



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA

**“Evaluación de dosis de NPK-Ca en la producción de arveja (*Pisum sativum*
var. Quantum)”**

DOCUMENTO FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
COMO REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO

AUTOR:

ORLI EFRÉN GUERRERO GUANO

TUTOR:

ING. JOSÉ HERNÁN ZURITA VÁSQUEZ, MG.

CEVALLOS – ECUADOR

2023

**“Evaluación de dosis de NPK-Ca en la producción de arveja (*Pisum sativum*
var. Quantum)”**

REVISADO Y APROBADO POR:

Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg.
TUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

15/03/2023

Ing. Oscar Patricio Núñez Torres, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

15/03/2023

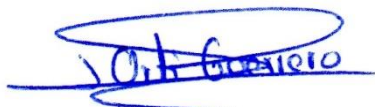
Ing. Rita Cumandá Santana Mayorga, Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

15/03/2023

Ing. Segundo Euclides Curay Quispe, Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORÍA

El suscrito, ORLI EFREN GUERRERO GUANO, portador de cedula de ciudadanía número: 1804594370, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “EVALUACIÓN DE DOSIS DE NPK-CA EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA (*Pisum sativum* var. Quantum)” es original, autentico y personal. En tal virtud declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



Orli Efrén Guerrero Guano

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “EVALUACIÓN DE DOSIS DE NPK-CA EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA (*Pisum sativum* var. Quantum)” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



Orli Efrén Guerrero Guano

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con mucho amor y cariño a mi Elohim “Yahweh”, a mis queridos padres: Olga y Flavio, a mis hermanos: Edwin, Rolando, Freddy y Alexander, a mis cuñadas: Gisela, Mayra, Liliana y Doris, a mis sobrinos: Jeremy, Génesis, José, Jennifer y Axel, y a mi novia Carolina; quienes formaron parte de mi motivación para seguir adelante y culminar mis estudios en esta hermosa Carrera de Agronomía. Me siento muy dichoso de la meta que he alcanzado con esfuerzo y dedicación, gracias a todos por involucrarse en esta bonita etapa de mi vida,

Orli Efrén Guerrero Guano

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco infinitamente a Elohim; el Creador del universo por regalarme salud, sabiduría e inteligencia para desenvolverme de la mejor manera en la Carrera, por otra parte, agradezco a mis queridos padres: Olga y Flavio, por ser el pilar fundamental en el transcurso de mi vida, por enseñarme un sin fin de valores, entre ellos: la humildad, el respeto, la honestidad y la honradez con lo que me han forjado para ser un hombre de bien, a más de ello, me han brindado el sustento económico fundamental para lograr mi objetivo; al resto de mis familiares y a mi novia por brindarme el constante apoyo moral que me ha permitido llegar a la meta anhelada.

También, extendiendo un profundo agradecimiento al Ing. Hernán Zurita quien fue mi tutor de tesis, por todos los consejos y un amplio cúmulo de conocimientos que me ayudaron a culminar con éxito este proyecto.

Finalmente, quiero agradecer de una manera muy especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato por haberme abierto sus puertas para conseguir un grado más en mi formación académica, y a todos mis docentes quienes me impartieron cátedra de sus grandes saberes y experiencias.

Orli Efrén Guerrero Guano

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

AUTORÍA	ii
DERECHOS DE AUTOR.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO.....	1
Introducción	1
1.1 Antecedentes Investigativos	2
1.1.1 Origen.....	4
1.1.2 Taxonomía y morfología de la planta.....	5
1.1.3 Características morfológicas de la flor.....	5
1.1.3.1 Cáliz	6
1.1.3.2 Corola.....	6
1.1.3.3 Estambres	6
1.1.3.4 Pistilo.....	6
1.1.4 Requerimientos edafoclimáticos	7
1.1.4.1 Altitud.....	7
1.1.4.2 Temperatura.....	7
1.1.4.3 Suelos	7
1.1.5 Manejo del cultivo.....	7
1.1.5.1 Preparación del terreno.....	7
1.1.5.2 Siembra.....	8
1.1.5.3 Riego	8
1.1.5.4 Fertilización.....	8
1.1.5.5 Control de malezas	9

1.1.5.6	Cosecha y trilla.....	9
1.1.6	Fenología del cultivo de arveja	9
1.1.6.1	Pregerminación.....	10
1.1.6.2	Germinación	10
1.1.6.3	Formación de hojas reales	10
1.1.6.4	Desarrollo vegetativo	10
1.1.6.5	Floración.....	10
1.1.6.6	Fructificación	11
1.1.6.7	Maduración de frutos	11
1.1.7	Plagas.....	11
1.1.7.1	Áfidos o Pulgones	11
1.1.7.2	Trips	11
1.1.7.3	Mosca minadora	12
1.1.7.4	Gusanos trozadores	12
1.1.8	Enfermedades	12
1.1.8.1	Oídio o Mildiu polvoso	13
1.1.8.2	Antracnosis.....	13
1.1.8.3	Fusarium.....	13
1.2	Objetivos.....	14
1.2.1	Objetivo general	14
1.2.2	Objetivos específicos.....	14
CAPÍTULO II		15
METODOLOGÍA		15
2.1	Ubicación del experimento.....	15
2.2	Características del lugar	15
2.2.1	Clima	15
2.2.2	Suelo.....	15
2.2.3	Agua	15
2.3	Equipos y materiales.....	15
2.4	Factores de estudio	16
2.4.1	Dosis de fertilizantes en base a un rendimiento de 5 ton por hectárea.....	16
2.4.2	Época de aplicación.....	16
2.4.3	Testigo.....	16

2.5	Tratamientos	17
2.6	Diseño experimental	17
2.7	Hipótesis	17
2.8	Manejo de experimento	18
2.8.1	Análisis de suelo.....	18
2.8.2	Preparación del suelo.....	18
2.8.3	División de la parcela	18
2.8.4	Siembra.....	19
2.8.5	Fertilización.....	19
2.8.5.1	Edáfica.....	19
2.8.5.2	Foliar	21
2.8.6	Abonamiento	21
2.8.7	Labores culturales.....	21
2.8.7.1	Control de arvenses	21
2.8.7.2	Aporque	21
2.8.8	Manejo integrado de plagas y enfermedades	21
2.8.8.1	Monitoreo	21
2.8.8.2	Control fitosanitario	22
2.8.9	Cosecha	22
2.8.10	Comercialización.....	22
2.9	Variables respuesta	22
2.9.1	Días a la floración.....	22
2.9.2	Altura de la planta	23
2.9.3	Días a la cosecha en vaina verde	23
2.9.4	Número de vainas por planta.....	23
2.9.5	Longitud de la vaina	23
2.9.6	Número de granos por vaina	23
2.9.7	Rendimiento en vaina verde	23
2.10	Procesamiento de la información	24
CAPÍTULO III		25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		25
3.1	Análisis y discusión de resultados	25
3.1.1	Días a la floración.....	25

3.1.2	Altura de la planta	25
3.1.3	Días a la cosecha	27
3.1.4	Número de Vainas por planta	27
3.1.5	Longitud de la vaina	28
3.1.6	Número de granos por vaina	29
3.1.7	Rendimiento	30
CAPÍTULO IV		32
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		32
4.1	Conclusiones	32
4.2	Recomendaciones	33
MATERIALES DE REFERENCIA		34
Referencias bibliográficas		34
Anexos		40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tratamientos.....	17
Tabla 2.	Esquema del ensayo en campo.....	18
Tabla 3.	Fuentes comerciales utilizadas para cada dosis de fertilización.....	20
Tabla 4.	Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Días a la floración	25
Tabla 5.	Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Altura de la planta	26
Tabla 6.	Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Días a la cosecha	27
Tabla 7.	Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Número de vainas por planta.....	28
Tabla 8.	Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Longitud de la vaina.....	29
Tabla 9.	Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Número de granos por vaina	30
Tabla 10.	Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Rendimiento	31
Tabla 11.	Relación Costo Beneficio del cultivo.....	46
Tabla 12.	Datos de la variable Días a la Floración.....	47
Tabla 13.	Datos de la variable Altura de la Planta	47
Tabla 14.	Datos de la variable Días a la Cosecha.....	48
Tabla 15.	Datos de la variable Vainas por Planta.....	48
Tabla 16.	Datos de la variable Longitud de la Vaina	49
Tabla 17.	Datos de la variable Granos por Vaina.....	49
Tabla 18.	Datos de la variable Rendimiento	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Análisis físico y químico del suelo	40
Figura 2.	Siembra.....	41
Figura 3.	Fuentes comerciales para la fertilización edáfica.....	41
Figura 4.	Abonamiento	41

Figura 5.	Control de arvenses pos-emergencia a los 25 días.....	42
Figura 6.	Fertilización edáfica a los 60 días	42
Figura 7.	Aporque	42
Figura 8.	Monitoreo del cultivo a los 65 días	43
Figura 9.	Fertilización foliar y control fitosanitario	43
Figura 10.	Visita del tutor al ensayo en campo.....	43
Figura 11.	Levantamiento de datos de días a la floración	44
Figura 12.	Levantamiento de datos de altura de la planta	44
Figura 13.	Levantamiento de datos de días a la cosecha en vaina verde.....	44
Figura 14.	Levantamiento de datos de numero de vainas por planta.....	45
Figura 15.	Levantamiento de datos de longitud de la vaina	45
Figura 16.	Levantamiento de datos de granos por vaina	45
Figura 17.	Levantamiento de datos de rendimiento del cultivo en vaina verde ..	46

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.	Cantidad de fertilizante en Kg.ha ⁻¹	19
Ecuación 2.	Cantidad de fertilizante en g.planta ⁻¹	19
Ecuación 3.	Cantidad de fertilizante en g.planta ⁻¹ para cada época de aplicación. 20	

RESUMEN EJECUTIVO

Hoy en día la arveja (*Pisum sativum* L.) es una de las leguminosas predilectas para cultivar en los andes del Ecuador debido a su ciclo corto de duración, además es apreciada por su sabor y su alto valor nutricional. A causa del incremento de los fertilizantes es necesario evitar aplicaciones inequívocas, por esta razón, la investigación tuvo como propósito determinar los niveles y la época de fertilización más apropiados, de manera que garanticen el mejor rendimiento del cultivo de arveja. Este trabajo de investigación se realizó en un terreno a campo abierto sin regadío en el caserío El Placer perteneciente al cantón Quero de la provincia de Tungurahua. Los factores de estudio utilizados para esta investigación fueron: D1 (58-35-9-9 Kg NPK-Ca ha⁻¹), D2 (199-5-39-83 kg NPK-Ca ha⁻¹) y D3 (128-20-24-45 Kg NPK-Ca ha⁻¹), aplicados en una época de fertilización a los 20 y 45 días después de la siembra (E1), y a los 20, 45 y 60 días después de la siembra (E2). Se empleo un diseño de bloques completamente al azar (DBA), con un total de 7 tratamientos (3x2+1) con 3 repeticiones, adicionalmente, en el trabajo de investigación se utilizó el análisis de varianza (ANDEVA) para determinar las diferencias entre tratamientos, y la prueba de Tukey con una significancia del 5% para comparar las medias de los tratamientos. De acuerdo con los análisis estadísticos efectuados se logró comprobar que el tratamiento con resultados más eficientes fue la dosis D3 (128-20-24-45 Kg NPK-Ca ha⁻¹) en combinación con la época de fertilización E1 (a los 20 y 45 días después de la siembra) donde se registró valores promedios de 38,33 vainas.planta⁻¹, 9,18 cm de longitud de la vaina, 8,3 granos.vaina⁻¹ y 7301,59 Kg.ha⁻¹ de rendimiento del cultivo, no obstante, en las variables días a la floración y días a la cosecha no existen diferencias estadísticas. Cabe mencionar que únicamente en la variable altura de la planta, el tratamiento con la dosis D2 (199-5-39-83 Kg NPK-Ca ha⁻¹) junto con época de fertilización E1 (a los 20 y 45 días después de la siembra) tomo ventaja logrando un promedio de 53,53 cm.

Palabras clave: Dosis de fertilización, época de fertilización, rendimiento, arveja.

ABSTRACT

At present, the pea (*Pisum sativum* L.) is one of the favorite legumes to cultivate in the Andes of Ecuador due to its short cycle duration, it is also appreciated for its flavor and high nutritional value. Due to the increase in fertilizers, it is necessary to avoid unequivocal applications, for this reason, the purpose of the investigation was to determine the most appropriate levels and time of fertilization, so as to guarantee the best performance of the pea crop. This research work was carried out on open field land without irrigation in the El Placer farmhouse belonging to the Quero canton of the Tungurahua province. The study factors used for this research were: D1 (58-35-9-9 Kg NPK-Ca ha⁻¹), D2 (199-5-39-83 kg NPK-Ca ha⁻¹) and D3 (128-20-24-45 Kg NPK-Ca ha⁻¹), applied in a fertilization season at 20 and 45 days after sowing (E1), and at 20, 45 and 60 days after sowing (E2). A randomized complete block design (RCBD) was used, with a total of 7 treatments (3x2+1) with 3 repetitions, additionally, in the research work the analysis of variance (ANOVA) was used to determine the differences between treatments and the Tukey test with a significance of 5% to compare the means of the treatments. According to the statistical analyzes carried out, it was possible to verify that the treatment with the most efficient results was the D3 dose (128-20-24-45 Kg NPK-Ca ha⁻¹) in combination with the E1 fertilization season (at 20 and 45 days after sowing) where average values of 38.33 pods.plant⁻¹, 9.18 cm of pod length, 8.3 grains.pod⁻¹ and 7301.59 Kg.ha⁻¹ of crop yield, however, in the variables days to flowering and days to harvest there are no statistical differences. It is worth mentioning that only in the variable height of the plant, the treatment with the dose D2 (199-5-39-83 Kg NPK-Ca ha⁻¹) together with the fertilization season E1 (at 20 and 45 days after the planting) took advantage achieving an average of 53.53 cm.

Keywords: Fertilization dose, fertilization season, yield, pea.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Introducción

Desde el inicio de los tiempos, la recolección y caza de animales efectuada por nuestros ancestros constituyó la principal actividad de sustento de aquellas épocas (**Maroto Borrego, 2014**). Sin embargo, al ser especies en constante evolución, nuevas necesidades fueron surgiendo y con ello, el saber humano nos encaminó a descubrir la “*Agricultura*”. **Cubero (2018)** manifiesta que esta actividad desde el neolítico es el arte de cultivar las plantas, criar animales y transformar los productos obtenidos de esto

El cultivo de arveja se constituye como un referente de gran importancia en cuanto a productos agrícolas de la serranía ecuatoriana. Sus altos niveles nutricionales y su sabor agradable, especialmente en grano tierno, lo constituye como parte imprescindible de la dieta humana.

En la actualidad, es común la implementación del cultivo de arveja como alternativa de rotación después de cultivos de hortalizas y tubérculos, como la zanahoria y la papa. Esto con el fin de mermar la extracción exuberante de los nutrientes del suelo y evitar la resistencia de plagas y enfermedades, en este caso, el cultivo de arveja cumple con dichas expectativas, puesto que es de un ciclo de corto periodo. Por otra parte, la mayoría de los productores realizan la aplicación de fertilizantes edáficos con pocos conocimientos, basados en especulaciones que en la práctica se convierte un juego de azar.

Finalmente, la situación descrita nos lleva a inferir que una agricultura tradicional como bien menciona **Schultz (1964)** hace que, el individuo que cultivase de la misma forma que sus antepasados no sea capaz de producir mucho alimento, por muy fértil que fuera la tierra o por mucho que se trabajase. Por el contrario, un agricultor que sabe y puede aplicar los conocimientos científicos sobre el suelo, los cultivos, el ganado y la maquinaria puede producir alimentos en abundancia, incluso cuando la

tierra es estéril y, además, sin mucho trabajo. En consecuencia, el sector agrícola es el principal recurso del cual un país dependerá para lograr su desarrollo, si no se aprovecha, será inevitablemente pobre. Afortunadamente el Ecuador cuenta con una de las mejores biodiversidades del mundo, donde es posible cultivar en cualquier época del año, aquello permite mayores posibilidades de alcanzar un mejor desarrollo económico.

Con la presente investigación se aspira determinar una correcta dosis de fertilización edáfica, con el fin de obtener los mejores resultados en cuanto a la producción y además de ello reducir costos innecesarios por la aplicación desbalanceada de los nutrientes. Esto en consecuencia ayudara a los agricultores a sobrellevar de mejor manera el manejo del cultivo de arveja en cuanto a fertilización edáfica.

1.1 Antecedentes Investigativos

Lesur (2014) en su libro titulado “Manual de fertilidad del suelo agrícola” declara que el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre son catalogados como macronutrientes en vista que son absorbidos en grandes cantidades por las plantas para el cumplimiento óptimo de sus funciones vitales, siendo los tres primeros elementos los principales y los tres siguientes los secundarios. El Nitrógeno es el nutriente más importante para el crecimiento robusto de las plantas, promoviendo la salud, ayudando así a resistir plagas y enfermedades, así como al buen crecimiento y desarrollo de las partes aéreas. El Fósforo incita el desarrollo vigoroso de raíces y flores en las plantas, agiliza la maduración, ayudando en la formación de semillas, y ayuda a soportar las temperaturas frías del invierno. El Potasio juega un papel fundamental en el transporte del agua en las plantas, conservando la permeabilidad de las membranas celulares, en otras palabras, su facultad para permitir únicamente el paso de partículas útiles además estimula a la formación de almidón, que proporciona a las plantas importantes reservas de energía como el azúcar, y el aceite que se encarga del aroma. El Calcio es un nutriente que actúa en el fortalecimiento de la pared celular de la planta importante en la protección contra los patógenos, puesto que minimiza la actividad enzimática de los hongos y bacterias que ocasionan el deterioro de esta. El

calcio se encuentra en abundancia en el suelo, pero en formas químicas poco solubles, lo cual dificulta su disponibilidad para la planta.

Prieto (2013) Ferraris (2014) en su trabajo “Clave para el manejo nutricional de arveja” concluye que se requiere 53kg de nitrógeno, 4kg de fósforo, 31kg de potasio y 22Kg de calcio por tonelada producida. En este mismo contexto, nos aclara que, en relación al requerimiento nutricional de nitrógeno, la práctica de inoculación es cada vez más aplicada para asegurar el suministro de este elemento a la planta y respecto de la aplicación de fósforo detalla que se debe ubicar el fertilizante separado de la semilla con niveles de P de suelo menores a 36 Kg.ha⁻¹.

DANE (2015) menciona que para lograr una producción de 4 a 5 toneladas de arveja se necesitan 125, 30, 75 y 65 Kg NPK-Ca ha⁻¹, cantidades que deben responder a los resultados del análisis de suelo y así asegurar el suministro de los nutrientes requeridos por la planta para su buen desarrollo, sanidad y producción

Gonzales et al. (2022) en su obra titulada “Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación de abonos orgánicos en el municipio Pamplona, norte de Santander” formuló un tratamiento (T5) que contenía únicamente fertilizante químico con niveles de 211-211-211 Kg NPK ha⁻¹ y al ser aplicados al cultivo de arveja consiguió un rendimiento de 6190,47 Kg de vaina verde por hectárea. Esto en comparación a los demás tratamientos que utilizo en combinación con abonos orgánicos, estadísticamente no tuvieron diferencias.

De acuerdo con la investigación realizada por **Kakar et al. (2002)** sobre el “Crecimiento y desempeño del rendimiento de la vaina verde comercializable de la arveja (*Pisum sativum* L.) bajo niveles variables de fertilizantes NPK” se aplicó una dosis de 75-120-120 Kg NPK ha⁻¹ para obtener una producción máxima de 5,01 toneladas de arveja en vaina verde por hectárea frente al tratamiento control (testigo) que fue de 2,34 t/ha.

En base al trabajo de **Abou et al. (2009)** acerca de la “Respuesta del cultivo de arveja al abono orgánico y a la fertilización NPK” indicaron que el número de vainas/planta, promedio de vainas/peso, rendimiento total de vaina verde/hectárea y número de semillas/vaina, respondió significativamente a los niveles de fertilización

NPK. El tratamiento de la fertilización con nivel alto, es decir, 150-200-120 Kg NPK ha⁻¹, siendo el nivel más efectivo.

Rohith et al. (2020) en su trabajo titulado “Efecto de diferentes niveles de NPK y Zinc sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo, crecimiento y rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) Var. Bliss-101” aplicaron una dosis de 40-80-40 Kg NPK ha⁻¹ al cultivo de arveja, logrando un rendimiento de 4399 Kg/ha en comparación con el testigo que obtuvo 3809 Kg/ha.

Muniza et al. (2021) en su escrito “Determinación del método eficaz de fertilización NPK en cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.)” pusieron a prueba tratamientos con fertilización de NPK de manera foliar y edáfica y concluyeron que ambos métodos influyeron positivamente el rendimiento del cultivo de arveja.

Holguin (2022) menciona que por causa de la pandemia del Covid-19 y la guerra entre Rusia y Ucrania, en el Ecuador a partir del año 2021 hubo un alza en el precio de los fertilizantes, enfatizando en los de mayor demanda como la Urea, Muriato de Potasio (MOP) y Fosfato Diamónico (DAP) presentaron un incremento del 135%, 137,8% y 87,8%, respectivamente, en comparación a datos de diciembre del año 2020.

1.1.1 Origen

Una de las primeras leguminosas de grano, así como lo señala **Zohary (2012)** en lo citado por **Tardío et al (2018)** es el guisante del Viejo Mundo, que fue domesticado junto o poco después de los cereales, esto es durante el Neolítico temprano, hace aproximadamente 10.000 años, en el Medio Oriente, y llegó a la cuenca del Mediterráneo ya en la Edad del Bronce.

Los guisantes (*Pisum Sativum*) o como se conoce en el Ecuador bajo la denominación de arvejas, son legumbres de la familia de las Fabáceas (**Basantes, 2015**).

1.1.2 *Taxonomía y morfología de la planta*

Las arvejas también conocidas como chicharos o guisantes o por su nombre científico, *Pisum sativum* pertenecen a la subfamilia de las Papilionoideas de la familia de las leguminosas (**InfoAgro, 2019**).

En cuanto al *sistema radicular* está generalmente subdesarrollado, pero tiene una raíz principal muy profunda.

Los *tallos* en referente al desarrollo vegetativo, hay variedades con crecimiento constante y variedades con crecimiento indeterminado. Respecto de esto se conocen tres variedades: de enrame o trepadora (1,3 m), de medio enrame o semitrepadora (0,8 a 1 m) y pequeñas (menor a 0,5 m).

Las *hojas* son pinnadas en pares y terminan en zarcillos. Los zarcillos tienden a aferrarse a los puntales o tutores que encuentran a medida que crecen.

La *inflorescencia* se refleja como racimo, con brácteas en las axilas de las hojas y un tallo largo. Los racimos generalmente tienen 1 o 2 flores, pero rara vez 3, 4 o 5 flores.

Las *flores* son típicamente de cola bifurcada en morfología y tienen simetría cigótica, es decir, simetría con un solo plano. Hay cinco sépalos, y los dos superiores son diferentes en forma y tamaño, y se utilizan como una característica de la variedad.

Las *vainas* miden 5-10 cm de largo y generalmente contienen 4-10 semillas. La forma y el color varían dependiendo de la variedad. El peso promedio es de 0,20 gramos por unidad (**Basantes, 2015**).

1.1.3 *Características morfológicas de la flor*

Las flores son perfectas al poseer genitales masculinos y femeninos. También es una flor completa que consta de corola y cáliz. La inflorescencia da de 1 a 3 flores en la axila de la hoja. Los guisantes se consideran capaces de auto polinizarse porque la estructura de su flor no permite la polinización cruzada. En lo manifestado por **Chamorro (2013)** la flor se compone de:

1.1.3.1 Cáliz

Tiene gametos y tiene cinco sépalos, dos detrás de los flagelos, dos que sostienen las alas y uno que sostiene la quilla. En la etapa de coloración predomina el verde claro.

1.1.3.2 Corola

La corola tiene forma de mariposa. Su color es blanco o morado y tiene 5 pétalos heterogéneos de acuerdo a la siguiente estructura:

Estandarte: son pétalos grandes con costuras en los extremos y curvados detrás de la base

Dos alas: son más pequeñas que el estandarte y rodean a los dos pequeños pétalos fusionados llamados quillas.

Quilla: Su base tiene forma de bote y la quilla encierra los genitales (estambres y pistilo).

1.1.3.3 Estambres

Los 10 estambres son redondeados y dispuestos en dos anillos (9 + 1). Un filamento corto alcanza la punta de la antera y la mayor parte de su longitud se fusiona para formar un estambre alrededor del ovario. Las anteras están plegadas y ligeramente comprimidas como la punta de la quilla.

1.1.3.4 Pistilo

Ovario superior, oblongo, de un solo compartimiento, verde y plano, con suturas abdominales. Hay de 5 a 12 óvulos, unidos dentro del tabique por pequeños túbulos, en el ápice. El fenotipo emerge del ápice del ovario, es ligeramente cilíndrico, se curva casi en ángulo recto y se curva hacia el ovario en el ápice. Hay pelos estilizados en el interior y un óvalo con forma de cabeza peluda y viscosa en la punta del estigma que puede recibir polen desde días antes de la floración hasta el día después de que la flor se haya marchitado.

1.1.4 Requerimientos edafoclimáticos

1.1.4.1 Altitud

Según **Basantes (2015)** la altitud adecuada para el cultivo de arveja bordea los 1700 a 3000 msnm.

1.1.4.2 Temperatura

De acuerdo con lo que señala **Blanco (2020)** las arvejas se cultivan en climas templados con temperaturas entre 13 y 18°C. El crecimiento se detiene cuando la temperatura alcanza los 5-7°C. Las temperaturas superiores a 27°C afectan el rendimiento y crecimiento vegetativo de la especie. Esto es especialmente cierto si ocurre durante la floración o la formación de frutos, pero sobre todo no tolera fuertes heladas durante esta etapa.

1.1.4.3 Suelos

El suelo apto para guisantes es liviano con textura franco arenosos. En tierras calcáreas puede presentar síntomas de clorosis (amarilleo) y los granos suelen ser duros. Aprecia la humedad del suelo, pero no en exceso, debido a que puede provocar la pudrición de las semillas. En cuanto a la salinidad es moderadamente tolerante (**InfoAgro, 2019**).

El pH ideal para el crecimiento de la planta está entre 5,5 y 6,5, además, el suelo debe tener un buen contenido de calcio. De acuerdo con el análisis del suelo, la corrección o aplicación de nutrientes se debe realizar tres meses antes de la siembra a una profundidad de 25 centímetros (**Blanco, 2020**).

1.1.5 Manejo del cultivo

1.1.5.1 Preparación del terreno

Si se planta en hileras, se recomienda que, con la ayuda de un alambre suelto, se marque la tierra de esta forma se distribuyen uniformemente las semillas. La distancia entre hileras depende de la variedad, pero recomendamos usar una

sembradora para obtener 20-25 cm entre hileras. Otro método popular (y económico) es esparcir las semillas en una franja de 6 a 8 m y cubrir las semillas de la manera que más les resulte conveniente al agricultor.

Previo a este paso, se debe efectuar una esterilización de las semillas consistente en recubrir las semillas con un fungicida metalaxil y fludioxonil, o una mezcla de insecticidas y fungicidas como piretroides, otro insecticida nematocida como el Diazinon, Captan, Benlate, Arazán, Cerezán en una dosis de 2-3 g/kg semilla (**Basantes, 2015**).

1.1.5.2 Siembra.

Se puede cultivar en cualquier temporada del año, pese a eso es más recomendable durante la época de otoño (abril-junio) para zonas templadas y durante los meses (julio-agosto) para climas templados fríos. Los cultivares con semillas lisas son más resistentes al frío que los cultivares con semillas arrugadas, y los cultivares con hojas de color verde oscuro son mejores que los que tienen hojas de color verde claro. En condiciones óptimas de temperatura y humedad, las semillas germinan después la primera semana (**Goites, 2008**).

1.1.5.3 Riego

Este cultivo en condiciones óptimas de humedad requiere poco riego. En el proceso de riego por gravedad, antes de la siembra, se debe regar el suelo para que contenga suficiente humedad al momento de recibir las semillas. Después de eso, unos pocos riegos para cultivos de otoño/invierno y 3-4 veces para cultivos de invierno/primavera serán suficientes. Los tiempos críticos deben ser considerados en términos de requerimientos de humedad: floración y grosor de la mitad de la cáscara (**InfoAgro, 2019**).

1.1.5.4 Fertilización

Según el **INIAP (2004)** a recomendación general para la fertilización al no contar con un análisis de suelo, es aplicar 200 kg.ha⁻¹ de 18-46-0 o 10-30-10

(formulaciones comerciales) al momento de la siembra, esto corresponde a 36-92-0 o 20-60-20 Kg NPK ha⁻¹ Respectivamente.

1.1.5.5 Control de malezas

Manual: Mediante la deshierba y el aporque.

Químico: Anterior a la siembra se ha de aplicar 2 litros de glifosato ha⁻¹ para posterior efectuar la siembra a partir de los 8-10 días. Además, como precaución la aplicación de Metribuzine 35 PM en dosis de 600 g en 400 lts de agua por ha en suelo húmedo y antes de la floración (**Basantes, 2015**).

1.1.5.6 Cosecha y trilla

INIAP (2004) manifiesta lo siguiente:

Para grano verde o tierno: Se cosechan a mano, cuando están completamente verdes y bien desarrollados (hinchados), se deben cosechar al menos dos veces antes de que cambien de color.

Para granos secos y semillas: Se comienza a cosechar a mano, cuando las plantas están amarillas (corteza seca). Las plantas se arrancan en montículos, se secan al sol y se trillan. La trilla se puede hacer con palos o animales en la era o con trilladoras mecánicas. Como se trata de semillas, lo mejor es trillarlas con palo o máquina una vez procesado el lote. Las semillas deben secarse a la sombra y seleccionarse por su tamaño máximo, buena forma y uniformidad sin manchas, daños ni defectos.

1.1.6 Fenología del cultivo de arveja

Según la **FAO (2019, pág. 105)**, al ciclo del cultivo de arveja lo clasifica en cuatro etapas: inicial, desarrollo, intermedia y final, las cuales tienen una duración de 15, 25, 35 y 15 días respectivamente, haciendo un total de 90 días.

por otra parte, **Quiroz (2014)** señala las siguientes etapas:

1.1.6.1 Pregerminación

En condiciones adecuadas de temperatura y humedad, las semillas comienzan a absorber humedad a través de la cubierta seminal y las semillas aumentan de tamaño gradualmente hasta el segundo día, después de lo cual comienza un proceso muy vigoroso para germinar.

1.1.6.2 Germinación

La germinación comienza 4 días después de la siembra. Aparecen hipocótilos y radículas y el primero empieza a crecer hacia la superficie del suelo y el otro en sentido contrario. La germinación es hipo embrionaria con la particularidad de que el hipocótilo no se alarga y por tanto sus cotiledones no salen a la superficie.

1.1.6.3 Formación de hojas reales

A medida que crece la plántula, comienzan a desarrollarse un par de hojas verdaderas y los cotiledones u hojas falsas se caen. Esta etapa ocurre 10-15 días después de la siembra, cuando los mechones de pelo son reemplazados por el primer par de hojas verdaderas.

1.1.6.4 Desarrollo vegetativo

Comienza cuando la planta desarrolla la primera hoja verdadera, luego se forma un nudo vegetativo y del segundo nudo comienza a ramificarse el tallo principal. Aparecen bigotes, las ramas crecen como el tronco principal, pero más pequeñas. Esta etapa dura de 3 a 6 semanas dependiendo de la variedad.

1.1.6.5 Floración

La floración comienza de 20 a 30 días después de la siembra para las variedades precoces y de 40 a 45 días para las variedades de ciclo tardío. Una vez que se forman los botones florales, crecen rodeados de hojas superiores. El período de fertilización dura de 2 a 3 días. La flor de arveja es del tipo papilionada, ya que tiene gran parecido a una mariposa cuando los pétalos se abren, presentando una simetría bilateral.

1.1.6.6 Fructificación

La formación y desarrollo de frutos comienza 8-10 días después de la floración. Después de que ocurre la fertilización y se separan, los pétalos regresan al ovario fertilizado. Este hecho puramente morfológico se inicia a los 125 días de la siembra y dura unos 25 días.

1.1.6.7 Maduración de frutos

Las vainas tiernas entran en la etapa de crecimiento rápido. La cavidad de la vaina se empieza a abultar indicando la madurez para el consumo en verde. En general el ciclo de cultivo en tierno para variedades pequeñas es de 85 a 100 días y en seco de 115 a 120 días (INIAP, 2019).

1.1.7 Plagas

Calderón et al. (2000) describen que las siguientes plagas afectan al cultivo de arveja:

1.1.7.1 Áfidos o Pulgones

Pertenecientes al orden hemiptera y familia afididae, esta plaga afecta a la vegetación del guisante, haciéndola más débil, e incluso a la formación de las vainas. La plaga se presenta entre los meses de abril y mayo, pero las primeras colonias se llegan a localizar en el mes de marzo.

Control

El procedimiento más eficaz para su control es efectuar tratamientos precoces. Dada la dificultad de llegar al insecto con productos de contacto, por estar muy protegidos por el follaje, es recomendable la utilización de aficidas sistémicos.

1.1.7.2 Trips

Son del orden thysanoptera y familia thripidae, su ataque con aguja provoca la deformación de las vainas causándoles a los folíolos una colorimetría plateada,

Control

Los tratamientos a base de dimetoato, fosadona, talometrina, etc. son muy efectivos en este flagelo.

1.1.7.3 Mosca minadora

Pertenecientes a la orden díptera y a la familia agromizidae, es una plaga de gran importancia económica que se propaga rápidamente, sus larvas se alimentan del mesófilo de la hoja provocando galerías.

Control

Se puede combatir con productos ecológicos como aceite de neem o jabón potásico; ecológicos como *Bacillus Thuringiensis* y químico a base de abamectina.

1.1.7.4 Gusanos trozadores

Son del orden Lepidoptera y familia Noctuidae, en el día las larvas permanecen bajo el suelo y en la noche emergen para alimentarse por lo que cortan los tallos de las plántulas.

Control

Al gusano trozador se puede combatir insecticidas químicos a base de clorpirifós, betacipermetrina, deltametrina y lambdacialotrina, también los bioinsecticidas como *Bacillus thuringiensis* y el hongo *Beauveria bassiana* son considerados importantes antagonistas.

1.1.8 *Enfermedades*

Calderón et al. (2000) describe que las siguientes enfermedades afectan al cultivo de arveja:

1.1.8.1 Oídio o Mildiu polvoso

Causado por *Erysiphe poligni*, las plantas afectadas se cubren con una capa de polvo blanco que ocupa la parte superior de los folíolos y estípulas e incluso los ataques muy fuertes penetran el tallo y las vainas. Luego aparecen manchas marrones en la capa de polvo blanco donde se encuentran las esporas, lo que hace que la enfermedad se propague en constante desarrollo.

Control

Tratamiento con bupirimato al 25%, preparado en forma de esencia emulsionada concentrada, dosis 1-1,5 l/ha.

1.1.8.2 Antracnosis

Provocada por *Ascochyta pisi*, o por *Colletotrichum spp.*, es un hongo que ataca tallos, hojas y frutos, la enfermedad comienza como manchas amarillas redondas de unos 5 mm de diámetro con bordes oscurecidos. Estas manchas son numerosas y pueden ocupar grandes áreas del órgano afectado. Las manchas que aparecen en las vainas pueden desarrollarse profundamente e incluso dañar las semillas.

La propagación de esta enfermedad es favorable en climas húmedos que pueden provocar la muerte de la planta.

Control

El tratamiento debe ser profiláctico, iniciarse cuando las condiciones de temperatura y humedad favorezcan la enfermedad y repetirse al menos 2-3 veces durante un período de 10 días.

1.1.8.3 Fusarium

Ocasionada por *Fusarium spp.*, es un hongo que se presenta principalmente en la etapa de florecimiento de la planta, los síntomas pueden presentar como una clorosis descendente que a medida que la enfermedad avanza la planta se marchita y muere.

Control

Se puede mitigar la enfermedad con fungicidas a base de metil tiofanato y sulfato de cobre o bioantagonistas como Trichoderma y Pseudomonas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar dosis de NPK-Ca en la producción de arveja (*Pisum sativum* var. Quantum)”

1.2.2 Objetivos específicos

Definir los niveles de fertilización con NPK-Ca a ser aplicados en el cultivo de arveja.

Establecer la época adecuada de fertilización en el cultivo de arveja

Determinar el rendimiento del cultivo de arveja.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

El experimento se llevó a cabo en el caserío El Placer perteneciente al cantón Quero de la provincia de Tungurahua. El lugar está situado a 3050 msnm, con coordenadas UTM 766919 Este y 9843371 Norte (Fuente: GPS).

2.2 Características del lugar

2.2.1 Clima

Según **Cubillo (2005)** el clima de la zona está considerado como ecuatorial mesotérmico semihúmedo. Los meses comprendidos entre febrero y Julio representan el periodo con mayor precipitación (69 mm/mes) y temperaturas que oscilan los 13 y 16°C. Por otra parte, el periodo de menor precipitación engloba los meses entre agosto y enero (35 mm/mes) con temperaturas que van desde los 11 hasta los 13°C.

2.2.2 Suelo

El suelo del lugar, por sus características climáticas es predominantemente arenoso y franco-arenoso. La pendiente del terreno es de 0,1 %.

2.2.3 Agua

En general, la zona no cuenta con agua de regadío, en consecuencia, los cultivos son estacionarios y a campo abierto.

2.3 Equipos y materiales

- Tractor
- Bomba de fumigar
- Balanza
- Computador (software)

- Semilla de arveja (*Pisum sativum* var. Quantum)
- Fertilizantes edáficos (N, P, K, Ca)
- Fertilizantes foliares
- Pesticidas
- Abono
- Tanque Y baldes plásticos
- Costales
- Cinta métrica
- Piola
- Pala
- Azadón
- Libreta de apuntes

2.4 Factores de estudio

2.4.1 Dosis de fertilizantes en base a un rendimiento de 5 ton por hectárea

58 Kg.ha ⁻¹ N, 35 Kg.ha ⁻¹ P ₂ O ₅ , 9 Kg.ha ⁻¹ K ₂ O y 9 Kg.ha ⁻¹ CaO (Recomendación técnico agrícola)	D1
199 Kg.ha ⁻¹ N, 5 Kg.ha ⁻¹ P ₂ O ₅ , 39 Kg.ha ⁻¹ K ₂ O y 83 Kg.ha ⁻¹ CaO (Prieto, 2013)	D2
128 Kg.ha ⁻¹ N, 20 Kg.ha ⁻¹ P ₂ O ₅ , 24 Kg.ha ⁻¹ K ₂ O y 45 Kg.ha ⁻¹ CaO (Elaboración propia)	D3

“Las tres dosis fueron ajustadas al análisis de suelo con un 25%, 50% y 75% para los niveles alto, medio y bajo, respectivamente”.

2.4.2 Época de aplicación

20 y 45 días después de la siembra	E1
20, 45 y 60 días después de la siembra	E2

2.4.3 Testigo

Testigo absoluto (sin aplicación de fertilizantes edáficos)	T
---	----------

2.5 Tratamientos

Tabla 1. Tratamientos

N°	Símbolo	Descripción
1	D1E1	58 Kg.ha ⁻¹ N, 35 Kg.ha ⁻¹ P ₂ O ₅ , 9 Kg.ha ⁻¹ K ₂ O y 9 Kg.ha ⁻¹ CaO a los 20 y 45 días después de la siembra
2	D1E2	58 Kg.ha ⁻¹ N, 35 Kg.ha ⁻¹ P ₂ O ₅ , 9 Kg.ha ⁻¹ K ₂ O y 9 Kg.ha ⁻¹ CaO a los 20, 45 y 60 días después de la siembra
3	D2E1	199 Kg.ha ⁻¹ N, 5 Kg.ha ⁻¹ P ₂ O ₅ , 39 Kg.ha ⁻¹ K ₂ O y 83 Kg.ha ⁻¹ CaO a los 20 y 45 días después de la siembra
4	D2E2	199 Kg.ha ⁻¹ N, 5 Kg.ha ⁻¹ P ₂ O ₅ , 39 Kg.ha ⁻¹ K ₂ O y 83 Kg.ha ⁻¹ CaO a los 20, 45 y 60 días después de la siembra
5	D3E1	128 Kg.ha ⁻¹ N, 20 Kg.ha ⁻¹ P ₂ O ₅ , 24 Kg.ha ⁻¹ K ₂ O y 45 Kg.ha ⁻¹ CaO a los 20 y 45 días después de la siembra
6	D3E2	128 Kg.ha ⁻¹ N, 20 Kg.ha ⁻¹ P ₂ O ₅ , 24 Kg.ha ⁻¹ K ₂ O y 45 Kg.ha ⁻¹ CaO a los 20, 45 y 60 días después de la siembra
7	T	Testigo absoluto

Fuente: Guerrero, 2023

2.6 Diseño experimental

Se adoptó en el ensayo un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 3x2+1 con 3 repeticiones. Se aplicó el análisis de varianza (ANDEVA), referente al diseño experimental propuesto, prueba de Tukey al 5 % para diferenciar los tratamientos.

2.7 Hipótesis

¿El uso de una dosis de fertilizantes edáficos y una época de aplicación adecuada influyen en la producción de arveja (*P. sativum* var. Quantum)?

2.8 Manejo de experimento

2.8.1 Análisis de suelo

Se realizó un análisis de suelo al lote para evaluar su fertilidad (Figura 1). El método a utilizado para la extracción de las muestras fue un Sistemático; en “Zig-Zag”, donde se recolectó un total de 10 submuestras, en cada punto de muestreo se delimitó una superficie de 0,25 m² que fue limpiado para conseguir las submuestras a una profundidad de 20 cm, estas se colocó en un balde plástico y se homogenizó completamente, se extrajo un kilogramo de la mezcla y se empacó en una bolsa plástica rotulada con los datos pertinentes para finalmente ser enviada al laboratorio para su respectivo análisis físico y químico (Sosa, 2020).

2.8.2 Preparación del suelo

Se empleó la rastra del tractor como medio para adecuar idóneamente el suelo previo a la implementación del cultivo de arveja. Se repitió dos veces el proceso para desintegrar y reducir las partículas sólidas del suelo tales como los rastrojos y terrones.

2.8.3 División de la parcela

La parcela se dividió en 21 bloques correspondientes al número de tratamientos y sus repeticiones planteadas. Se usó cuerdas para el trazo de las líneas de manera más precisa.

Tabla 2. Esquema del ensayo en campo

REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3
D3E1	D3E2	D1E2
D2E2	D2E1	D1E1
T	D1E2	D2E1
D3E2	D1E1	D2E2
D1E1	T	D3E2
D2E1	D2E2	D3E1
D1E2	D3E1	T

Fuente: Guerrero, 2023

2.8.4 Siembra

La siembra se efectuó de forma manual (Figura 2), el surcado se hizo con azadón a distancias de 70 cm entre hileras y de 30 cm sobre hileras, se utilizó 15 semillas por hoyo (correspondiente a una planta) previamente desinfectadas con un fungicida de nombre comercial Vitabax (carboxin al 20% + thiram al 20% p/v) y un insecticida de nombre comercial Rotakim (abamectina al 1,8% p/v), ambos a una dosis de 1 cc/lb de semilla para prevenir pudrición y erradicar posibles hospederos de larvas minadoras. Se cubrió el sembrío con una capa de 3 cm de tierra aproximadamente.

2.8.5 Fertilización

2.8.5.1 Edáfica

La fertilización edáfica (Figura 6) se aplicó de forma localizada en las dosis y frecuencias planteadas. Para calcular la cantidad de fertilizante por nutriente (N, P, K y Ca) a utilizarse se empleó la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Cantidad de fertilizante en $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

$$CF(\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}) = \frac{DF(\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1})}{CFC(\%)}$$

Fuente: Adaptado de **Matadamas (2021)**

Donde:

CF: Cantidad de fertilizante

DF: Dosis de fertilización

CFC: Concentración de la fuente comercial

Para la determinación de la dosis en gramos por planta se utilizó la siguiente igualdad:

Ecuación 2. Cantidad de fertilizante en $\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$

$$g * \text{planta}^{-1} = \frac{CTF(\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}) * DEH(m) * DSH(m)}{10}$$

Fuente: Adaptado de **Matadamas (2021)**

Donde:

CTF: Cantidad total de fertilizante

DEH: Distancia entre hileras

DSH: Distancia sobre hileras

Para evitar un riesgo de intoxicación en el cultivo, se aplicó la dosis de fertilizante proporcional a la etapa del cultivo, para E1 se realizó dos aplicaciones fraccionarias con el 30 y 70%, y para E2 se hizo tres aplicaciones fraccionarias con el 20, 30 y 50% de la cantidad total de fertilizante correspondiente para cada planta. Se ejecutó la ecuación detallada a continuación:

Ecuación 3. Cantidad de fertilizante en $g \cdot planta^{-1}$ para cada época de aplicación

$$FR (g * planta^{-1}) = \frac{g * planta^{-1} * FR (\%)}{100\%}$$

Fuente: Adaptado de **Matadamas (2021)**

Donde:

FR: Fraccionamiento

Tabla 3. Fuentes comerciales utilizadas para cada dosis de fertilización

Fuente Comercial	Dosis (Kg.ha ⁻¹)		
	D1	D2	D3
Nitrato de calcio	33,3	314	166,5
Fosfato Diamónico	72,2		27,8
Triple 16 + 4,2Ca	7,9	31,3	39,7
Triple 15	3,4		5,8
Nitrato de amonio	112,5	432	265,5
Muriato de potasio	12	56,7	27,5
TOTAL	209	647,3	424,8

Fuente: Guerrero, 2023

2.8.5.2 Foliar

Se llevó a cabo la fertilización foliar con microelementos y fitohormonas, con una frecuencia mínima de 15 días para complementar la nutrición del cultivo de arveja (Figura 9).

2.8.6 *Abonamiento*

Se suministró un puñado de abono de pollo mezclado con cascarilla de arroz en cada planta, se aplicó de manera localizada sobre el fertilizante edáfico (Figura 5).

2.8.7 *Labores culturales*

2.8.7.1 Control de arvenses

A los 7 días después de la siembra se aplicó un herbicida sistémico no selectivo (Abax) con ingrediente activo Metribuzin al 48% p/v, a una dosis de 1 cc/l de solución para el control de arvenses en pre-emergencia.

A los 20 días a partir de la siembra, con el uso del azadón se removió la tierra para eliminar los arvenses en pos-emergencia, a su vez para proporcionar tierra a la planta (Figura 6).

2.8.7.2 Aporque

A los 60 días a partir de la siembra, se procedió al aporque del cultivo para dar firmeza a las plantas, haciendo uso del azadón (Figura 7).

2.8.8 *Manejo integrado de plagas y enfermedades*

2.8.8.1 Monitoreo

El monitoreo del cultivo se llevó a cabo cada 15 días para la identificación oportuna de posibles plagas y/o enfermedades (Figura 8).

2.8.8.2 Control fitosanitario

El control fitosanitario (Figura 9) se realizó a la par de la fertilización foliar. Las enfermedades que se presentaron en el cultivo de arveja fueron fusarium, antracnosis, tizón y oídio. Para combatir fusarium se utilizó el fungicida comercial Mastercop a base de sulfato de cobre al 26% p/v en una dosis de 2 g/l de solución, rotando con el fungicida comercial Thiofin a base de metil tiofanato al 70% p/p en una dosis de 1 g/l. Para hacer frente a la antracnosis se usó el fungicida comercial Difenic a base de difeconazole al 25% p/v en dosis de 1,25 g/l de solución. En el control de tizones se empleó el fungicida comercial Cyman (cymoxanil al 8% + mancozeb al 64% p/p) en dosis de 2,5 g/l, y en rotación con el fungicida Metron (metalaxyl al 8% + mancozeb al 64% p/p) en dosis de 2,5 g/l. finalmente para erradicar oidio se trabajó con asufre al 80% en dosis de 5 g/l.

En cuanto a las plagas identitificadas fueron mosca minadora y pulgón verde, los cuales se combatieron con New Mectin (abamectina al 1,8% p/v) en dosis de 1 cc/l, y Aceta (acetamiprid al 20% p/p) en dosis de 1 g/l, respectivamente.

2.8.9 Cosecha

Se realizará dos cosechas, la primera cuando el 70% de las plantas presenten el llenado de los granos y la segunda cuando el restante de producción alcance el llenado del grano (Figura 17).

2.8.10 Comercialización

La comercialización se realizará en el mercado “CECOPAC” del cantón Quero.

2.9 Variables respuesta

2.9.1 Días a la floración

Se contabilizó los días transcurridos desde el día 0 (día de siembra) hasta que el 50% de las plantas presenten flor, esto se realizó con cada tratamiento (Figura 11).

2.9.2 *Altura de la planta*

Con ayuda de un flexómetro se midió la altura máxima de la planta a los 70 días (etapa intermedia), la medida se tomará desde la base del tallo (parte visible a la superficie del suelo) hasta el ápice de la planta. Se eligió de la parcela neta 10 plantas al azar para dicho proceso (Figura 12).

2.9.3 *Días a la cosecha en vaina verde*

Se registró el número de días transcurridos desde el día 0 (día de siembra) hasta que el 75% de las plantas hayan alcanzado el llenado de granos, esto se realizó con cada tratamiento (Figura 13).

2.9.4 *Número de vainas por planta*

Se contabilizó el número de vainas producidas en 10 plantas elegidas al azar de cada parcela neta (Figura 14), luego se realizó el promedio de estas.

2.9.5 *Longitud de la vaina*

Con un calibrador vernier se midió la longitud de 25 vainas tomadas al azar de cada parcela neta (Figura 15), la medida se estableció de extremo a extremo de estas y se calculó sus promedios.

2.9.6 *Número de granos por vaina*

Se cuantificó el número de granos de las 25 vainas seleccionadas al azar de cada parcela neta (Figura 16), después se promedió los resultados, acorde al número de vainas examinadas.

2.9.7 *Rendimiento en vaina verde*

Se efectuó la cosecha de la parcela total de vaina en verde y se pesó la cantidad obtenida (Figura 17), el resultado se transformó a $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para calcular el rendimiento.

2.10 Procesamiento de la información

Para llevar a cabo la investigación fué necesario el uso indispensable de softwares de procesamiento de la información tales como Excel e Infostat.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de resultados

3.1.1 Días a la floración

En base al análisis estadístico efectuado para la variable Días a la floración (Tabla 4), se obtuvo resultados estadísticamente iguales, es decir que, las dosis de fertilización edáfica ni la época de aplicación causaron un efecto imponente en el florecimiento de la planta, sin embargo, el tratamiento D1E1 (dosis de 57 Kg.ha⁻¹ N, 35 Kg.ha⁻¹ P₂O₅, 9 Kg.ha⁻¹ K₂O, 9 Kg.ha⁻¹ CaO, en dos épocas de aplicación a los 20 y 45 días a partir de la siembra) fue el que menos tiempo tardó en florecer, arrojando un promedio de 59,67 días, por lo cual, se deduce que, al ser el tratamiento en que la dosis de fósforo fue mayor, influyó en la floración, puesto que, según **Fernández (2007)**, las plantas con deficiencia de fósforo a menudo presentaban floración tardía y débil retención del pedúnculo. El trabajo de **Abou et al. (2019)** con respecto a la “Utilización de Fertilizantes Amigables como Fertilizantes Orgánicos y NPK en Arveja (*Pisum sativum* L.)” manifiesta que el cultivo de arveja tardó 58,61 días en florecer, lo cual, se relaciona en gran manera a lo expuesto en esta investigación.

Tabla 4. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Días a la floración

Tratamientos	Medias (días)	Rango
D1E1	59,67	A
D2E1	60,33	A
D1E2	60,33	A
D2E2	60,67	A
D3E1	61,00	A
D3E2	61,67	A
T	62,33	A

Fuente: Guerrero, 2023

3.1.2 *Altura de la planta*

En referencia a la variable Altura de la planta (Tabla 5), se constató que existen diferencias estadísticas en el ensayo, en donde, el tratamiento D2E1 (dosis de 198,75 Kg.ha⁻¹ N, 5 Kg.ha⁻¹ P₂O₅, 38,75 Kg.ha⁻¹ K₂O, 82,5 Kg.ha⁻¹ CaO, en dos épocas de aplicación a los 20 y 45 días a partir de la siembra) obtuvo el promedio más elevado con 53,53 cm de altura, frente al tratamiento T (testigo) con el promedio más bajo con 38,53 cm de altura. Consecuente a esto se puede entender que la altura de la planta es directamente proporcional al suministro de nitrógeno, pues recalca **Vitra (2020)** que este macronutriente es un bloque de construcción de proteínas, enzimas y clorofila, por lo tanto, es esencial durante la síntesis de proteínas y la fotosíntesis, además, entre sus funciones más específicas también destacan la aceleración de la división celular y el alargamiento de las raíces, por tanto, las plantas deficientes en nitrógeno no podrán completar los procesos metabólicos que son esenciales para su desarrollo.

El promedio líder de este ensayo supera a los de **Haque et al. (2022)** en su trabajo sobre “Efectos del estiércol orgánico y los fertilizantes químicos sobre el crecimiento y el rendimiento de la arveja” que al aplicar 45-90-40-50 Kg NPK-S ha⁻¹ registra una media de 48,1 cm de altura de la planta.

Tabla 5. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Altura de la planta

Tratamientos	Medias (cm)	Rango
D2E1	53,53	A
D3E1	52,03	A B
D2E2	49,10	A B
D3E2	48,53	A B C
D1E2	43,97	A B C
D1E1	42,17	B C
T	38,53	C

Fuente: Guerrero, 2023

3.1.3 Días a la cosecha

De acuerdo con el análisis estadístico realizado para la variable Días a la cosecha (Tabla 6), se puede identificar que los resultados no muestran diferencias estadísticas entre los tratamientos, pese a esto, el tratamiento T (testigo) es el cual mayor tiempo demoró para la cosecha, registrando un promedio de 92,33 días a diferencia de los demás tratamientos que demoraron menos tiempo, pero no fue una diferencia significativa. Cabe recalcar que los tratamientos que demuestran menor periodo en la cosecha efectivamente fueron los que contenían dosis de fertilización. Los valores registrados en esta investigación concuerdan con lo de **Galindo & Clavijo (2019)** en su obra “Fenología del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L. var. Santa Isabel) en la sabana de Bogotá en campo abierto y bajo cubierta plástica” donde exponen que el cultivo de arveja llega a la madurez comercial entre los 93 y 115 días.

Tabla 6. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Días a la cosecha

Tratamientos	Medias (días)	Rango
D2E1	89,00	A
D1E2	89,00	A
D1E1	89,00	A
D3E1	89,33	A
D2E2	89,67	A
D3E2	90,67	A
T	92,33	A

Fuente: Guerrero, 2023

3.1.4 Número de Vainas por planta

En cuanto a la variable Número de vainas por planta (Tabla 7), se puede observar diferencias estadísticas entre los tratamientos, por un lado, el tratamiento D3E1 (dosis de 127,5 Kg.ha⁻¹ N, 20 Kg.ha⁻¹ P₂O₅, 23,75 Kg.ha⁻¹ K₂O, 45 Kg.ha⁻¹ CaO, en dos épocas de aplicación a los 20 y 45 días a partir de la siembra) alcanzó el grado más alto, con un promedio de 38,33 vainas por planta, por otro lado, el tratamiento T (testigo) con una media de 20,56 vainas por planta; ubicándose este valor en el último

peldaño. En consecuencia, el tratamiento que sobresale, contiene una cantidad considerable de calcio que habría contribuido en este resultado, esto concuerda con **Cayón et al. (2007)** quien postula que el calcio es un elemento estructural de las plantas, puesto que forma la capa media, paredes y membranas de las células, incluso interviene en la división y elongación celular, afecta la distribución y regula la acción de hormonas y señales que consolidan la pared celular y la membrana, aportando un equilibrio iónico a la célula. En este sentido, los resultados obtenidos en el ensayo se superponen a los de **Ambuila et al. (2021)**, que al aplicar una fertilización de 83 Kg.ha⁻¹ N, 250 Kg.ha⁻¹ P₂O₅, 83 Kg.ha⁻¹ K₂O y 0 Kg.ha⁻¹ CaO registraron un promedio de 31,66 vainas por planta.

Tabla 7. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Número de vainas por planta

Tratamientos	Medias (vainas.planta ⁻¹)	Rango
D3E1	38,33	A
D1E1	35,97	A B
D2E1	35,28	A B
D1E2	30,28	A B
D3E2	29,86	A B
D2E2	28,75	A B
T	20,56	B

Fuente: Guerrero, 2023

3.1.5 Longitud de la vaina

Para el caso de la variable Longitud de la vaina (Tabla 8), el análisis estadístico arroja diferencias de los resultados entre tratamientos, siendo el tratamiento D3E1 (dosis de 127,5 Kg.ha⁻¹ N, 20 Kg.ha⁻¹ P₂O₅, 23,75 Kg.ha⁻¹ K₂O, 45 Kg.ha⁻¹ CaO, en dos épocas de aplicación a los 20 y 45 días a partir de la siembra) el más elevado, presentando una media de 9,18 cm de longitud; y el tratamiento T (testigo) asume el menor valor con un promedio de 7,83 cm. El registro más alto de esta investigación se asemeja al de **Abou et al. (2019)**, que en su ensayo denominado “Utilización de fertilizantes amigables como fertilizantes orgánicos y NPK en arveja (*Pisum sativum*

L.)” consiguió un promedio de 9,17 cm de longitud de la vaina, al aplicar 100-200-100 Kg NPK ha¹.

Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Longitud de la vaina.

Tratamientos	Medias (cm)	Rango
D3E1	9,18	A
D2E1	8,67	A B
D3E2	8,56	A B
D1E1	8,51	A B
D2E2	8,06	A B
D1E2	7,83	A B
T	7,19	B

Fuente: Guerrero, 2023

3.1.6 Número de granos por vaina

Con respecto a la variable Número de granos por vaina (Tabla 9), se aprecia diferencias estadísticas relevantes de los resultados, en donde el tratamiento D3E1 (dosis de 127,5 Kg.ha⁻¹ N, 20 Kg.ha⁻¹ P₂O₅, 23,75 Kg.ha⁻¹ K₂O, 45 Kg.ha⁻¹ CaO, en dos épocas de aplicación a los 20 y 45 días a partir de la siembra) se sobrepone con respecto a los demás tratamientos, llegando a un promedio de 8,33 granos por vaina, cabe mencionar también que el tratamiento T (testigo) obtuvo grado más bajo con un promedio de 6,20 granos por vaina.

El estudio efectuado por **Rohith et al. (2020)** con el tema “Efecto de diferentes niveles de NPK y Zinc sobre las propiedades físico-químicas del suelo, crecimiento y rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) Var. Bliss-101” que al suministrar una dosis 40-80-40 Kg NPK ha⁻¹, alcanzó un valor promedio de 8 granos por vaina, el cual demuestra una intensa similitud en comparación a la media sobresaliente de este ensayo.

Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Número de granos por vaina

Tratamientos	Medias (granos.vaina ⁻¹)	Rango
D3E1	8,30	A
D2E1	8,07	A B
D3E2	7,93	A B
D2E2	7,53	A B C
D1E1	7,27	A B C
D1E2	6,60	B C
T	6,20	C

Fuente: Guerrero, 2023

3.1.7 Rendimiento

Según los resultados obtenidos en el análisis estadístico para la variable Rendimiento (Tabla 10) se comprueba que existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, colocándose el tratamiento D3E1 (dosis de 127,5 Kg.ha⁻¹ N, 20 Kg.ha⁻¹ P₂O₅, 23,75 Kg.ha⁻¹ K₂O, 45 Kg.ha⁻¹ CaO, en dos épocas de aplicación a los 20 y 45 días a partir de la siembra) en el primer rango, logrando un promedio de 7301,59 kilogramos de cosecha en vaina verde por hectárea de superficie, no obstante, el tratamiento T (testigo) obtuvo una media de 3915,34 kilogramos por hectárea, colocándose de este modo en el último escalón.

El rendimiento destacado de esta investigación supera considerablemente en comparación al estudio realizado por **Al-Bayati et al.** (2019) titulado “El rol del fertilizante orgánico y químico en el crecimiento y rendimiento de dos cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.)” que obtuvo un rendimiento promedio en vaina verde de 5452 Kg por hectárea, donde se aplicó 36-36-36 Kg NPK ha⁻¹ en conocimiento de que la fertilidad del suelo correspondiente a los macroelementos principales antes de llevar a cabo el ensayo fue alta.

Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los tratamientos en la variable Rendimiento

Tratamientos	Medias (Kg.ha ⁻¹)	Rango
D3E1	7301,59	A
D2E1	6851,85	A B
D3E2	6719,58	A B
D2E2	5767,20	A B
D1E1	5687,83	A B
D1E2	5476,19	A B
T	3915,34	B

Fuente: Guerrero, 2023

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Al haber culminado el trabajo de investigación referente a la “Evaluación de dosis de NPK-Ca en la producción de arveja (*Pisum sativum* var. Quantum)”, se puede concluir lo siguiente:

Se definió que D3 basado en una dosis de 58 Kg.ha⁻¹ N, 35 Kg.ha⁻¹ P₂O₅, 9 Kg.ha⁻¹ K₂O y 9 Kg.ha⁻¹ CaO demostró ser la cantidad con los niveles de fertilización más apropiada para su aplicación en el cultivo de arveja, que, de acuerdo con los resultados, cuatro de las siete variables agronómicas estudiadas toman ventaja con el factor D3, entre estas se enmarca la variable rendimiento; atribuida como la razón de ser de este trabajo investigativo.

Se estableció que E1 (a los 20 y 45 días después de la siembra) resultó ser la época de fertilización más adecuada, puesto que en todas las variables respuesta evaluadas presento dominancia, en consecuencia, ha provocado que el cultivo tenga un aprovechamiento más oportuno del fertilizante suministrado al suelo.

Por medio del presente trabajo de investigación se logró determinar que el rendimiento del cultivo de arveja en vaina verde alcanzó los 7301,59 Kg por hectárea a través de la combinación de los factores de estudio D3 y E1, siendo un registro altamente significativo al tratarse de un cultivo implementado en secano. Además, el tratamiento D3E1 demostró eficiencia en cuanto al costo beneficio logrando el 1,33%, superando al resto.

4.2 Recomendaciones

Para realizar la siembra en seco es necesario esperar a que haya llovido o a su vez pasar el arado para voltear la tierra, esto con el fin de brindar humedad a la semilla y así asegurar la germinación del cultivo.

Se recomienda utilizar una mínima cantidad de 15 semillas por hoyo, puesto que, al cultivarse sin regadío, la presencia de días soleados es inevitables, lo cual reduce el porcentaje de germinación.

Resulta muy indispensable la aplicación de fertilizantes foliares para complementar la nutrición del cultivo y así obtener mejores resultados en cuanto al rendimiento y calidad.

Se recomienda la utilización de las fuentes comerciales de fertilizantes empleadas en esta investigación, ya que son las más idóneas para ajustar a las dosis planteadas.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas

- Abou, E., El-Gammal, M., Salem, I., & Omar, E. (2019). Utilization of Friendly Fertilizers as an Organic and NPK Fertilizers on Peas (*Pisum sativum* L.). *International Journal of Environment*, 8(2), 85-94.
<https://www.curreweb.com/ije/ije/2019/85-94.pdf>
- Abou, E., Sharaf, A., & Fekry, A. (2009). RESPONSE OF PEAS TO ORGANIC MANURE AND NPK FERTILIZATION. *Journal of Productivity and Development*, 14(3), 627-640.
https://journals.ekb.eg/article_44719_a7fe85e4492d248fa65a4c78500ace7a.pdf
- Al-Bayati, H., Ibraheem, F., Allela, W., & Al-Taey, D. (2019). ROLE OF ORGANIC AND CHEMICAL FERTILIZER ON GROWTH AND YIELD OF TWO CULTIVARS OF PEA (*PISUM SATIVUM* L.). *Plant Archives*, 19(1), 1249-1253. <https://www.researchgate.net/profile/Fathel-Fribraheem/publication/332278391>
- Ambuila, N., Anaya, M., Córdoba, E., & Rojas, C. (2021). Efecto del abono a base de hoja de coca en *Pisum sativum* L. en el Cauca, Colombia. *Bio Agro*, 20(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612022000100124&lang=es#B4
- Anchivilca, G. (2018). *ABONAMIENTO ORGÁNICO Y FERTILIZACIÓN NPK EN ARVEJA VERDE (Pisum sativum L.) cv. RONDO, BAJO RIEGO POR GOTEO EN TUPICOCHA, HUAROCHIRÍ. LAMOLINA:*
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3559/anchivilca-rojas-guiller-henry.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Barloza, M., & Hermitaño, Y. (2018). *Evaluación de rendimiento de variedades comerciales de grano fresco de arveja (pisum sativum l.), en el Distrito de*

Paucartambo – Pasco. UNDAC:

http://45.177.23.200/bitstream/undac/1423/1/T026_46708444_T.pdf

Basantes, E. (2015). Manejo de cultivos andinos en el Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Blanco, L. (2020). *Lifeder*. Pisum sativum: características, variedades, hábitat, cultivo.: <https://www.lifeder.com/pisum-sativum/>

Calderón, F., Dardón, D., Márquez, J., & Del Cid, M. (2000). *MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE ARVEJA CHINA*. ICTA:
<https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Arveja/Manejo%20integrado%20del%20cultivo%20de%20Arveja%20china%202000.pdf>

Cayón, G., Días, A., & Mira, J. (2007). Metabolismo del calcio y su relación con la “mancha de madurez” del fruto de banano. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 282.

Chamorro, J. (Marzo de 2013). *Arveja (Pisum sativum L.)*. <https://pisum-sativum8.webnode.es/contactanos/>

Cubero, J. (2018). *Historia General de la Agricultura: de los pueblos nómadas a la biotecnología*. (1st ed.; J. Arévalo, Ed.). Guadalmazán.
https://grupoalmuzara.com/libro/9788494155239_ficha.pdf

Cubillo, P. (2005). *DIAGNÓSTICO DEL CANTON QUERO. CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA*. ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/722/3/T-ESPE-025114-3.pdf>

DANE. (2015). *El cultivo de arveja en Colombia*. Boletín mensual de insumos y factores asociados a la producción agropecuaria:
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf

FAO. (2019). *Evapotranspiración del cultivo*. Archivo PDF:
<https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>

- FAO. (2022). Cultivos y productos de ganadería. *FAOSTAT*.
<https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Fernández, M. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*, *XLI*(2), 56.
<https://www.redalyc.org/pdf/2231/223114970009.pdf>
- Galindo, J., & Clavijo, J. (2019). Fenología del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L. var. Santa Isabel) en la sabana de Bogotá en campo abierto y bajo cubierta plástica. *Corpoica*, *10*(1), 5-15.
<https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945026011.pdf>
- Goites, E. (2008). *Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_de_cultivos_para_la_huerta_organica_familiar_.pdf
- González, A., Méndez, A., & Quesada, V. (2022). RESPUESTA DEL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) A LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL MUNICIPIO PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER. *La Granja*, *37*(1), 1-16.
<https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/4603>
- Haque, M., Moniruzzaman, S., Hossain, M., & Alam, M. (2022). EFFECTS OF ORGANIC MANURE AND CHEMICAL FERTILIZERS ON GROWTH AND YIELD OF GARDEN PEA. *Bangladesh*, *47*(1), 121-129.
<https://www.banglajol.info/index.php/BJAgri/article/view/60599>
- Holguin, R. (2022). *ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LOS PRECIOS DE LOS FERTILIZANTES IMPORTADOS EN LAS EMPRESAS COMERCIALIZADORAS DE FERTILIZANTES DE GUAYAQUIL, AÑO 2021*. UPS: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23745/1/UPS-GT004035.pdf>

- InfoAgro. (2019). *El cultivo del guisante*. InfoAgro.com:
<https://www.infoagro.com/hortalizas/guisantes.htm>
- INIAP. (2004). *EL CULTIVO DE ARVEJA EN LA SIERRA SUR*. Archivo PDF:
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2326/1/BD332.pdf>
- INIAP. (2019). *MANUAL AGRÍCOLA DE LEGUMINOSAS*. PDF:
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/509/1/iniapsci156.pdf>
- Kakar, A., Saleem, M., Shah, R., & Qaim, S. (2002). Growth and Marketable Green Pod Yield Performance of Pea (*Pisum sativum* L.) under Varying Levels of NPK Fertilizers. *Asian Journal of Plant Sciences*, 1(5), 532-534.
 doi:10.3923/ajps.2002.532.534
- Lesur, S. (2014). *MANUAL DE FERTILIDAD DEL SUELO AGRÍCOLA* (Primera ed.). México: Trillas.
- Muniza, S., Khalid, H., Khalid, N., Ghulam, Y., Zhide, G., Muhammad, S., & Sana, P. (2021). Determination of Effective Method of NPK Fertilization in Pea (*Pisum sativum* L.) Cultivars Grown in Pakistan. *Legume Research*, 44(4), 431-438. Obtenido de
<https://arccarticles.s3.amazonaws.com/webArticle/Final-attachment-published-LR-570.pdf>
- Maroto, J. (2014). *Historia de la agronomía* (2nd ed.). España: Mundi-Prensa.
https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr&id=bTsoDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA17&dq=Historia++de+la+Agricultura+&ots=TDC0_HMR6i&sig=1TwB8WjE1dd3ReJFApToQJSDaIM#v=onepage&q=Historia%20%20de%20la%20Agricultura&f=true
- Martínez, Ó., & de Ron, A. (2002). Agronomía y mejora genética del guisante de vaina comestible. *Vida Rural*.
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/45146/1/Ron%20-%20Agronom%c3%ada%20y%20mejora%20gen%c3%a9tica%20del%20guisante%20de%20vaina%20comestible%20.pdf>

- Matadamas, E. (2021). *Manual para el cálculo de fórmulas generales de fertilización*. <http://prepa.chapingo.mx/wp-content/uploads/2021/09/manualcalculo.pdf>
- Minchala, L., & Guamán, M. (2004). El cultivo de arveja en la Sierra Sur. *INIAP-Estación Experimental Austro*.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2326/1/BD332.pdf>
- Muñoz, S. (2013). *EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE QUINCE CULTIVARES DE ARVEJA (Pisum sativum L.), MEDIANTE EL APOYO DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA CON ENFOQUE DE GÉNERO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL AUSTRO BULLCAY*. ESPOCH:
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2871/1/13T0773%20.pdf>
- Pinto, M. (2013). El cultivo de la arveja y el clima en el Ecuador. *Inamhi*.
<https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/EI%20%20cultivo%20de%20la%20arveja%20y%20el%20clima%20en%20el%20Ecuador.pdf>
- Prieto, G. (2013). Claves para el manejo nutricional de arveja. *IPNI International Plan Nutrition Institute*.
[http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/3F1F51E1BF3CB2BD85257B7C004E6619/\\$FILE/2%20-%20PRIETO.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/3F1F51E1BF3CB2BD85257B7C004E6619/$FILE/2%20-%20PRIETO.pdf)
- Prieto, G. (2018). Arveja: potencia la rotación en la secuencia con soja o maíz. Zona Campo. <https://www.zonacampo.com.ar/agricultura/arveja-potencia-la-rotacion>
- Quiroz, A. I., & Mulas, R. (2005). Acumulación de npk en tejido y su eficiencia de uso para la producción de granos, en una asociación trigo (*triticum aestivum*) y arveja (*pisum sativum*). *Bioagro*, 17(2), 99–108.
<https://www.redalyc.org/pdf/857/85717205.pdf>
- Quiroz, P. (2014). *Fenología del cultivo de arveja*. Obtenido de <https://pamequirozerazo.blogspot.com/>

- Rodiño, A., Santalla, M., & de Ron, A. (2004). Fertilización biológica del guisante. *Vida Rural*. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/45164/1/Santalla%20-%20Fertilizaci%3bn%20biol%3bgica%20del%20guisante.pdf>
- Rohith, J., David, A., & Thomas, T. (2020). Effect of Different Levels of NPK and Zinc on Physico-chemical Properties of Soil, Growth and Yield of Pea [Pisum sativum L.] Var. Bliss-101. *IJCMAS*, 9(9), 3307-3312. <https://www.ijcmas.com/9-9-2020/J.%20R.%20Rohith,%20et%20al.pdf>
- Schultz, T. W. (1964). *Modernización de la Agricultura*. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/fondo/pdf/13382_3.pdf
- Sosa, D. (2020). *TÉCNICAS DE TOMA Y REMISIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS*. INTA. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-tnicas_de_toma_y_remisin_de_muestras_de_suelos.pdf
- Tardío, J., Pardo, M., Morales, R., Molina, M., & Aceituno, L. (2018). Inventario español de los Conocimientos tradicionales relativos a la biodiversidad agrícola. Volumen I. (P. y. Ministerio de Agricultura, Ed.) 420.
- Vitra. (2020). *La gran importancia del nitrógeno en las plantas*. Vitra: <https://www.agrovitra.com/wp/wp-content/uploads/2020/10/Importancia-del-Nitr%3Bgeno-en-las-plantas-Fernanda-Habit.pdf>

Anexos

Figura 1. Análisis físico y químico del suelo



DATOS DEL CLIENTE						
Cliente:	Efren Guerrero					
Dirección:	Quero	Telefono:	<input type="text"/>			
Provincia:	Tungurahua	Canton:	quero			
INFORMACION DE LA MUESTRA						
Tipo de Muestra:	suelo	Fecha de ensayo:	del 15 de septiembre 22 de septiembre			
Fecha de toma de muestra:	15/9/2022	Dirección de la muestra:	quero			
Fecha de recepción:	15/9/2022	ID. Lab	34 2022			
Cultivo anterior	Cultivo actual:					
Observaciones:						
RESULTADOS						
Id. Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
Efren Guerrero	N		0.22	%	bajo	calcula a partir de MO
	P	Olsen mod.	75.0	ppm	alto	Colorimétrico
	K	Ac.Am	1.3	meq/100g	alto	A.atómica
	Ca	Ac.Am	4.5	meq/100g	bajo	A.atómica
	PH	H2O 1:2.5	6.79		NEUTRO	Potenciométrico
	M.O.	W-B	5.50	%	Alto	Volumétrico
	C.E	H2O 1:2.5	0.20	mmhos/cm	Lig. Salino	Conductimétrico
	Textura	clase textural	franco arenoso	arena %	62	bouyoucus
				limo %	32	
				arcilla %	6	
Densidad	gravimétrico	1.79	g/cm ³		gravimétrico	



Ing. Carlos Mayorga
TOTALCHEM

TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra
Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

tamizajes fitoquímicos
análisis de agua potable y residual
análisis de suelos, análisis de abonos agrícolas

0980622817

Fuente: Guerrero, 2023

Figura 2. Siembra



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 3. Fuentes comerciales para la fertilización edáfica



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 4. Abonamiento



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 5. Control de arvenses pos-emergencia a los 25 días



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 6. Fertilización edáfica a los 60 días



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 7. Aporque



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 8. Monitoreo del cultivo a los 65 días



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 9. Fertilización foliar y control fitosanitario



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 10. Visita del tutor al ensayo en campo



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 11. Levantamiento de datos de días a la floración



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 12. Levantamiento de datos de altura de la planta



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 13. Levantamiento de datos de días a la cosecha en vaina verde



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 14. Levantamiento de datos de numero de vainas por planta



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 15. Levantamiento de datos de longitud de la vaina



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 16. Levantamiento de datos de granos por vaina



Fuente: Guerrero, 2023

Figura 17. Levantamiento de datos de rendimiento del cultivo en vaina verde



Fuente: Guerrero, 2023

Tabla 11. Relación Costo Beneficio del cultivo

	Tratamientos			
	D1F1	D2F1	D3F1	T
	INGRESOS (USD ha ⁻¹)			
	2317	2791	2975	1595
	EGRESOS (USD ha ⁻¹)			
Análisis de suelo	30	30	30	30
Maquinaria	70	70	70	70
Semilla	300	300	300	300
Fertilizante Foliar + Pesticidas	250	250	250	250
Fertilizantes Edáficos	209	647	425	0
Mano de obra	250	250	250	250
Mano de obra cosecha	632	761	811	435
Costales	29	42	51	54
Transporte	29	42	51	54
TOTAL	1799	2392	2238	1443
	RELACIÓN COSTO BENEFICIO (%)			
	1,29	1,17	1,33	1,11

Fuente: Guerrero, 2023

Tabla 12. Datos de la variable Días a la Floración

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
Días			
D1E1	59,00	59,00	61,00
D1E2	60,00	59,00	62,00
D2E1	60,00	61,00	60,00
D2E2	59,00	62,00	61,00
D3E1	61,00	59,00	63,00
D3E2	64,00	61,00	60,00
T	60,00	63,00	64,00

Fuente: Guerrero, 2023

Tabla 13. Datos de la variable Altura de la Planta

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
Cm			
D1E1	37,91	40,89	47,70
D1E2	46,40	38,03	47,47
D2E1	49,75	56,52	54,33
D2E2	47,68	47,42	52,20
D3E1	48,94	54,77	52,39
D3E2	49,04	45,72	50,84
T	35,05	41,10	39,45

Fuente: Guerrero, 2023

Tabla 14. Datos de la variable Días a la Cosecha

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
	Días		
D1E1	87,00	89,00	91,00
D1E2	88,00	88,00	91,00
D2E1	88,00	90,00	89,00
D2E2	87,00	92,00	90,00
D3E1	89,00	87,00	92,00
D3E2	93,00	90,00	89,00
T	93,00	91,00	93,00

Fuente: Guerrero, 2023

Tabla 15. Datos de la variable Vainas por Planta

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
	vainas.planta ⁻¹		
D1E1	28,33	37,08	42,50
D1E2	27,92	29,58	33,33
D2E1	28,75	35,42	41,67
D2E2	21,25	33,75	31,25
D3E1	30,83	37,92	46,25
D3E2	25,42	35,00	29,17
T	16,25	20,00	25,42

Fuente: Guerrero, 2023

Tabla 16. Datos de la variable Longitud de la Vaina

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
	Cm		
D1E1	7,84	8,44	9,24
D1E2	7,84	7,36	8,28
D2E1	8,68	7,70	9,62
D2E2	7,76	7,54	8,88
D3E1	8,94	8,68	9,92
D3E2	8,30	8,16	9,22
T	6,46	7,66	7,46

Fuente: Guerrero, 2023

Tabla 17. Datos de la variable Granos por Vaina

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
	granos.vaina ⁻¹		
D1E1	7,19	7,03	7,58
D1E2	7,44	6,60	5,76
D2E1	8,18	7,87	8,15
D2E2	7,05	7,74	7,81
D3E1	8,08	8,80	8,02
D3E2	8,03	7,53	8,24
T	5,21	6,82	6,57

Fuente: Guerrero, 2023

Tabla 18. Datos de la variable Rendimiento

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
	Kg.ha ⁻¹		
D1E1	4841,27	6666,67	5555,56
D1E2	4047,62	6428,57	5952,38
D2E1	5396,83	7063,49	8095,24
D2E2	5317,46	5634,92	6349,21
D3E1	5873,02	7222,22	8809,52
D3E2	5476,19	6746,03	7936,51
T	3095,24	3809,52	4841,27

Fuente: Guerrero, 2023