secundarias

En la Tabla 11, se muestra el análisis de varianza del número de raíces secundarias registrada en campo.

**Tabla 11. Análisis de varianza de las raíces secundarias.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **F.V.** | **GL** | **SC** | **CM** | **F** | **P-valor** |  |
| Bloques | 3 | 19,24 | 6,41 | 4,26 | 0,0393 | **\*** |
| Tratamientos | 3 | 29,54 | 9,85 | 6,55 | 0,0122 | **\*** |
| Error | 9 | 13,54 | 1,5 |  |  |  |
| Total | 15 | 32,32 |  |  |  |  |
| C.V. | 16,58% |  |  |  |  |  |

Fuente: Elaboración propia

\* = Significativo

En la Tabla 11, se aprecian que existen diferencias significativas entre bloques, lo cual indica que el diseño gana precisión, entre los tratamientos se puede observar una diferencia significativa en el número de raíces secundarias, que indica que los bioinsumos aplicados tuvieron efectos favorables en el desarrollo radicular. El coeficiente de variación es de 16.58% valor que se considera confiable y aceptable para ensayos en campo.

En la Figura 9, la prueba de medias Duncan al 5% se observa mayor número de raíces secundarias con la aplicación de los bioinsumos, donde las cañahuas aplicadas bioinsumo mostraron mayor desarrollo radicular en las raíces secundarias teniendo al Vigortop Plus T3 con 8 raíces secundarias estadísticamente diferentes del testigo siendo del grupo A, el tratamiento testigo T1 se puede apreciar que tiene el menor con 4 número de raíces secundarias, la diferencia es debido a la aplicación de los bioinsumos que tienen fitohormonas, nutrientes y ácidos orgánicos que muestran ciertas propiedades microbiológicas que estimulan al desarrollo de las raíces secundarias lo que permite mayor absorción de agua y nutrientes y fortaleciendo al desarrollo de la planta.

**Figura 9. Representación gráfica de las raíces secundarias.**

Fuente: Elaboración propia

Mamani (2018), complementa que las raíces laterales pueden desarrollarse cruzando los surcos vecinos lo que permite la sobrevivencia a las baja precipitaciones. Pero en la investigación se evidenció que las precipitaciones fueron favorables y el trabajo fue realizado en la parcela del agricultor con la tercera campaña del cultivo de cañahua.

### Rendimiento en grano

La siguiente Tabla 12, muestra el análisis de varianza de la variable rendimiento.

**Tabla 12. Análisis de varianza de rendimiento obtenido con bioinsumos.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **F.V.** | **GL** | **SC** | **CM** | **F** | **P-valor** |  |
| Bloques | 3 | 3302,07 | 1100,69 | 0,19 | 0,9005 | NS |
| Tratamientos | 3 | 58356,12 | 19452,04 | 3,36 | 0,0688 | \* |
| Error | 9 | 52094,23 | 5788,25 |  |  |  |
| Total | 15 | 113752,42 |  |  |  |  |
| C.V. | 14,51% |  |  |  |  |  |

Fuente: Elaboración propia

NS = No significativo; **\*** = Significativo

La Tabla 12, del análisis de varianza se aprecian que no existen diferencias significativas entre los bloques, lo cual nos indica que el diseño pierde precisión, entre los tratamientos se puede observar una diferencia significativa en rendimiento, este resultado nos indica que los bioinsumos aplicados a la cañahua respondieron favorablemente en el rendimiento. El coeficiente de variación es de 14.51% valor que se considera confiable y aceptable para ensayos en condiciones de campo.

**Figura 10. Rendimiento obtenido con la aplicación de bioinsumos.**

Fuente: Elaboración propia

La prueba de medias Duncan al 5% se observa que el rendimiento de la cañahua con la aplicación de bioinsumos obtuvo rendimientos mayores con la aplicación de *Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus T4 con un rendimiento promedio de 2402.50 kg/ha , estadísticamente diferente a los tratamiento T1, T2 y T3, y el testigo T1 con rendimiento promedio de 1860.00 kg/ha obtuvo el menor rendimiento, los bioinsumos como se observa en la Figura 10, muestran superioridad en el rendimiento frente al testigo, debido a la composición de los bioinsumos que tienen fitohormonas, nutrientes y ácidos orgánicos, húmicos y fúlvicos que muestran ciertas propiedades microbiológicas como las bacterias que estimulan al desarrollo de la planta

Mamani (2018), menciona que los rendimientos en las parcelas donde se realizan investigaciones con diferentes fines obtienen hasta 3000 kg/ha mientras tanto en la parcela del agricultor estos rendimientos oscilan de 550 a 750 kg/ha.

Al comparar con Ticona (2011), que obtuvo con la aplicación de biol, fertisol rendimientos de 2677.5 y 2495 kg/ha y Mamani (2017), que obtuvo rendimiento de 178,48 kg con la aplicación de Humus de lombriz + tricobal + vigortop. Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación de 2402.50 kg/ha con la aplicación de *Azospirillum brasilense* + Vigortop T4 están en el rango de rendimientos obtenidos por Ticona y Mamani.

### Índice de cosecha

La Tabla 13, muestra el análisis de varianza del índice de cosecha obtenida en campo.

**Tabla 13. Análisis de varianza de índice de cosecha.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **F.V.** | **GL** | **SC** | **CM** | **F** | **P-valor** |  |
| Bloques | 3 | 1,10E-03 | 3,70E-04 | 0,97 | 0,448 | NS |
| Tratamientos | 3 | 8,20E-04 | 2,70E-04 | 0,71 | 0,5697 | NS |
| Error | 9 | 3,50E-03 | 3,80E-04 |  |  |  |
| Total | 15 | 0,01 |  |  |  |  |
| C.V. | 6,86% |  |  |  |  |  |

Fuente: Elaboración propia

NS = No significativo

En la Tabla 13, de análisis de varianza se aprecia de que no existen diferencias significativas entre los bloques, lo cual el diseño pierde precisión, en los tratamientos de igual manera no se encuentra diferencias significativas, lo que nos indica que las aplicaciones de los bioinsumos no tuvieron efecto en el índice de cosecha. El coeficiente de variación es de 6.86% valor que se considera confiable y aceptable para ensayos en campo.

El efecto de los bioinsumos en el índice de cosecha fue insignificante, aunque se puede observar al tratamiento testigo T1 con 0.30 tuvo el mayor índice de cosecha y con respecto al *Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus T4 con 0.27, al aplicar Vigortop Plus T3 y *Azospirillum brasilense* T2 se tiene índice de cosecha de 0.2, estos resultados son debido a que los biofertilizantes tienen la característica de ser más productoras de follaje por las propiedades que estimulan al desarrollo de hojas, tallos y ramas.

Al respecto Quispe (2003), indica que el índice de cosecha representa la cantidad de materia seca total producida con respecto al grano obtenido; índice de cosecha mayor a 0.3 indica que el total del peso seco de la planta 30% es grano y 70% broza, donde se puede decir que el índice de cosecha es el porcentaje del peso que realmente se aprovecha.

Al comparar con Ticona (2011), que obtuvo índice de cosecha en el tratamiento testigo fue 0.34 y con la aplicación de Vigortop obtuvo índice de cosecha de 0.28. en el presente trabajo de investigación el testigo registro índice de cosecha de 30% que será aprovechable como grano y el 70% que corresponde a los restos de la planta como la broza, en cambio en los tratamientos T2 y T3 fueron de 29% y T4 de 27% de grano aprovechable.

## EVALUACIÓN PARTICIPATIVA

* 1.

### Evaluación absoluta de bioinsumos en la fase de floración

La participación de los agricultores en campo, fue realizada con un grupo de agricultores tomando en cuenta la equidad de género siguiendo la metodología de la “evaluación absoluta”, cuya planilla de evaluación llevaba los emoticones con sus respectivos puntajes (Figura 11).

**Figura 11. Formato de “Evaluación Absoluta”.**

| **Tratamiento**(Alternativa tecnológica) | **Puntaje y Razones** |
| --- | --- |
| **Bueno = 5** | **Regular = 3** | **Malo = 1** |
|  |  |  |  |

Fuente: PROINPA 2019

Cada agricultor fue llevado a cada Tratamiento en la parcela, donde las opiniones y las calificaciones fueron registradas en la planilla de la “evaluación absoluta” Figura 11, y el promedio de calificaciones de 10 agricultores se muestra en la Tabla 14.

**Tabla 14. Calificaciones de la evaluación absoluta en floración.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tratamientos** | **Calificación** | **Orden de Importancia** |
| T2*Azospirillum brasilense* | 44 | 1 |
| T4*Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus | 42 | 2 |
| T3Vigortop Plus | 38 | 3 |
| T1Testigo  | 38 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 14, se pueden apreciar que el tratamiento con *Azospirillum brasilense* T2 obtuvo una calificación de 44 puntos siendo el mejor bioinsumo para los agricultores, los tratamientos con Vigortop Plus T3 y el testigo T1 fueron calificados como el menos preferido ocupando el último lugar con 38 puntos.

En la Figura 14, muestra que el tratamiento T2 obtiene la mayor calificación favorable, donde los aspectos positivos más sobresalientes mencionados por los agricultores incluyen, la buena formación de la altura de planta con mayor cobertura foliar y la mayor cantidad que se tiene en la parcela, el tratamiento con *Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus T4 quedo en el segundo lugar con una calificación de 42 puntos y los tratamientos con Vigortop Plus T3 y el testigo T1 obtuvieron un empate en la calificación de 38 puntos siendo los menos preferidos por los agricultores.

Un aspecto importante que fue mencionado durante la “evaluación absoluta”, fue la forma de aplicación de los bioinsumos, donde el *Azospirillum brasilense* resultó ser la más preferida por la forma de aplicación al momento de la siembra al respecto de Vigortop Plus.

**Figura 12. Criterios de los agricultores sobre los bioinsumos. Aplicados.**

Fuente: Elaboración propia

En la misma Figura 12, se observa los tratamientos con Vigortop Plus T3 y el testigo T1, que llevan el mismo puntaje donde las razones fueron que las plantas son pequeñas con menor cobertura foliar y la des uniformidad de crecimiento en la cañahua.

La Tabla 15, muestra el número de entrevistas y las calificaciones de los agricultores.

**Tabla 15. Número de entrevistas y puntajes del efecto de bioinsumos en la cañahua de la comunidad de Jancohaque Abajo Municipio de Jesús de Machaca**

| **Alternativa de bioinsumos** | **Puntaje/N° de agricultores (10)** | **Puntaje total** | **Orden** |
| --- | --- | --- | --- |
| Silveria | Catalina | Carlota | Rosalía | Zenobio | Ubaldo | Alejandro | Policarpio | Eduarda | Bernarda |
| T2*Azospirillum brasilense* | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 44 |  1 |
| T4Azospirillum + Vigortop Plus | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 42 | 2  |
| T3Vigortop Plus | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 3 | 38 | 3  |
| T1Testigo | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 3 | 1 | 38 | 3  |

Fuente: Elaboración propia

Asignación de puntajes: Buena = 5; Regular = 3; Mala = 1

En la Tabla 15, se aprecia que los bioinsumos aplicados en la cañahua tienen una diferente percepción por los agricultores, los tratamientos con *Azospirillum brasilense* T2 y T4 *Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus alcanzaron el mayor puntaje de 44 y 42 puntos, respectivamente, principalmente por las características positivas y la respuesta positiva que percibió el agricultor, y los tratamientos Vigortop Plus T3 y Testigo T1 alcanzaron un puntaje de 38, por las características agronómicas menos esperadas por los agricultores.

Es importante mencionar que la evaluación absoluta es una técnica para clasificar los bioinsumos como buenas, regulares o malas donde el agricultor manifiesta su agrado o desagrado sobre cada tratamiento empleado, y para ello se mencionan algunas opiniones textuales, vertidas por agricultores, respecto al uso de los bioinsumos evaluados.

Versión de agricultor Zenobio Inda sobre el tratamiento T2 con *Azospirillum brasilense:* *“la cañahua se ha producido desde los ancestros, pero con lo que se podía, uno de los bioinsumos que ayudo mucho a la cañahua fue Azospirillum brasilense porque las plantas emergieron uniformes y vigorosas, y se ha mantenido toda la fase vegetativa, con ello se asegura una mitad de la cosecha, la otra mitad estará determinada por las heladas y granizo”.*

Ubaldo Inda agricultor, en su comentario sobre el Tratamiento T4 con (*Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus) indica que: *“con la aplicación de bioinsumos las plantas de cañahua crecieron uniformes con buen porte.*

 Comentario de Policarpio Chacón sobre el Tratamiento T3 con Vigortop Plus: fue *“el bioinsumo ayudo a recuperarse a la planta de las heladas y granizos que afectaron en su ciclo vegetativo se puede decir que evita el estrés en la planta y mantiene verde intenso hasta la madurez”.*

Eduarda, verte sus opiniones sobre el Testigo: *“la cañahua sin usar nada no crece bien, cuando hay* ***lapaka*** *(escases de lluvia o sequia temporal) muchas plantas se marchitan porque no hay algo que le ayude, y esto conlleva a que las plantas son pequeñas”.*

### Evaluación de bioinsumos en la fase de madurez fisiológica por orden de preferencias

La evaluación se realizó en campo con grupos de agricultores tomando en cuenta la equidad de género siguiendo la metodología de la “evaluación participativa por orden de preferencias”, donde en la planilla de registro lleva la identificación del agricultor; comunidad o lugar donde se realiza la evaluación; cultivo a ser evaluado; título del ensayo; nombre del entrevistador y la fecha de ejecución, como se muestra en la Tabla 16.

**Tabla 16. Formato de la evaluación por Orden de Preferencias.**

|  |
| --- |
| Evaluación participativa Orden de Preferencias |
|  |  |  |  |
| Agricultor | : | Cultivo | : |
| Entrevistador | : | Comunidad | : |
| Fecha | : | Ayllu | : |
|  |  |  |  |
| **Tratamiento** | **Grupo** | **Orden de preferencias** | **Razones** |
|   |   |   |   |

Fuente: PROINPA 2019

Luego de hacer el recorrido con el agricultor por los tratamientos en la parcela se le pidió que las ordene las diferentes alternativas físicamente señalando cada Tratamiento, y se las registro en la planilla de la “evaluación por orden de preferencias”, completando con algunas preguntas del porque lo considera como preferido.

**Tabla 17. Calificación de los agricultores por orden de preferencias en la comunidad de Jancohaque Abajo del Municipio de Jesús de Machaca.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Alternativa de Bioinsumos** | **Puntaje/N° de Agricultores (10)** | **Puntaje Total** |
| Policarpio | Alfonso | Ubaldo | Lucia | Cristina | Bernarda | Florentino | Cansio | Juliana | Wilson |
| T1Testigo | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 4 | 4 | 21 |
| T4*Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 25 |
| T3Vigortop Plus | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 26 |
| T2*Azospirillum brasilense* | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 28 |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 17, se aprecia el puntaje asignado por los agricultores de acuerdo al orden de preferencias, donde se especifica el valor con el que cada tratamiento con bioinsumo fue calificada en la fase de floración. De acuerdo a la metodología descrita anteriormente el agricultor ordenó los tratamientos según su preferencia desde el primer lugar hasta el cuarto, una vez identificado este orden, al bioinsumo que ocupo el primer lugar se le asignó el puntaje más alto, en este caso 4, al segundo lugar 3, al tercer lugar 2, y al cuarto lugar la calificación de 1.

Durante la evaluación in situ cada agricultor evaluador hizo un recorrido por los tratamientos y al finalizar se le pregunto ¿Por qué el bioinsumo aplicado ocupa el primer lugar? ¿Por qué la cañahua aplicada con otro bioinsumos está en segundo lugar? Y así sucesivamente para cada tratamiento y en la columna de las razones se anotaron textualmente las razones del porque el orden de los agricultores.

la Figura 13, muestra las calificaciones de los agricultores sobre el efecto de los bioinsumos en la cañahua, la que obtuvo mayor preferencia fue le tratamiento con *Azospirillum brasilense* T2 con una calificación de 28 puntos donde la mayoría estuvo conforme con el uso de este bioinsumo, los tratamientos con Vigortop Plus T3 y T4 *Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus obtuvieron calificaciones de 26 y 25 respectivamente y la menos preferida fue el tratamiento Testigo T1 con una calificación de 21 puntos.

**Figura 13. Calificación a los bioinsumos por los agricultores.**

Fuente: Elaboración propia

Las razones por el cual calificaron los agricultores la respuesta de los bioinsumos utilizados en la fase de la madurez fisiológica de la cañahua se muestra en el siguiente Tabla 18.

**Tabla 18. Razones de los agricultores sobre el efecto de lo bioinsumos en la madurez fisiológica**.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Alternativa de Bioinsumos** | **Orden de Preferencia** | **Razones** |
| T2*Azospirillum brasilense* | 1 | Plantas con buen crecimiento y coloración uniforme que facilita usar maquinas cegadora en la cosecha, y también hace combatir a la helada y al exceso de lluvias. |
| T3Vigortop Plus | 2 | Con una coloración poca variante en la maduración en la parcela y con plantas aptas para la cosecha. |
| T4*Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus | 3 | Buen crecimiento de la planta que combate con los factores adversos de clima de la región, y una maduración adelantada. |
| T1Testigo | 4 | Plantas medianas a pequeñas, con pintado de la coloración de la madurez variada. |

Fuente: Elaboración propia

### Evaluación por Orden de Preferencias en el rendimiento de la cañahua.

Para la evaluación de rendimiento de la cañahua se tomaron muestras de un área mínima de metro cuadrado, se trillaron por separado y se las llevaron a los agricultores para que lo realicen la evaluación por orden de preferencias, conde ordenaron físicamente según sus preferencias de primer lugar a ultimo, posteriormente los criterios del porque fueron registradas en la planilla de la evaluación con las percepciones de la aceptación o rechazo de los bioinsumos propuestos, según la metodología descrita anteriormente.

El puntaje asignado por los agricultores se muestra en la Tabla 19, de acuerdo a las preferencias del efecto de los bioinsumos.

**Tabla 19. Calificación de los Agricultores por Orden de Preferencias en el rendimiento de Cañahua**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Alternativa de Bioinsumos** | **Puntaje/N° de Agricultores (10)** | Puntaje Total |
| Daysi | Cipriano | Reyna | Cristina | Bernarda | Alfonzo | Segundino | Policarpio | Ubaldo | Florentino |
| T1Testigo | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 14 |
| T3Vigortop Plus | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 16 |
| T2*Azospirillum brasilense* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 30 |
| T4*Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 40 |

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 19, muestra el puntaje asignado por los agricultores de acuerdo al orden de preferencias, donde se especifica el valor con el que cada tratamiento fue calificada en el rendimiento de la cañahua, de acuerdo a la metodología de orden de preferencias, donde el agricultor ordenó desde el primer lugar hasta el cuarto, una vez identificado este orden, el bioinsumo que ocupó el primer lugar se le asignó el puntaje más alto, en este caso 4 (buena), al segundo lugar 3 (buena), al tercer lugar 2 (regular), y al cuarto lugar la calificación de 1 (mala).

La evaluación se realizó en campo una vez obtenido el grano limpio haciéndolos recorrer por todos los tratamientos haciéndolos observar, tocar y pesar el grano cosechado de cañahua, luego se le pidió al agricultor a que ordenase por el orden de su preferencia, luego se hicieron preguntas del ¿Por qué la cañahua aplicada con uno de los bioinsumos está en primer lugar? ¿Por qué la cañahua aplicada con otro bioinsumo está en segundo lugar? Y así sucesivamente para cada tratamiento y en la columna de las razones se anotaron textualmente las razones del porque el orden de los agricultores.

En la Tabla 20 se muestra las razones de los agricultores sobre el efecto de la aplicación de los bioinsumos en la obtención de grano de cañahua y la preferencia de los tratamientos con bioinsumos.

**Tabla 20. Orden y razones de evaluación participativa en el rendimiento de cañahua en Jancohaque Abajo Jesús de Machaca.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tratamientos** | **Orden de Preferencia** | **Razones** |
| T4*Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus | 1 | El tratamiento T4 ha tenido mejor producción de cañahua, granos medianos a grandes que pueden ser comercializados y también el consumo familiar, estos bioinsumos ayudan aumentar a la cosecha por que los granos se han formado bien en la planta con granos bien desarrollados. |
| T2 *Azospirillum brasilense* | 2 | El *Azospirillum brasilense* T2 ayuda a obtener mayor producción casi similar al T4 donde el tamaño de los granos es el mismo con granos de medianos a grandes, la ventaja de usar este producto es que se aplica al momento de la siembra no se fumiga. |
| T3Vigortop Plus | 3 | El rendimiento es menor que el T4 y T2, el Vigortop Plus no ha ayudado mucho en la producción, los granos son medianos y tiene hojas. |
| T1 Testigo | 4 | Menor rendimiento, el grano es pequeño y la cosecha es lo normal como los años anteriores no se mejora nada en la obtención de granos de cañahua, en el venteo el viento se lleva a las cañahuas y sale más ***ch'usu*** por eso se obtiene poca producción y la cosecha es bajo. |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 20, los agricultores mencionan que el bioinsumo que se adapta mejor en su labor cotidiano en la producción de cañahua es el *Azospirillum brasilense* + Vigortop Plus T4, por el mayor rendimiento, el segundo tratamiento aceptado fue el *Azospirillum brasilense* T2 que obtuvo un rendimiento aceptable, también la forma de aplicación juntamente con la semilla al momento de la siembra influyó en la percepción de los agricultores, el tratamiento con Vigortop Plus T3 no tuvo una buena aceptación en el rendimiento y se posesionó como el tercer lugar como se muestra en el Cuadro 24, y finalmente el menos preferido es el tratamiento Testigo T1 para los hermanos agricultores este tratamiento les sirvió para comparar con el resto de las cañahua que fueron aplicados diferentes bioinsumos.

Es importante mencionar que las evaluaciones ayudaron mucho a los agricultores en determinar que los bioinsumos tienen características interesantes para conservar y recuperar suelos con cultivos de cañahua como a mejorar la producción de manera amigable con el medio ambiente. A continuación, se mencionan algunas opiniones textuales, vertidas por agricultores, respecto al uso de los bioinsumos evaluados en las fases de la madurez fisiología y rendimiento en grano.

El comentario de Rodolfo Layme sobre el tratamiento Testigo T1. “*cuando el cultivo no tiene algo que le ayude no rinde bien, esto debe ser por las hormonas vegetales que necesita una planta para mostrar su potencial productivo”.*

La versión de Zenobio Inda con respecto del *Azospirillum brasilense* T2 *“el azospirillum hay que sembrar en su punto para que los microorganismos fijadores de nitrógeno no desvanezcan, este producto orgánico ayuda a expresar su potencial al cultivo y por tanto suben los rendimientos”.*

El comentario de Ubaldo con respecto al Vigortop Plus tratamiento T3 fue lo siguiente *“el Vigortop Plus ayuda a la planta de mantener la coloración del follaje, y en el rendimiento no ha sido como se esperaba, sino que salió más jipi”.*

La versión de Bernarda Vargas con respecto al *Azospirillum brasilense* y Vigortop Plus tratamiento T4 “*el efecto de los bioinsumos en la cañahua ha sido muy favorable en la maduración se pudo observar la uniformidad de la coloración, también ha aumentado la cosecha que es donde ha mostrado sus características de la planta”.*

8. Conclusiones

 Para el rendimiento de cañahua se obtuvieron valores altos con la aplicación de *Azospirillum brasilense* con Vigortop Plus T4 fue la que registró el mayor rendimiento en grano de 2402.5 kg/ha seguido por el tratamiento con *Azospirillum brasilense* 2266.25 Kg/ha respectivamente, y el tratamiento T3 obtuvo mayor cantidad de broza (*jipi)* donde se puede evidenciar la estimulación de Vigortop Plus.

En la evaluación participativa con agricultores en rendimiento de cañahua por orden de preferencias, el tratamiento con *Azospirillum brasilense* y Vigortop Plus T4 fue la más preferida debido a la mayor cantidad de grano obtenido frente al resto de los tratamientos, el segundo tratamiento fue *Azospirillum brasilense* T2, y el tratamiento Testigo recibió una preferencia negativa quedando último lugar, pero el testigo fue clave para el agricultor para que pueda realizar las comparaciones con el resto de los tratamientos.

En general los bioinsumos aplicados en la cañahua mostraron una respuesta favorable en la cañahua con respecto al testigo, constituyéndose en una alternativa para los agricultores de la comunidad de Jancohaque Abajo del municipio de Jesús de Machaca, por los criterios de incremento en los rendimientos en los campos de cultivo.