

**DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES Y
RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN MINERAL PARA EL CULTIVO DE
LA ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L. var. *macrocarpon*) Y DE LA
ARVEJA DULCE (*Pisum sativum* L. var. *saccharatum*)**

JEISSON RODRÍGUEZ VALENZUELA

**TRABAJO DE GRADO
Presentado Como Requisito Para Optar el Título de
INGENIERO AGROFORESTAL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. (UNAD)
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIA Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA: INGENIERIA AGROFORESTAL
Bogotá D.C
2011**

**DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES Y
RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN MINERAL PARA EL CULTIVO DE
LA ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L. var. *macrocarpon*) Y DE LA
ARVEJA DULCE (*Pisum sativum* L. var. *saccharatum*)**

JEISSON RODRÍGUEZ VALENZUELA

Directora:
MARGARITA RAMÍREZ GÓMEZ
I.A. M.Sc. Microbiología de Suelos

Codirector:
LAGUANDIO BANDA SÁNCHEZ
I.A. M.Sc. Ciencias agrarias.
Con énfasis en fitoprotección integrada

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. (UNAD)
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIA Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA: INGENIERÍA AGROFORESTAL
Bogotá D.C
2011

TABLA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DE JURADOS

COORDINADORA

BOGOTÁ, D.C., 2011

DEDICATORIA

A Dios Padre y a Cristo por brindarme la gran oportunidad de vivir y por darme la sabiduría, inteligencia y ciencia, en el desarrollo de este trabajo de investigación y en mi profesión. A mi mamá por su amor, paciencia, entrega y apoyo incondicional para conmigo. A mi tío Geiser por ser la persona que me inspiró a estudiar esta carrera y por enseñarme las cosas valiosas de la vida.

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS Padre por ser el hacedor y creador la vida, quien con su extraordinaria sabiduría y amor infinito, creó la biodiversidad en el campo Colombiano y la preciosa naturaleza.
- A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), a sus instalaciones y profesores, (Ingenieros forestales, Ingenieros agrónomos, zootecnistas y demás funcionarios) quienes contribuyeron a mi formación profesional, científica y personal.
- A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) de la sede de Tibaitatá en Mosquera (Cundinamarca), por brindar sus instalaciones, a todos sus funcionarios y el equipo técnico y científico de este proyecto, quienes contribuyeron al logro del presente trabajo de investigación.
- Al doctor Germán Sánchez líder del proyecto de guisante, quien fue una persona dedicada y entregada en toda la parte técnica, científica y logística en todo el proceso de este trabajo y aprendizaje.
- A la directora de mi trabajo de grado Margarita Ramírez, quien con su gran experiencia científica, tiempo y dedicación aportó a la investigación, desarrollo y ejercicio de mi trabajo de grado.
- A mi codirector de trabajo de grado y profesor Laguandio Banda Sánchez, por su tiempo, acompañamiento y asesoramiento en este trabajo y en mi formación profesional.

- A Issueh Arenas Rubio, quien con su profesionalismo acompañamiento y total dedicación para conmigo, aportó al ejercicio de mi rol en este proyecto.
- Al doctor Edgar Villaneda por ser una persona paciente, quien constantemente estuvo dispuesto a transmitir su conocimiento científico y profesional en el tema de suelos de una manera apasionada.
- A Robert Morales y Álvaro Rozo, quienes con su desinteresada y total entrega contribuyeron en la parte técnica y operativa de todo el proyecto.
- Al Ingeniero Rafael Pedraza, quien con su gran experiencia y conocimiento en el tema de nutrición vegetal, orientó y aportó la parte de fertilización del cultivo.
- A todo el equipo del laboratorio de Ecofisiología vegetal de CORPOICA, por su ayuda y por hacer que cada día el trabajo en el laboratorio fuera más agradable.
- Al doctor Jorge Arguelles, quién colaboró y asesoró en la parte estadística del proyecto.
- Al doctor Ricardo Galindo, quien ayudó en la parte fisiológica del cultivo.
- A mi familia, quienes por su entrega, paciencia, amor y respaldo incondicional en el estudio de mi carrera y el desarrollo de mi trabajo de grado, permitieron este logro.
- A mi novia Katherin Feo, por su ayuda y por motivarme todo el tiempo a seguir en la lucha constante en el ejercicio de mi trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
Introducción.....	19
Objetivos.....	21
 CAPITULO 1: REVISION DE LITERATURA	
1.1 La arveja.....	22
1.1.1 Origen y distribución.....	22
1.1.2 Clasificación taxonómica.....	22
1.1.3 Fenología.....	23
1.1.4 Morfología.....	24
1.1.5 Variedades.....	25
1.1.6 Producción y rendimiento.....	25
1.1.7 Consideraciones de tipo agronómico.....	26
1.1.8 Fertilización.....	27
1.2 Descripción de las variedades a utilizar.....	31
1.2.1 Arvejas de vainas comestibles.....	31
1.2.2 Arveja china o guisante.....	33
1.2.3 Arveja dulce.....	33
1.2.4 Dinámica de mercado mundial.....	34
1.2.5 Recomendaciones de calidad para exportación.....	36
1.2.6 Manejo agronómico para la arveja china y arveja dulce.....	38
1.2.7 Experiencias de fertilización del guisante.....	41
1.3 Requerimientos nutricionales.....	42
1.4 Funciones de los nutrientes en la producción de cultivos.....	43
 CAPITULO 2: MATERIALES Y METODOS	
2.1 Ubicación del experimento.....	46
2.2 Material experimental.....	47

2.3	Adecuación del terreno.....	48
2.4	Montaje de la prueba.....	49
2.5	Manejo fitosanitario.....	50
2.6	Diseño del experimento.....	50
2.7	Tratamientos.....	51
2.8	VARIABLES EVALUADAS.....	53
2.8.1	Muestreos fenológicos.....	53
2.8.2	Días a floración y formación de vainas.....	53
2.8.3	Días a cosecha.....	54
2.8.4	Tiempo térmico.....	54
2.8.5	Rendimiento.....	55
2.9	Peso fresco y peso seco en tejido vegetal	56
2.9.1	Muestreo destructivo en floración.....	57
2.9.2	Muestreo destructivo en pico de cosecha.....	57
2.9.3	Análisis de tejido vegetal.....	58
2.9.4	Determinación de requerimientos nutricionales.....	58
2.9.5	Análisis económico.....	58
2.9.6	Plan de fertilización.....	60
2.9.7	Análisis estadístico.....	60
CAPITULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
3.1	Evaluación de variables fenológicas.....	61
3.1.1	Altura.....	61
3.1.2	Número de nudos.....	63
3.2	Días a floración, días a formación de vainas y días a cosecha.	65
3.3	Tiempo térmico.....	67
3.4	Cosecha.....	68
3.4.1	Numero de vainas.....	68
3.4.2	Peso de vainas.....	69
3.5	Rendimiento.....	71
3.6	Pesos fresco y peso seco de tejido vegetal.....	72
3.7	Requerimientos nutricionales.....	78
3.8	Evaluación económica.....	80

3.8.1	Costos de producción.....	80
3.8.2	Ingreso bruto.....	81
3.8.3	Ingresos netos.....	82
3.8.4	Relación Beneficio / Costo.....	83
3.8.5	Rentabilidad.....	84
3.9	Plan de fertilización.....	85
3.9.1	Plan de fertilización mediante cuantificación de factores.....	86
3.9.2	Requerimientos del cultivo.....	86
3.9.3	Lo que hay en el suelo.....	86
3.9.4	Eficiencia de la fertilización.....	87
3.9.5	Plan de fertilización mediante tablas calibradas.....	89
3.9.6	Propuesta de plan de fertilización.....	90
	CONCLUSIONES.....	95
	RECOMENDACIONES.....	98

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Recomendaciones para la fertilización de la arveja.	28
Tabla 2 Recomendaciones para mantener la calidad en postcosecha	36
Tabla 3 Reconocimiento fitosanitario de la arveja china y arveja dulce	39
Tabla 4 Niveles de extracción de nutrientes en arveja	43
Tabla 5 Cantidad de nutriente absorbido y extraído expresado en kg de nutriente por tonelada de órgano cosechable en Guisante	43
Tabla 6 Agrupación de los nutrientes de acuerdo con el tipo de funciones en la planta	44
Tabla 7 Movilidad de los elementos en el suelo y la planta	45
Tabla 8 Descripción de los tratamientos de fertilización	50
Tabla 9 Cantidad de fertilizante para el T1:100%	52
Tabla 10 Cantidad de fertilizante para el T2:50%	52
Tabla 11 Cantidad de fertilizante para el T3:10%	52
Tabla 12 Grados día y grados calendario en estados fenológicos de floración y cosecha para la arveja dulce y arveja china	67
Tabla 13 Rendimiento para las variedades Goliath y Sugar Daddy bajo cuatro tratamientos de fertilización	72
Tabla 14 Cantidad de nutrientes absorbidos para variedad Goliath	78
Tabla 15 Cantidad de nutrientes absorbidos para variedad Sugar Daddy	79
Tabla 16 Requerimientos nutricionales para la arveja china (Goliath) con el T1:100%	79
Tabla 17 Requerimientos nutricionales para la arveja dulce (Sugar Daddy) con el T1:100%	80
Tabla 18 Requerimientos nutricionales para la arveja dulce (Goliath) con el T2:50%	80
Tabla 19 Requerimientos nutricionales para la arveja dulce (Sugar Daddy) con el T2:50%	80
Tabla 20 Costos de producción para arveja china	81
Tabla 21 Costos de producción para arveja dulce	81

Tabla 22	Ingresos brutos para la variedad de arveja china (Goliath)	82
Tabla 23	Ingresos brutos para la variedad de arveja china (Sugar Daddy)	82
Tabla 24	Ingresos netos para la variedad de arveja china (Goliath)	83
Tabla 25	Ingresos netos para la variedad de arveja dulce (Sugar Daddy)	83
Tabla 26	Relación beneficio costo para la variedad de arveja china (Goliath)	83
Tabla 27	Relación beneficio costo para la variedad de arveja dulce (Sugar Daddy)	84
Tabla 28	Rentabilidad para la arveja china según tratamientos	84
Tabla 29	Rentabilidad para la arveja china según tratamientos	85
Tabla 30	Factores de la eficiencia de la fertilización de los nutrientes aplicados	87
Tabla 31	Cuantificación de factores para arveja china	88
Tabla 32	Cuantificación de factores para arveja dulce	88
Tabla 33	Plan de fertilización para arveja china y arveja dulce mediante tabla calibrada (ICA, 1992).	89
Tabla 34	Interpretación análisis de suelos	91
Tabla 35	Factores de conversión de la unidad de peso del nutriente a oxido	91
Tabla 36	Factores de conversión de la unidad de peso del nutriente a oxido	92
Tabla 37	Factores de conversión de la unidad de peso del nutriente a oxido	92
Tabla 38	Plan de fertilización para arveja china (Goliath) con el T1:100%	92
Tabla 39	Plan de fertilización para arveja dulce (Sugar Daddy) con el T1:100%	93
Tabla 40	Plan de fertilización para arveja china (Goliath) con el T2:50%	93
Tabla 41	Plan de fertilización para arveja dulce (Sugar Daddy) con el T2:50%	94

LISTA DE FIGURAS

	Pág	
Figura 1	Fenología de desarrollo de la arveja o guisante	24
Figura 2	Variedades de arveja de vaina comestible.	32
Figura 3	Utilización de arveja de vaina verde o comestible	32
Figura 4	Principales países exportadores e importadores de arveja china	35
Figura 5	Zonas evaluadas para diagnostico de problemática fitosanitario	38
Figura 6	Localización del experimento, Invernadero en el lote 5 de CORPOICA de Tibaitatá en Mosquera (Cundinamarca).	46
Figura 7	Variedades comerciales a utilizar	47
Figura 8	Adecuación del terreno	48
Figura 9	Siembra.	49
Figura 10	Distribución de los tratamientos en el ensayo 1. Variedad Goliath	51
Figura 11	Distribución de los tratamientos en el ensayo 2. Variedad Sugar	51
Figura 12	Medición de altura y número de nudos.	53
Figura 13	Cosecha de arveja china y arveja dulce.	55
Figura 14	Peso fresco y peso seco	56
Figura 15	Proceso del secado de muestras en laboratorio	57
Figura 16	Alternativas para establecer plan de fertilización.	85

LISTA DE GRAFICAS

		Pág
Grafica 1	Curva de crecimiento para la variedad Goliath	62
Grafica 2	Curva de crecimiento para la variedad Sugar Daddy	63
Grafica 3	Curva de número de nudos para la variedad Goliath	64
Grafica 4	Curva de número de nudos para la variedad Sugar Daddy	65
Grafica 5	Promedio de días a floración a días a cosecha para la variedad Goliath	65
Grafica 6	Promedio de días a floración a días a cosecha para la variedad Sugar Daddy	66
Grafica 7	Prueba de Tukey para el número de vainas en la variedad Goliath	69
Grafica 8	Prueba de Tukey para el peso de vainas en la variedad Goliath	70
Grafica 9	Prueba de Tukey para el peso de vainas en la variedad Sugar	71
Grafica 10	Peso fresco para Sugar muestreo destructivo – floración	73
Grafica 11	Peso seco para Sugar muestreo destructivo – floración	73
Grafica 12	Peso fresco para Goliath muestreo destructivo - floración	74
Grafica 13	Peso seco para Goliath muestreo destructivo – floración	74
Grafica 14	Peso fresco para Sugar muestreo destructivo – cosecha	75
Grafica 15	Peso seco para Sugar muestreo destructivo – cosecha	76
Grafica 16	Peso fresco para Goliath muestreo destructivo – cosecha	77
Grafica 17	Peso seco para Goliath muestreo destructivo – cosecha	77

LISTA DE ANEXOS

	Pág	
ANEXO 1	Resultados de análisis de suelo fisicoquímico realizado al sustrato utilizado	104
ANEXO 2	Análisis completo de tejido vegetal muestreo destructivo en floración para Arveja china (Goliath)	105
ANEXO 3	Análisis completo de tejido vegetal muestreo destructivo en floración para Arveja dulce (Sugar Daddy)	106
ANEXO 4	Análisis completo de tejido vegetal muestreo destructivo en floración Muestra 32 (testigo absoluto o T0:0% Sugar Daddy)	107
ANEXO 5	Análisis completo de tejido vegetal muestreo destructivo en floración (32 – 33 Goliath) (34 – 36 Sugar Daddy)	108
ANEXO 6	Análisis completo de tejido vegetal muestreo destructivo en pico de cosecha para Arveja china variedad Goliath	109
ANEXO 7	Análisis completo de tejido vegetal muestreo destructivo en pico de cosecha para Arveja dulce variedad Sugar Daddy	110
ANEXO 8	Análisis de varianza para altura y numero de nudos en plantas de arveja china (Goliath)	111
ANEXO 9	Análisis de varianza para altura y numero de nudos en plantas de arveja dulce variedad (Sugar Daddy)	112
ANEXO 10	Análisis de varianza para numero y peso de vainas en plantas de arveja china (Goliath)	113
ANEXO 11	Análisis de varianza para numero y peso de vainas en plantas de arveja dulce (Sugar Daddy)	114
ANEXO 12	Análisis de varianza para peso fresco y peso seco de de arveja china (Goliath) en estado fenológico de floración	115
ANEXO 13	Análisis de varianza para peso fresco y peso seco de de arveja dulce (Sugar Daddy) en estado fenológico de floración	116

ANEXO 14	Análisis de varianza para peso fresco y peso seco de arveja china (Goliath) en estado fenológico de cosecha	117
ANEXO 15	Análisis de varianza para peso fresco y peso seco de arveja dulce (Sugar Daddy) en estado fenológico de cosecha	118
ANEXO 16	Costos de producción para arveja china con el T1:100%	119
ANEXO 17	Costos de producción para arveja china con el T2:50%	120
ANEXO 18	Costos de producción para arveja china con el T3:10%	121
ANEXO 19	Costos de producción para arveja china con el T0:0%	122
ANEXO 20	Costos de producción para arveja dulce con el T1:100%	123
ANEXO 21	Costos de producción para arveja dulce con el T2:50%	124
ANEXO 22	Costos de producción para arveja dulce con el T3:10%	125
ANEXO 23	Costos de producción para arveja dulce con el T0:0%	126
ANEXO 24	Factor de eficiencia que determina el elemento aprovechable de acuerdo al tipo de suelo	127
ANEXO 25	Calculo de nutrientes a aplicar y cuantificación de factores para el plan de fertilización	128

RESUMEN

El cultivo de guisante o variedades de arveja de vainas comestibles como la arveja china (*Pisum sativum* L. var. *macrocarpon*) y arveja dulce (*Pisum sativum* L. var. *saccharatum*), son catalogadas como hortalizas tipo gourmet y tienen una buena aceptación en el mercado internacional. Para este tipo de cultivos se buscó con esta investigación determinar los requerimientos nutricionales bajo condiciones de invernadero en CORPOICA C.I. Tibaitatá en el municipio de Mosquera, Cundinamarca (Colombia), ajustando dosis al 100%, 50%, 10% y 0% de la fertilización mineral recomendada. Empleando un diseño de bloques completos al azar, se evaluaron variables morfo-agronómicas para las dos variedades de arveja: altura y el número de nudos, días a floración y formación de vainas, días a cosecha, materia fresca, materia seca, rendimiento, contenido de nutrientes en tejido vegetal y un análisis económico evaluando relación beneficio costo y rentabilidad para cada tratamiento de fertilización. Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas y mayores valores para las variables de rendimiento (arveja china: 11.5 t/ha y 10.86 t/ha) y (arveja dulce: 9.07 t/ha y 8.19 ton/ha), peso de materia seca en estado fenológico de cosecha para la arveja dulce con (arveja dulce: 18.984g y 8.762g), y requerimientos de absorción de nutrientes cuando se aplicó el 100% y 50% de la fertilización mineral respectivamente. Las variables fenológicas como altura y número de nudos en las dos variedades de arveja, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos al igual que el peso de materia seca para la arveja china. Al realizar el análisis económico, el tratamiento que obtuvo mayor rentabilidad fue el de 50% de la fertilización (arveja china: 310.1%) (arveja dulce: 224.6%), seguido por el tratamiento con el 100% de la fertilización (arveja china: 287.4%) (arveja dulce: 215.6%). Con estos resultados se pudo establecer planes de fertilización mineral económicamente rentables y más balanceados, teniendo en cuenta los requerimientos de los cultivos, el estado químico del suelo y la eficiencia de la

fertilización, con lo que se espera iguales o mayores rendimientos a los obtenidos bajo las condiciones del experimento.

Palabras claves: Arvejas, fertilización, absorción, nutrientes, rendimiento.

SUMMARY

The crop of pods or varieties of edible Chinese peas (*Pisum sativum* L. var. *macrocarpon*) and sweet pea (*Pisum sativum* L. var. *saccharatum*) are classified as gourmet vegetables and have a good acceptance in the international market. For such crops researchers looked to determine the nutrition requirements under the greenhouse conditions in CORPOICA C.I. Tibaitatá, in the municipality of Mosquera, Cundinamarca (Colombia). Adjusting dose to 100%, 50%, 10 and 0% of recommended mineral fertilization. Throughout a block design plots, morphoagronomic variables were evaluated for the two pea varieties: height and number of knots, days and pod formation outcrop, days of harvest, fresh matter, dry matter, yield, content of plant tissue nutrients and an economic analysis to assess cost benefit and cost for each fertilization treatment. The results showed significant differences significant and higher values for yield variables (pea China: 11.5 t / ha and 10.86 t / ha) and (sweet pea: 9.07 t / ha and 8.19 t / ha), dry matter in crop condition for phenological sweet peas (sweet peas: 18.984g and 8.762g), and requirements for nutrient absorption when applied to 100% and 50% of mineral fertilization, respectively. Phenological variables, such as height and number of nodes in both peas varieties of peas, showed no significant differences between treatments as the weight of dry matter for pea China. In undertaking the economic analysis, the treatment obtained higher returns than 50% fertilization (pea china: 310.1%) (sweet pea: 224.6%), followed by treatment for 100% fertilization (pea china: 287.4%) (sweet pea: 215.6%). These results allow us to establish plans and mineral fertilizer profitable and more balanced, taking into account the requirements of crops, soil chemical status and efficiency of fertilization, which is expected to equal or higher yields than those obtained under experimental conditions.

Keywords: peas, fertilization, absorption, nutrients, yield.

INTRODUCCION

De acuerdo con Villarías y Garzón (2001), desde tiempo inmemorial los guisantes han formado parte de la dieta humana y en algunas regiones se ha dependido de ellos y de otras leguminosas como fuente de proteínas para complementar la dieta basada en cereales. Sánchez (2011) afirma que este cultivo de guisante o variedades de arveja de vainas comestibles, son leguminosas catalogadas como hortalizas tipo gourmet que poseen un alto valor nutritivo y su comercialización está enfocada a mercados internacionales.

Aunque en Colombia se han adelantado estudios de respuesta del guisante a diferentes niveles de N, P, K y de densidades de siembra por Montoya y Castillo (1990), así como estudios de adaptabilidad de variedades de arveja de vaina comestible registrados (Aguilar *et al.*, 1992), son muy pocos los trabajos de investigación reportados sobre estas variedades de arveja en el país, y hasta ahora estos cultivos se han dado a conocer adquiriendo importancia económica por los niveles de rentabilidad, ya que su mercado es para exportación principalmente (Sánchez, 2011).

La exportaciones de frutas y hortalizas en Colombia y la búsqueda de nuevas alternativas de producción, comercialización y consumo tanto al interior del país como en el mercado internacional, han generado la necesidad de satisfacer la demanda de productos hortofrutícolas los cuales son importantes en la dieta de la población, que a su vez cada día busca una alimentación más saludable. Es por esto que productos como el guisante de vainas comestible o también más conocidas en el exterior como arveja china (*Pisum sativum* L. var. *macrocarpon*) y la arveja dulce (*Pisum sativum* L. var. *saccharatum*) han tenido una buena aceptación en el mercado internacional, y han sido una buena opción de producción y comercialización para países como Guatemala, el cual es el principal exportador.

Debido a la demanda insatisfecha de países como Bélgica, Estados Unidos, Holanda y el Reino Unido, en el segundo semestre del año, en el que países exportadores como Guatemala tienen condiciones climáticas que impiden la producción de guisante, se genera una oportunidad para que Colombia pueda llegar a suplir esta demanda. Por ello, es importante desarrollar investigación para establecer las bases tecnológicas relacionadas con la nutrición del cultivo, las cuales no han sido establecidas bajo nuestras condiciones de producción.

Esta posibilidad de nuevo mercado en Colombia, abre las puertas para la producción de arveja china y arveja dulce ya que el país cuenta con zonas agroecológicas adecuadas para su establecimiento, sin embargo en la identificación de las condiciones que permitan optimizar la producción de arveja china y arveja dulce, surge la necesidad de responder las preguntas: ¿Qué cantidad de nutrientes necesitan estas arvejas? y ¿qué tipo de fertilización mineral es la adecuada para el establecimiento de estos cultivos en Colombia?.

Por lo anterior el desarrollo de la presente investigación buscó determinar la cantidad de nutrientes extraídos por las variedades de arveja china y de arveja dulce, para determinar sus requerimientos nutricionales, con los cuales se puedan establecer planes de fertilización mineral, como parte de las recomendaciones de manejo agronómico de estos cultivos en condiciones colombianas y poder transferir esta información a los agricultores.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Determinar los requerimientos nutricionales y evaluar el comportamiento agronómico de la arveja china (*Pisum sativum* L. var. *macrocarpon*) y de la arveja dulce (*Pisum sativum* L. var. *saccharatum*) bajo tres condiciones de fertilización mineral.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Evaluar la cantidad de nutrientes absorbidos por la arveja china y arveja dulce en tres diferentes tratamientos de fertilización mineral en los estados fenológicos de floración y cosecha.
2. Determinar el efecto de la nutrición mineral en la productividad de dos variedades de arveja.
3. Analizar e identificar económicamente la dosis de fertilización mineral más rentable entre los tratamientos establecidos en dos variedades de arveja.
4. Establecer un plan de fertilización mineral para la arveja china y arveja dulce.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 LA ARVEJA (*Pisum sativum* L.)

1.1.1 Origen y distribución

El centro de origen exacto y el progenitor silvestre de la arveja son desconocidos. Sin embargo, diversos autores coinciden en que aquel se encontraría en la zona comprendida desde el Mediterráneo, pasando por el Medio Oriente hasta el suroeste de Asia. (Buitrago *et al.*, 2006)

La arveja es una leguminosa que se cultiva en casi todo el mundo aunque está más adaptada a climas templados, fríos y húmedos. Como planta es muy antigua y su empleo en la alimentación humana y animal se remontan a 6000 – 7000 años antes de Cristo como lo afirma. (Cárdenas, 2003).

1.1.2 Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
Subreino:	Thallobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Rosales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Papillionidae
Genero:	<i>Pisum</i>
Especie:	<i>sativum</i>
Nombre científico:	<i>Pisum sativum</i> L.

Nombre común: Arveja, alverja, guisante, chícharo. (Cárdenas, 2003)
(Prado, 2008)

1.1.3 Fenología

Como lo afirman Galindo y Clavijo (2009), según la escala BBCH (Bundesanstalt, Bundessortenamt, Chemical) (Meier, 2001), el desarrollo fenológico de la planta de arveja (Figura 1), se puede describir con los siguientes estadios: germinación, desarrollo de hojas, crecimiento longitudinal de entrenudos, aparición del órgano floral, floración, formación y maduración de vainas, senescencia.

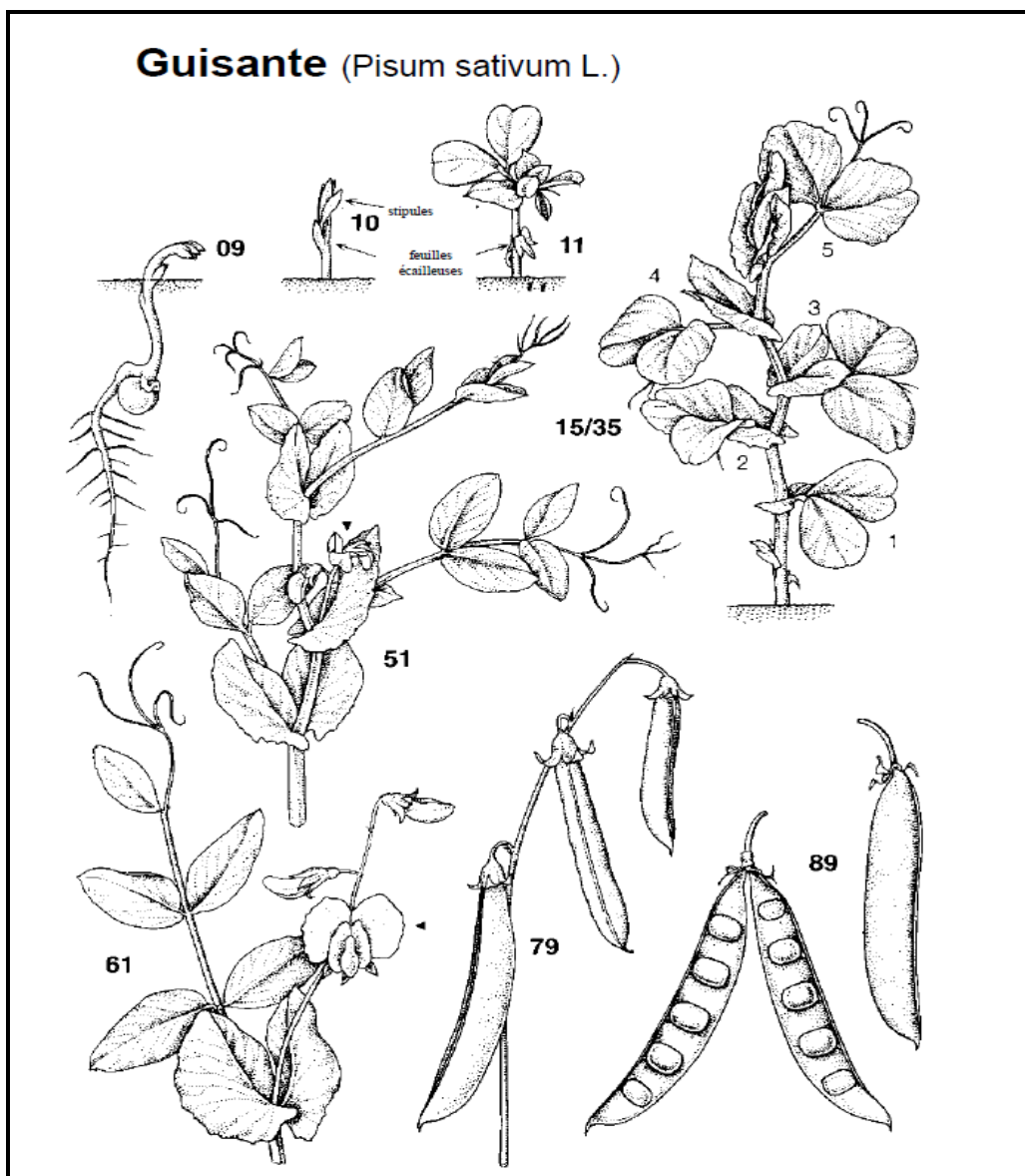


Figura 1. Fenología de desarrollo de la arveja o guisante, (Fuente: Meier., 2001.)

1.1.4 Morfología

De acuerdo con su morfología González (2001) define a la arveja o guisante como una planta trepadora, anual, comúnmente con un solo tallo dominante, en el cual los primeros dos o tres nudos poseen hojas escamosas trífidas, los nudos inmediatos superiores tienen hojas con un par de folíolos,

incrementándose el número de estos folíolos en los nudos superiores. Toda las hojas tienen dos estípulas insertas en la base del pecíolo.

El tallo es hueco y puede variar de longitud de acuerdo con la variedad; en las hojas superiores los folíolos se transforman en zarcillos persistentes que utiliza la planta para sostenerse. La raíz es pivotante y con numerosas raicillas que generalmente presentan nódulos que contienen bacterias fijadoras de nitrógeno. Las flores son pentámeras blancas o moradas con nacimiento individual o en racimos. (Fedecafé, 1986).

1.1.5 Variedades

Las variedades de arveja más sembradas en el país son: Santa Isabel, Piquinegra, Guatecana, Sindamanoy, Obonuco San Isidro y Obonuco Andina. En Nariño, además, se siembran algunas variedades de tipo determinado como la Lojanita, Cobri y Santa Cecilia. (Buitrago *et al.*, 2006)

1.1.6 Producción y rendimiento

En el país, la arveja, después del frijol, es la leguminosa de más importancia, La arveja se cultiva en catorce departamentos, pero su producción se concentra en Cundinamarca, Boyacá, Nariño, Tolima y Huila, que cubren cerca del 90% del área reportada en el 2009. Existen dos sistemas de producción de arveja: la siembra con tutor, comúnmente denominada “colgada” y la siembra rastrera sin tutor. El primero se caracteriza por los altos costos, altos rendimientos y mayor calidad, y, generalmente se cosecha en verde. Este sistema de siembra es el que predomina en el país. La siembra rastrera está concentrada en Nariño, donde se utiliza para producir arveja seca para semilla. (Fenalce., 2010)

En el 2008, se cosecharon 26.826 hectáreas con una producción calculada de 80.000 toneladas de arveja en vaina para consumo fresco y 1.200 toneladas de arveja seca para semilla, producida especialmente en Nariño y Tolima. Dado que al desgranar la arveja verde su rendimiento es de 50% en cáscara y 50% de grano verde, el consumo por habitante está cercano al kilo de arveja desgranada (Fenalce., 2010).

1.1.7 Consideraciones de tipo agronómico

1.1.7.1 Clima

De acuerdo con Galindo y Clavijo (2009), el rango de temperatura óptima para el crecimiento de la arveja está entre los 15°C y 18°C por encima del cual la curva de crecimiento decrece, aunque se sigue produciendo comercialmente hasta los 24°C.

1.1.7.2 Suelos

La arveja se puede cultivar en una amplia gama de suelos, desde los arenosos ligeros hasta los arcillosos pesados. En suelos arenosos el cultivo es más precoz que en los arcillosos bien drenados, pero en estos últimos los rendimientos son mayores. Además, el buen drenaje es importantísimo para el buen desarrollo de las plantas. El cultivo de la arveja no se desarrolla bien en suelos muy ácidos, estando el rango óptimo de pH entre 5.5 y 6.7. Además del pH, el contenido de calcio es muy importante, pues el cultivo parece tener altos requerimientos de este nutrimento (Barrera, 1994).

1.1.7.3 Siembra y tutorado

Las semillas se deben sembrar a una profundidad entre 2.5 y 5 cm, para variedades de enredadera se debe tener una distancia de 60 a 90 cm entre las hileras y de 10 a 15 cm entre las plantas para una densidad de siembra de 40 a 60 kg/ha. (Almansa *et al.*, 2002)

Como lo afirma Castro (1995), en Colombia existen diferentes tipos de sistemas de siembra de arveja en monocultivos, entre los cuales destacan los sistemas con tutor vertical y con tutor horizontal; en ambos casos se requieren de 30 a 35 kg de semilla/ha, se siembran a distancias entre surcos de 1,0 y 1,2 m, 10 cm entre sitios, una semilla por sitio o cada 20 cm dos semillas por sitios, o cada 30 cm tres semillas por sitio. Para el tutoreo cuando se realiza con el sistema vertical, se usan varas de madera de 2,0 a 2,5 m cada cuatro a cinco metros, alambre calibre 16 para colgar allí las plantas en amarre individual con hilaza agrícola cuando la planta tiene de 10 a 20 cm de altura. Mientras que con tutor horizontal se utilizan varas de 2,5m con distancias de 4 m entre ellas, y se disminuye la distancia porque no hay utilización de alambre. (Forero y Ligarreto, 2009)

1.1.7.4 Requerimientos Hídricos

De acuerdo con la zona de cultivo, la planta requiere determinadas cantidades de agua. Así, en regiones frías se precisan alrededor de 300 mm, mientras que en zonas medias y cálidas de requerimientos son del orden de 400 mm por cosecha. (Almansa *et al.*, 2002)

1.1.8 Fertilización

Como lo afirma el ICA (1992), la fertilización de los cultivos en general, es una práctica necesaria en Colombia para obtener los rendimientos máximos

económicos en las cosechas, debido a que los suelos del país son, por lo general, deficientes en uno o más nutrimentos esenciales para el crecimiento normal de las plantas. Por tal razón el análisis de suelos establece las bases mínimas necesarias para el diagnóstico de recomendaciones de encalamiento y fertilización de los suelos.

Tabla 1. Recomendaciones para la fertilización de la arveja, (ICA, 1992)

Resultados análisis de suelo			Fertilizantes recomendados		
Niveles críticos	P ppm	K meq/100g	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha
BAJO	<15	<0.15	15 - 25	100 - 150	75 - 100
MEDIO	15 – 30	0.15 – 0.30		50 – 100	25 - 75
ALTO	>30	> 0.30		0 - 50	0 - 25

Según la tabla 2 (ICA, 1992) sugiere las siguientes recomendaciones:

- El P y el K, se aplican en el momento de la siembra, incorporándolos en el hoyo o en los surcos para que no queden en contacto con la semilla, o en banda lateral a 5 cm al lado de la semilla y a 5 cm de profundidad.
- En suelos extremadamente ácidos se hace necesaria la aplicación de cal para corregir la acidez hasta un pH de 6.0 a 6.5.
- En clima frío, se aplican de 2 a 3 t/ha de gallinaza, se puede disminuir la fertilización química en un 50%
- Para leguminosas de grano como la arveja se recomienda aplicación de inoculantes con la bacteria (*Rhizobium* o *Bradyrhizobium*) a razón de 5g/kg de semilla, para un total aproximado de 500g de inoculante/ha. El inoculante para leguminosas puede sustituir totalmente las aplicaciones de fertilizante nitrogenado. Solo en caso de no tener acceso al inoculante, el cultivo puede presentar síntomas de deficiencia de N a los 30 – 40 días después de la

germinación, por ello se hace necesario realizar la aplicación de N (15 -75 kg/ha) de acuerdo con el análisis de suelos.

1.1.8.1 Fertilización nitrogenada

Según Ramírez (2003), el nitrógeno es un elemento fundamental para el crecimiento y desarrollo de especies vegetales, sin embargo, en la mayoría de suelos del trópico este elemento no se encuentra disponible para lograr un adecuado suministro a las poblaciones de plantas, ya sea por que se encuentre en bajas cantidades debido a los porcentajes de rápida mineralización de la materia orgánica y posteriores pérdidas por lixiviación o volatilización especialmente en ecosistemas cálidos y húmedos, o por procesos de mineralización lenta de la materia orgánica, que hacen que aunque se encuentre en cantidades suficientes en el suelo no esté disponible para las plantas.

De acuerdo con Barrera (1994), en general las leguminosas necesitan Nitrógeno sobre todo inmediatamente después de la siembra, cuando la actividad de las bacterias fijadoras de nitrógeno es reducida. A medida que la simbiosis con bacterias como *Rhizobium sp* se hace más activa para proporcionar a las plantas el N en forma asimilable y las necesidades del nitrógeno del suelo disminuyen. Se considera por lo tanto que no hay exigencias de abonos nitrogenados en arveja, bajo condiciones de simbiosis.

El nitrógeno atmosférico (N₂) puede ser utilizado por las plantas siempre y cuando sea transformado a formas en que pueda ser tomado por las plantas (amonio y nitrato). Este proceso es posible gracias a la presencia de bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno, estas bacterias pertenecen, entre otros, a los géneros de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*, que tienen la capacidad de transformar el N₂ en formas asimilables cuando se asocian a plantas de la

familia *Leguminosae*, gracias a la presencia de la enzima nitrogenasa. (Serralde *et al.* 2003).

1.1.8.2 Fertilización fosfórica

Es notable la importancia de este nutrimento en el desarrollo de las leguminosas debido a que el fósforo juega un papel muy importante en la formación de frutos, la producción, favorece la floración, la fecundación y anticipa la madurez. Se debe fertilizar con abonos fosfatados, cuando la disponibilidad de fósforo en el suelo no sea suficiente para satisfacer los requerimientos del cultivo. (Barrera, 1994).

1.1.8.3 Fertilización potásica

La fertilización con potasio es importante para la arveja por que mejora la resistencia a las heladas, favorece la floración, produce frutos más dulces y da una mayor resistencia a plagas y enfermedades. Las dosis de potasio deben ser mayor en los suelos arenosos que en los arcillosos. (Barrera, 1994).

1.1.8.4 Encalado

La aplicación de la cal ejerce gran influencia en la asimilación del N por las leguminosas y sobre la fijación del mismo, ya que las bacterias crecen y sobreviven mejor en ambientes cercanos a la neutralidad (6-6.7) al igual que las plantas, a razón que la disponibilidad de nutrientes es mucho más alta. Es pues recomendable adicionar cal cuando los niveles de Ca sean bajos, si existe deficiencia de Mg es recomendable utilizar una cal dolomítica. (Barrera, 1994).

1.1.8.5 Fertilización con elementos menores

La arveja es muy susceptible a la deficiencia de Mn y en casos severos se presentan hojas cloróticas. Cuando existe deficiencia es recomendable aplicar entre 6 – 15 kg/ha de sulfato de manganeso al suelo equivalente a una aplicación de 2 – 5 kg de Mn. La fertilización debe hacerse al momento de la siembra siendo muy conveniente un análisis previo del suelo para determinar las cantidades de nutrimentos que sean necesarias para un desarrollo normal del cultivo. (Barrera, 1994).

1.2 Descripción de las variedades a utilizar

1.2.1 Arvejas de vainas comestibles

De acuerdo con Trevor y Cantwell (2004), Kehr y Mera (2007) los guisantes o arvejas de variedades de vainas comestibles (Ver figura 2) incluyen tanto el tipo Oriental o Asiático que corresponde a la arveja china o también conocidos en el mercado norteamericano como (Snow), (Snow peas), (Chenese peas), (China peas), o como (Sinhilas) que es como se les nombra en Chile (Ver figura 3), son de vaina plana y se cosechan cuando las semillas son pequeñas e inmaduras, lo anterior permite diferenciarlas de otras variedades como las del tipo de vaina redondeada que corresponden a la arveja dulce, también conocida como (Snap) o (Sugar Snap), las cuales presentan similitud al tipo común de arveja, pero son cosechadas cuando las semillas están más pequeñas.

1.2.1.1 Origen y distribución

Linares (2008) y la CCI (2007), citan el centro de origen de la arveja china está posiblemente en el oriente Medio y en la región del Mar Mediterráneo, hasta el suroeste de Asia, cultivándose actualmente en las regiones templadas de varios países del mundo como Guatemala, Francia, Rusia y China los cuales

son los principales exportadores de este producto. Para el caso la arveja dulce aunque su centro de origen es el mismo que el de la arveja china, Según Mera *et al.*, (2007) la primera variedad comercial del tipo Sugar snap fue obtenida por el Dr. Calvin Lamborn en la empresa Gallatin Valley Seed y se dió a conocer a principios de los años 80 en Estados Unidos donde tuvieron gran aceptación y ahora se comercializan tanto en estado fresco como congeladas, donde sus principales consumidores están en Norteamérica y el Reino Unido.

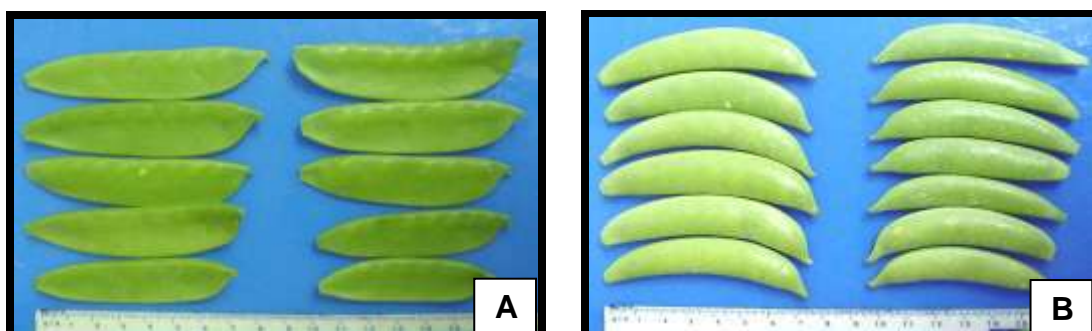
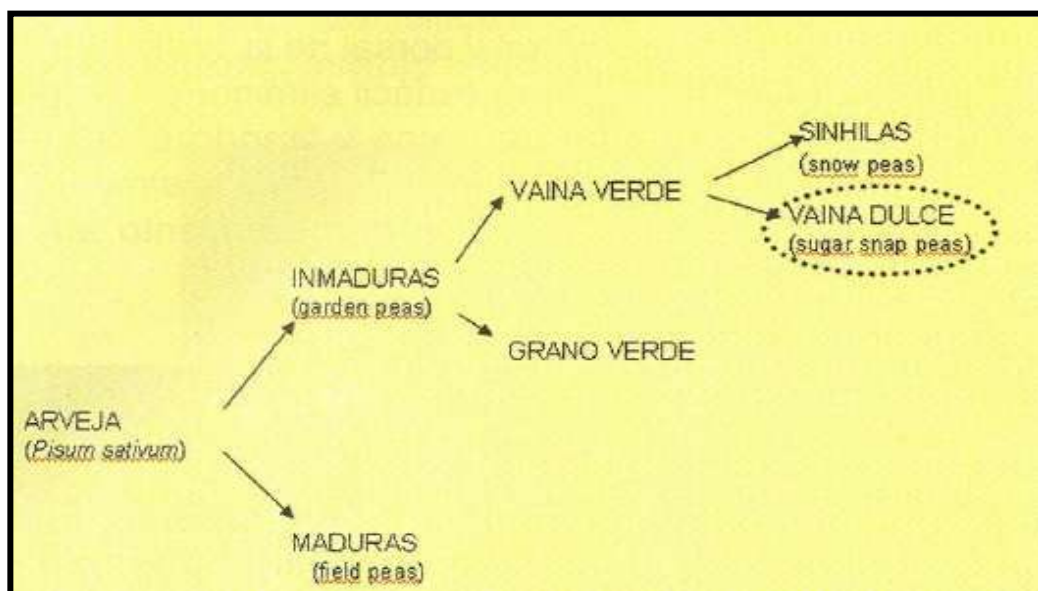


Figura 2. Variedades de arveja de vaina comestible. A) Arveja china (*Pisum sativum* L. var. *macrocarpon*), B) Arveja dulce (*Pisum sativum* L. var. *saccharatum*). (Fuente: Sánchez., 2011)



saccharatum). (Fuente: Sánchez., 2011)

Figura 3. Utilización de arveja de vaina verde o comestible (Fuente: Kehr y Mera., 2007)

1.2.2 Arveja china o guisante (*Pisum sativum* L. var. *macrocarpon*)

Es cultivada para el consumo de sus vainas; éstas resultan comestibles por no presentar fibra en la unión de sus valvas (pericarpio) y por carecer de endocarpio; esta última estructura, conocida también como pergamino. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría, flores de color blanco a púrpura. Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad, están los siguientes: comelotodo, arveja china, snow pea, china pea, pois mange-tout, entre otras (Benavides *et al.*, 2010).

1.2.2.1 Tipo de planta

Según González (2001), la arveja china o guisante tiene un crecimiento indeterminado, es decir, forma nudos sucesivos a intervalos regulares en el tallo de modo continuo hasta el final de su ciclo biológico.

La altura promedio de esta leguminosa de hábito trepador es de 1.75 metros, aunque se cuenta con registros superiores. Tiene hojas alternas acorazonadas y achatadas en la punta, con una longitud de 6 cm. y ancho de 3.5 cm. Las flores son axilares de color blanco. Las vainas son levemente curvas de color verde claro, a menudo se cultiva como especie anual, forman pequeñas flores blancas seguidas de largas y profundas vainas verdes que contienen pequeñas, redondas y guisantes comestibles (Nolasco, 2004).

1.2.3 Arveja dulce (*Pisum sativum* L. var. *saccharatum*)

La arveja dulce o “sugar snap peas” como se le denomina en países de habla inglesa, se caracteriza y se diferencia de otras arvejas de vainas comestibles por tener vainas de paredes gruesas, succulentas y notablemente dulces. Como

arveja de vaina comestible, este tipo de variedad, carece de pergamino. (Kehr y Mera, 2007).

1.2.3.1 Tipo de planta

Torres (2003) sostiene que la arveja dulce al igual que la arveja china, es una leguminosa que se caracteriza por que los tallos son huecos y sus hojas pinnaticompuestas con uno, dos o tres pares de folíolos con un zarcillo terminal, las flores son sencillas y pares sobre sus pedúnculos, las ramas no presentan constricciones y las semillas son redondas, lisas en estado tierno y rugosas cuando se encuentran secas. Sin embargo Kehr y Mera (2007) afirman que las vainas de de la arveja dulce son de tamaño medio similares a las de arveja para grano seco y más pequeñas que las de arveja china, presentando un rango de longitud entre 6 a 8 cm y un proporción menor alcanza el rango entre 8 – 10 cm.

1.2.4 Dinámica de mercado mundial del cultivo de guisante

Según el Ministerio de agricultura ganadería y alimentación de Guatemala (2007), el cultivo de guisante de vainas comestibles en los años 90 empieza a tomar importancia en Guatemala, en el 2006 registra 4.550 has cultivadas, 25.000 productores, alrededor de 30 empresas exportadoras generando 38.000 empleos, y exportando el 85% de producido (80% USA, 5% Inglaterra), así mismo Sánchez (2011), afirma que actualmente Guatemala se posesiona como el principal exportador de arveja china, seguido de otros países (Ver figura 4).



Importadores	TM/año
Bélgica	68000
USA	29000
Holanda	23000
Reino Unido	10170
Canadá	5600

Exportadores	TM/año
Guatemala	25000
Francia	22500
Rusia	17700
China	15000

Figura 4. Principales países exportadores e importadores de arveja china
(Fuente: Sánchez., 2011)

Torres (2003) sostiene que el cultivo de la arveja dulce en Guatemala, es considerado desde hace más de 20 años como una fuente de ingresos económicos para medianos y pequeños productores principalmente de Chimaltenango, Sacatepéquez, Huehuetenango, Quiché, Sololá y Guatemala, generando divisas considerables para el país. Los mercados más importantes son los de Estados Unidos y Europa donde existe gran demanda de este tipo de vegetales (Ver figura 4), en ciertas ventanas de mercado del año puede alcanzar muy buenos precios, y actualmente empieza a ser atractiva para el mercado de Chile ya que más del 90% de los productos congelados que se consumen son hortalizas. (Mera *et al.*, 2007).

1.2.5 Recomendaciones de calidad para exportación

Trevor y Cantwell (2004), enfatizan que para la exportación de las variedades de arveja de vaina comestible, se deben tener en cuenta parámetros de calidad en la postcosecha (ver tabla 2).

Tabla 2. Recomendaciones para mantener la calidad en postcosecha

Índices de madurez	Guisantes tipo Snow o arveja china son seleccionados de acuerdo a las siguientes características de la vaina: tamaño, color verde brillante, vainas planas y con mínimo crecimiento de las semillas. Vainas viejas y amarillas son descartadas durante la cosecha manual. Guisantes Sugar Snap son seleccionados de acuerdo a parámetros similares, pero en este caso se desea un cierto llenado de semillas. Semillas más grandes llegan a ser almidonosas rápidamente.
Índices de calidad	Guisantes de vaina comestible deben ser uniformemente verde brillantes (verde claro a verde oscuro, pero no verde-amarillo), turgentes, limpias y libre de daños (daño por Thrips o vainas quebradas). El tallo y cáliz deben ser verdes y con algunas flores adheridas a la vaina. Categoría U.S.: U.S. Fancy, y U.S. número 1 (establecidas en Junio 1942). Estándares para guisante fresco se utilizan para guisantes tipo Snap, pero no para el tipo Snow.

<p>Desordenes fisiológicos</p>	<p>Congelamiento: Daño por congelamiento se inicia a -0.6°C (30.9°F). Este daño se manifiesta por el rápido desarrollo del tejido de embebido en agua, seguida rápidamente por pudriciones blandas causadas por bacterias.</p> <p>Senescencia prematura: Síntomas que incluyen amarillamiento de la vaina, pardeamiento del cáliz y pérdida de turgencia se desarrollarán rápidamente a temperaturas de 7.5°C (45°F) debido a la alta tasa de respiración.</p>
<p>Daño físico</p>	<p>El manejo durante cosecha y hasta la venta final debe ser cuidadoso para prevenir daño a las vainas y al cáliz adherido</p>
<p>Enfermedades</p>	<p>Existen varios hongos causantes de punteado de la vaina (pod-spotting), y patógenos causantes de pudriciones que afectan a guisantes de vaina comestible. Las enfermedades más comunes incluyen Chocolate Spot y moho gris causados por <i>Botrytis cinerea</i>, pudrición blanda-acuosa (Watery Soft Rot) causada por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>, pudrición por <i>Rhizopus</i> y <i>Ascochyta</i> Pod Spot. Pudrición blanda por bacterias es común después de un manejo rudo o daño por congelamiento. Pudriciones superficiales ocurren fácilmente en cáliz débiles (pardos a cosecha) y en restos de floración.</p>
<p>Consideraciones especiales</p>	<p>Embalaje utilizando hielo puede ser usado para el tipo Snow, pero normalmente es detrimental para el tipo Snap debido a que la humedad en la superficie promueve el desarrollo de pudriciones.</p>

(Fuente: Trevor y Cantwell., 2004)

1.2.6 Manejo agronómico para la arveja china y arveja dulce

1.2.6.1 Requerimientos edafoclimáticos

De acuerdo a estudios medioambientales en la sabana de Bogotá en donde se evaluaron las condiciones ideales para el desarrollo de estas variedades de arveja, Sánchez (2011) sostiene que estos cultivos se adaptan preferiblemente sobre suelos francos ya sea franco arenoso o franco arcilloso, con un pH de 5.5 a 6.5, una precipitación promedio <600mm y una profundidad efectiva >25cm. Para el caso de la arveja china se puede desarrollar en una altitud entre los 1900 – 2200 msnm con un porcentaje de materia orgánica de 2 - 6, mientras que para la arveja dulce está en un rango de 2300 – 2600 msnm con un porcentaje de materia orgánica de 4 – 8.

1.2.6.2 Plagas y enfermedades

Según Arenas (2011), de acuerdo a los estudios evaluados del reconocimiento fitosanitario para la arveja china y arveja dulce bajo condiciones colombianas en la Sabana de Bogotá (Figura 5), se identificaron los principales insectos plaga y enfermedades (Tabla 3) que son limitantes para estos cultivos.

Municipio	Nemocón	Mosquera	Sopó	Tenjo
Vereda	Checua	San José	Cerrito bajo	Chacal
Finca	C.I. Flores el Futuro	C.I. Tibaitatá	El Cerrito	El Gabeno
Altura (msnm)	2642	2580	2650	2587
Temperatura (°C)	12,8	14	14	13
Producción	Flores	Hortalizas	Hortalizas	Hortalizas
Manejo	Convencional	Convencional	Orgánico	Orgánico
Área sembrada	1200	900	200	600



Figura 5. Zonas evaluadas para diagnóstico de problemática fitosanitario (Fuente: Arenas., 2011)

Tabla 3. Reconocimiento fitosanitario de la arveja china y arveja dulce

1. Plagas en etapas fenológica	<p>Barrenador (<i>Melanagromiza lini</i>)</p>	<p>Daño: las larvas barrenan los tallos internamente</p>	2. Enfermedades en etapas fenológicas	<p>Mancha foliar (<i>Ascochyta pisi</i>)</p>	<p>Síntomas: En condiciones de humedad relativa alta, diminutos puntos de color café oscuro que corresponden a picnidios del agente causal.</p>
	<p>Raspador (<i>Melanagromiza sp</i>)</p>	<p>Daño: Ocasionado por larvas, raspando la parte basal de los tallos, causando marchitamiento y amarillamiento en las plantas</p>		<p>Marchitamiento vascular (<i>Fusarium oxisporum</i>)</p>	<p>Síntomas: Clorosis y quemazón de las hojas bajas. Se puede presentar lesiones húmedas en la parte basal del tallo y pudrición de raíces.</p>
	<p>Trozador (Lepidoptera:Noctuide)</p>	<p>Daño: Ocasionado por larvas que consumen follaje</p>		<p>Mildeo veloso (<i>Peronospora viciae</i>)</p>	<p>Síntomas: Genera infección sistémica o local,</p>

	formando orificios irregulares; cortan tallos y ramificaciones tiernas		causando interrupción del crecimiento y distorsión de la planta
Minador (<i>Liriomiza sp</i>)	Daño: Producido por larvas que minan hojas los adultos hacen perforaciones en las hojas al alimentarse	Mildeo polvoso (<i>Erysiphe pisi</i>)	La enfermedad crece cubriendo hojas, tallos y vainas, formando un polvillo blanco.
Trips (<i>Trips tabaci</i> , <i>Frankliniella occidentalis</i>)	Daño: Ocasionado por adultos y ninfas causando raspaduras hasta la necrosis del tejido en diferentes órganos de la planta		

(Fuente: Arenas., 2011)

1.2.6.3 Buenas practicas agrícolas (BPA) en el control fitosanitario

La producción de hortalizas en Colombia tiene grandes limitantes tecnológicas, estructurales y de visión empresarial para su manejo, sin embargo, con la aplicación de las guías de BPA estos cultivos enfrentarán en el futuro inmediato, el acondicionamiento de la protección de la salud humana y estrategias que contribuyan a mejorar ambientes productivos rurales y conservar los recursos naturales. Por lo anterior para el control fitosanitario sobre los cultivos de hortalizas es necesario dar un Manejo integrado de plagas y enfermedades, seleccionando y utilizando diferentes prácticas y métodos de control disponibles en una forma apropiada, oportuna y compatible, haciendo un seguimiento de los cultivos para así integrar el control etológico, biológico y químico sobre los mismos. (Herrera *et al.*, 2006).

1.2.7 Experiencias de fertilización del guisante

De acuerdo con estudios realizados en la sabana de Bogotá por Montoya y Barrero (1990), para la variedad de arveja china con la combinación de 50 – 200 – 70 kg/ha de nitrógeno, fosforo y potasio, con una densidad de siembra de 153.800 plantas/ha se obtuvo un rendimiento de 14.86 t/ha.

Según Torres (2003), en Guatemala para la variedad de arveja dulce o Sugar Snap al realizar tres fertilizaciones en banda la primera a los diez días después de la siembra con 276 kg/ha de fertilizante 10-50-0, a los 40 días 197 kg/ha de un fertilizante completo (15-15- 15) y, a los 70 días después de la siembra una última aplicación de 138 kg/ha de nitrato de potasio (13-0-44) se obtuvo un rendimiento de 8.708 kg/ha.

1.3 Requerimientos nutricionales

Los requerimientos nutricionales son la cantidad de nutrientes que debe tomar una planta para una producción dada. Los requerimientos nutricionales deben además ajustarse de acuerdo con el análisis de suelo, del análisis foliar y de correlaciones de resultados obtenidos en ensayos de producción en condiciones de campo. Por lo anterior las especies cultivadas no tienen los mismos requerimientos nutricionales (dependen de factores como: Rendimientos obtenido, variedad o híbrido, disponibilidad de agua, temperatura, tipo de suelo, disponibilidad de nutrientes y su balance en el suelo, población o número de plantas, tipo de labranza, presencia de plagas y enfermedades entre otros), por lo que los datos se presentan a manera de guía y antes de hacer uso de ellos es importante revisar la investigación local. (Aguirre y Piraneque, 2010).

Cuando se diagnostican las necesidades de fertilización de los cultivos es importante conocer el requerimiento de nutrientes para obtener un determinado rendimiento. Los requerimientos nutricionales de los cultivos varían de acuerdo al nivel de producción y el ambiente. (INPOFOS, 1999). Así mismo Bertsh (1995) afirma que los requerimientos varían según el rendimiento potencial de producción que manifieste cada variedad en determinadas condiciones climáticas, de suelo y de manejo.

Ciampitti y García, (2007) sustentan que disponer de información sobre absorción y extracción de nutrientes en los cultivos, es esencial para la planificación del esquema de fertilización y la toma de decisiones en los cultivos. Un concepto importante que se debe considerar al momento de evaluar los requerimientos de los cultivos es la diferencia terminológica que se presenta entre las palabras “absorción” y extracción” de los cultivos.

Se entiende por absorción a la cantidad total de nutrientes tomados por el cultivo durante su ciclo de desarrollo. El término extracción es la cantidad total

de nutrientes en los órganos cosechados, grano, forraje u otros. La diferencia entre los términos es significativa al momento de las recomendaciones de fertilización, bajo el criterio de reposición. La reposición utilizando la absorción del cultivo implica la aplicación de todos los nutrientes que fueron tomados por el cultivo y que se encuentran presente en todos sus tejidos y órganos, cosechables y no cosechables. Sin embargo, la práctica de fertilización por los niveles de extracción de los cultivos, generalmente la más utilizada, sólo busca reponer los nutrientes que son absorbidos y depositados en tejidos y órganos cosechables, y que por lo tanto no son reciclados debido a que no vuelven a ingresar al sistema suelo. (Ciampitti y García, 2007)

Tabla 4. Niveles de extracción de nutrientes en arveja

Cultivo	Kg/há						Rendimiento t/ha
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	
Arveja	100	30	70	90	40	21	4

Fuente: Bertsh (2003)

Tabla 5. Cantidad de nutriente absorbido y extraído expresado en kg de nutriente por tonelada de órgano cosechable en Guisante

Cultivo	Nombre científico	Organo cosechable	Absorción Total (kg/t)					Extracción Total (kg/t)				
			N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Guisante	<i>Pisum sativum</i> L.	Granos	20,8	2,8	14,8	8,9	1,7	12,5	1,7	8,9	5,3	1,0

Fuente: Ciampitti y García (2007)

1.4 Funciones de los nutrientes en la producción de cultivos

Según Castro y Gómez (2010), los elementos esenciales se dividen en macronutrientes (primarios y secundarios) y micronutrientes:

Macroelementos:

- Principales: N, P, K
- Secundarios: Ca, Mg, y S

Microelementos: Fe, Cu, Mn, Zn, B, Cl y Ni (Contenidos menores de 200 ppm generalmente)

Los elementos esenciales son requeridos por las plantas y los cultivos para cumplir satisfactoriamente con procesos metabólicos involucrados con su crecimiento, desarrollo y producción. Su clasificación guarda correspondencia con el grado de concentración y esencialidad en funciones fisiológicas prioritarias para el desarrollo y crecimiento de la planta (Castro y Gómez, 2010)

Tabla 6. Agrupación de los nutrientes de acuerdo con el tipo de funciones en la planta

NUTRIENTES	FUNCIONES
GRUPO 1	NUTRIENTES QUE FORMAN COMPUESTOS ORGÁNICOS
N	Constituyente de los aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas, exoaminas, etc.
S	Componente de la cisteína, cistina y metionina y de las proteínas. Constituyente del ácido lipoico, coenzima A, tiamina pirofosfato, glutatión, biotina, adenosina-5-fosfosulfato y 3-fosfoadenosina.
GRUPO 2	NUTRIENTES QUE SON IMPORTANTES EN EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA O EN LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL
P	Componente de los azúcares fosfato, ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas, fosfolípidos, ácido fítico, etc. Presenta un papel clave en las reacciones que interviene en ATP.
B	Las paredes celulares. Involucrando en la elongación celular y en el metabolismo de los ácidos nucleicos
GRUPO 3	NUTRIENTES QUE PERMANECEN EN FORMA IÓNICA
K	Requerido como cofactor por más de 40 enzimas. Principal catión en el establecimiento de la turgencia celular y el mantenimiento de la electroneutralidad

Mg	Constituyente molecular de la clorofila. Requerido por muchas enzimas involucradas en la transferencias de grupos fosfato
Ca	Constituyente de la lámina media de las paredes celulares. Requerido como cofactor por algunas enzimas involucradas en la hidrólisis del ATP y fosfolípidos. Actúa como segundo mensajero en la regulación metabólica. También interviene en la integridad de las membranas
GRUPO 4	NUTRIENTES INVOLUCRADOS EN LA TRANSFERENCIA DE ELECTRONES
Fe	Constituyente de los citocromos y las proteínas no hemínicas involucradas en la fotosíntesis, fijación del N ₂ y la respiración.
Cu	componente del ácido ascórbico oxidasa, triosinasa, monoamina oxidasa, uricasa, citocromo oxidasa, fenolasa, lacasa y plastocianina
Zn	constituyente del alcohol deshidrogenasa, glutámico deshidrogenasa, anhidrasa carbónica, etc.

Fuente: Mengel y Kirkby (2000)

Tabla 7. Movilidad de los elementos en el suelo y la planta

ELEMENTO	MOVILIDAD	
	SUELO	PLANTA
N	Móvil	Móvil
P	Inmóvil	Móvil
K	poco móvil	Móvil
Ca	poco móvil	Inmóvil
Mg	poco móvil	Móvil
s	Móvil	poco móvil
Mn	Móvil	poco móvil
Zn	poco móvil	poco móvil
Cu	poco móvil	poco móvil
Fe	Móvil	poco móvil
B	Móvil	Inmóvil

Fuente: Castro y Gómez (2010)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del experimento

Dentro del marco del proyecto “Tecnologías de manejo agronómico para el desarrollo competitivo del cultivo del Guisante (*Pisum sativum* L. var. *macrocarpon*)”, se determinaron los requerimientos nutricionales de la arveja china y de la arveja dulce con fertilización mineral. El experimento se desarrolló bajo condiciones semicontroladas, en un invernadero localizado en el lote 5 del Centro de Investigación Tibaitatá de Corpoica ubicado en Mosquera, Cundinamarca, a una altura de 2.600 msnm y una temperatura promedio de 14°C.



Figura 6. Localización del experimento, Invernadero en el lote 5 de CORPOICA de Tibaitatá en Mosquera (Cundinamarca). (Fuente: Autores., 2010)

2.2 Material experimental

Las variedades comerciales evaluadas en estos ensayos fueron: Goliath que corresponde a la arveja china y Sugar Daddy que corresponde a la arveja dulce. La recolección de la semilla se hizo en un lote de los cultivos anteriormente establecidos donde se sembraron las variedades de arveja bajo estudio. La semilla se obtuvo de vainas secas y seleccionadas por tamaño, color, sanidad y calidad.

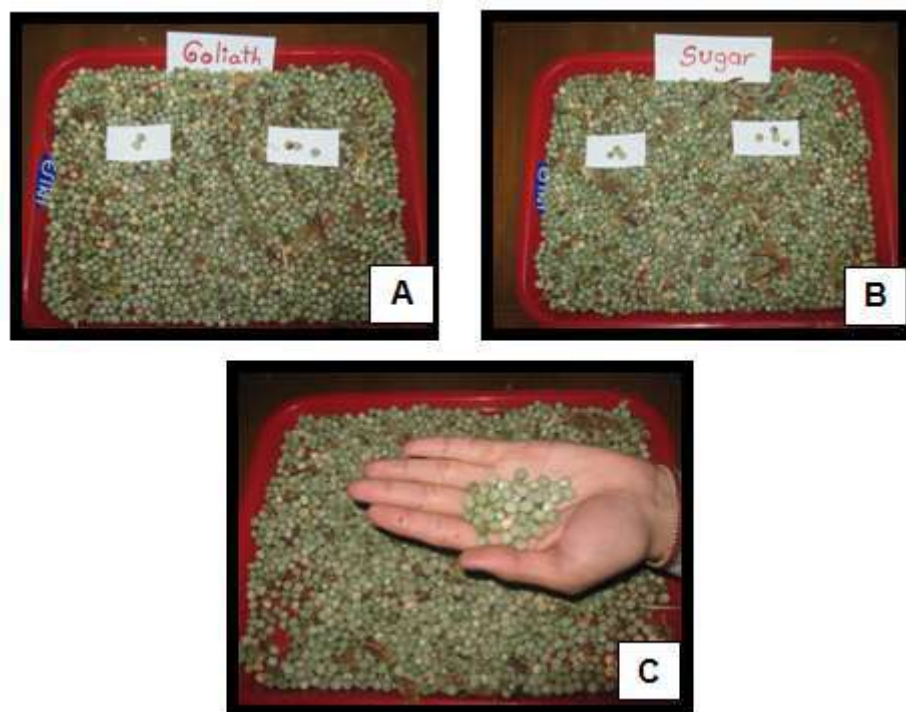


Figura 7. Variedades comerciales a utilizar, A) Arveja china variedad Goliath, B) Arveja dulce variedad Sugar daddy, C) Selección de semilla según parámetros de calidad. (Fuente: Autores., 2010)

2.3 Adecuación del terreno

En un invernadero localizado en el lote 5 se hizo la adecuación de 3 camas, con dimensiones de 5.72 m de largo X 1.5 m de ancho, distanciadas a 60 cm entre sí. Cada unidad experimental tuvo 1.43 m de largo x 0.75 m de ancho. (Figura 8). Los materiales que se utilizaron para armarlas fueron madera, clavos, puntillas, plástico calibre 6, alambre y cinta, en las que posteriormente allí se establecieron; el sustrato y los ensayos con sus tratamientos y repeticiones. También se llevó a cabo el montaje del tutorado para el sostenimiento de las plantas.

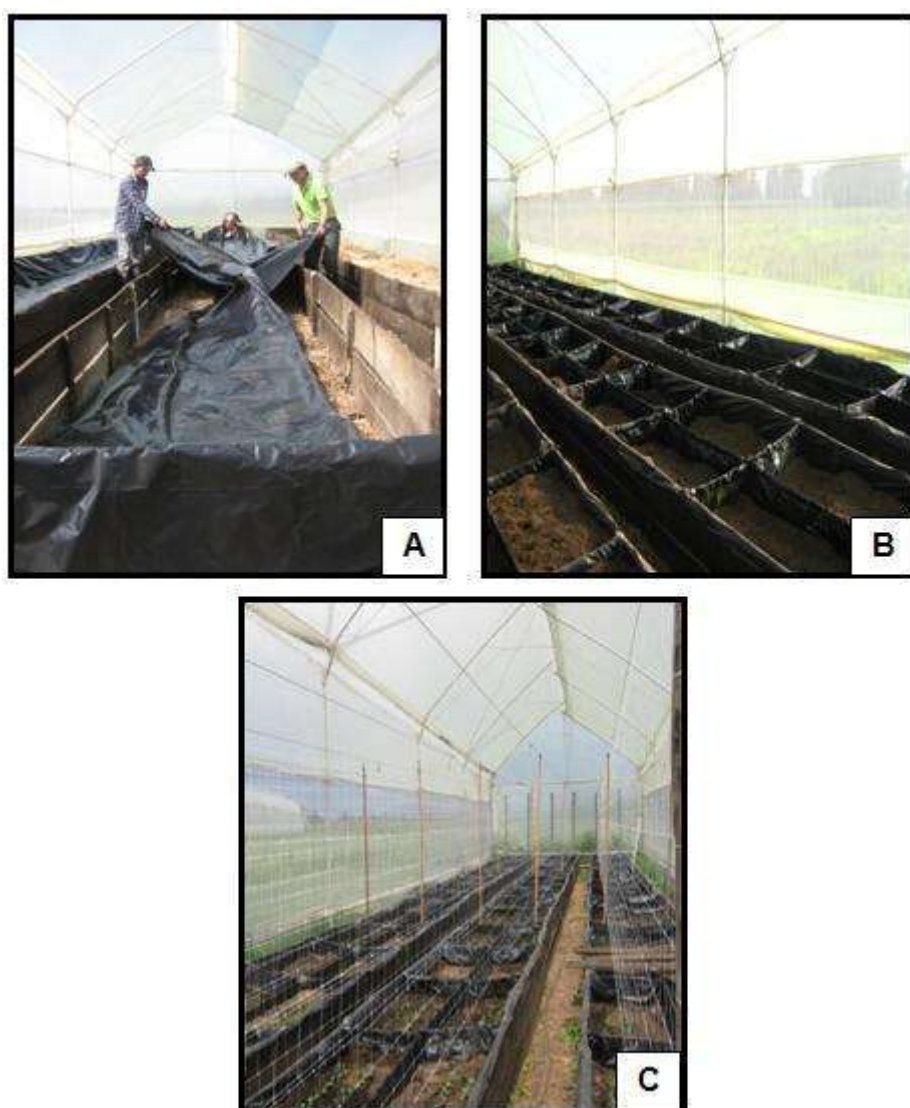


Figura 8. Adecuación del terreno, A) Armado de camas, B) Llenado de sustrato, C) Tutorado. (Fuente: Autores., 2010).

2.4 Montaje de la prueba

Se sembraron 300 de semillas variedad Goliath y 300 semillas variedad Sugar Daddy en bandejas de germinación con turba bajo condiciones semicontroladas (figura 9). Se realizó un riego diario para su óptima germinación y desarrollo. El trasplante se realizó a los 19 días después de la siembra, ubicando 20 plantas por unidad experimental a doble surco a una distancia entre plantas de 0.10 m, entre los dos surcos de cada cama 0.15 m y entre camas se empleó una distancia de 1.10 m. Estas distancias corresponden a las óptimas obtenidas en ensayos previos desarrollados en el proyecto.



Figura 9. Siembra. (Fuente: Autores., 2010)

2.5 Manejo fitosanitario

- Malezas: el control se realizó manualmente (Ver figura 12), cada 20 días después del trasplante.
- Plagas y enfermedades: Durante todo el ciclo del cultivo se monitoreó semanalmente tomando cuatro plantas al azar registrándose daño, ausencia y presencia por insectos plaga y en el caso de enfermedades sintomatología por patógenos, donde se determinó el estado fitosanitario de las plantas, lo cual permitió programar el control con fungicidas e insecticidas de categoría toxicológica III Y IV (Ver figura 13), como lo recomiendan las BPA. (Herrera *et al.*, 2006).

2.6 Diseño del experimento

Se establecieron dos ensayos. Uno para arveja dulce y el otro para arveja china (Figura 10 y 11). En cada ensayo se utilizó como diseño experimental, bloques completos al azar (BCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones, para un total de 12 parcelas experimentales por ensayo. Los tratamientos corresponden a tres niveles de fertilización y un testigo absoluto o tratamiento sin ningún tipo de fertilización (Tabla 8).

Tabla 8. Descripción de los tratamientos de fertilización

DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS	
T0	0% de la fertilización (Testigo absoluto)
T1	100% de la fertilización
T2	50% de la fertilización
T3	10% de la fertilización

Evaluación de requerimientos nutricionales en invernadero
Fecha de siembra: Junio 2 de 2010. Fecha de transplante: Junio 21 de 2010

Terreno sembrado con guisante		
Bloque I	Bloque II	Bloque III
T0	T1	T1
T3	T2	T3
T2	T3	T0
T1	T0	T2

Ensayo 1. Variedad Goliath

Figura 10. Distribución de los tratamientos en el ensayo 1. Variedad Goliath

Evaluación de requerimientos nutricionales en invernadero
Fecha de siembra: Junio 2 de 2010. Fecha de transplante: Junio 21 de 2010

Terreno sembrado con guisante		
Bloque III	Bloque II	Bloque I
T0	T1	T1
T3	T2	T3
T2	T3	T0
T1	T0	T2

Ensayo 2. Variedad Sugar Daddy

Figura 11. Distribución de los tratamientos en el ensayo 2. Variedad Sugar

2.7 Tratamientos

Inicialmente se realizó análisis fisicoquímico completo al suelo utilizado en las camas (Anexo 1) y de acuerdo a este análisis se determinaron las dosis y épocas de aplicación del fertilizante (Tablas 9, 10 y 11).

Tabla 9. Cantidad de fertilizante para el T1:100%

PLAN DE FERTILIZACION PATA EL T1: 100%							
EPOCA DE APLICACIÓN	N	P2O5	K2O	S	CaO	MgO	B
g/m ²							
TRANSPLANTE	1,53	1,53	0,41	1,10	0,01	0,96	0,03
60 DIAS DDS	3	3	3	1,6		1,6	0,18
90 DIAS DDS	4,14		3,6	1,6		1,6	0,18
TOTAL g/m ²	8,67	4,53	7,01	4,3	0,01	4,16	0,39
TOTAL Kg/ha	86,71	45,31	70,15	43,09	0,11	41,16	3,93
* fuentes utilizadas para aportar nutrientes: urea, 15-15-15, sulfato de potasio, sulfato de magnesio, kelatex Ca, Borax y KCL							

Tabla 10. Cantidad de fertilizante para el T2:50%

PLAN DE FERTILIZACION PATA EL T2: 50%							
EPOCA DE APLICACIÓN	N	P2O5	K2O	S	CaO	MgO	B
g/m ²							
TRANSPLANTE	0,76	0,79	0,2	0,55	0,005	0,48	0,01
60 DIAS DDS	1,5	1,5	1,5	0,8		0,8	0,09
90 DIAS DDS	2,07		1,8	0,8		0,8	0,09
TOTAL g/m ²	4,33	2,26	3,5	2,15	0,005	2,08	0,19
TOTAL Kg/ha	43,35	22,65	35,07	21,54	0,058	20,8	1,96
* fuentes utilizadas para aportar nutrientes: urea, 15-15-15, sulfato de potasio, sulfato de magnesio, kelatex Ca, Borax y KCL							

Tabla 11. Cantidad de fertilizante para el T3:10%

PLAN DE FERTILIZACION PATA EL T3: 10%							
EPOCA DE APLICACIÓN	N	P2O5	K2O	S	CaO	MgO	B
g/m ²							
TRANSPLANTE	0,15	0,15	0,04	0,11	0,001	0,096	0,003
60 DIAS DDS	0,3	0,3	0,3	0,16		0,16	0,01
90 DIAS DDS	0,41		0,36	0,16		0,16	0,01
TOTAL g/m ²	0,86	0,45	0,45	0,43	0,001	0,41	0,03
TOTAL Kg/ha	8,67	4,53	4,53	4,3	0,011	4,16	0,39
* fuentes utilizadas para aportar nutrientes: urea, 15-15-15, sulfato de potasio, sulfato de magnesio, kelatex Ca, Borax y KCL							

2.8 Variables evaluadas

Se midieron durante todo el ciclo del cultivo, variables fenológicas, de tiempo térmico, de cosecha y de rendimiento las cuales se muestran a continuación.

2.8.1 Altura y número de nudos para las variedades de arveja.

Se realizaron muestreos fenológicos semanalmente durante todo el ciclo del cultivo, con el fin de evaluar la altura y el número de nudos para las dos variedades de arveja en cada tratamiento de fertilización, tomando como muestra cuatro plantas por unidad experimental, contando el total de nudos y utilizando un metro con el que se midió desde el primer nudo a nivel del suelo hasta el último nudo.



Figura 12. Medición de altura y número de nudos. (Fuete: Autores., 2010)

2.8.2 Días a floración y formación de vainas

Diariamente se realizó el conteo de los días a floración y formación de vainas a partir de la aparición del botón floral en la variedad Sugar Daddy a los 55 días después de siembra y para Goliath a los 58 días después de siembra, donde se

seleccionaron tres plantas por tratamiento y se contaron los días a floración a partir del momento en que se registra la apertura del 50% de las flores, y luego los días a formación de vaina, registrando el tiempo que se demora cada planta para alcanzar estos dos estadios fenológicos.

2.8.3 Días a cosecha

Se hizo el conteo diariamente de los días que requirieron las plantas de cada variedad para alcanzar su producción según las etapas de cosecha, las cuales para la arveja china se realiza en etapa dos, es decir, es cosechada cuando sus granos están iniciando su formación y la vaina esta totalmente plana con una longitud aproximada de 6 a 10 cm, mientras que para la arveja dulce la cosecha se realiza en etapa cuatro, cuando los granos están totalmente formados pero sin tocarse los unos con los otros, y las vainas tienen una longitud aproximada de 8 a 12 cm.

2.8.4 Tiempo térmico

Se colocó en el invernadero un data logger de referencia Watchdog 2000, el cual registró diariamente la temperatura. Para determinar el tiempo térmico que se expresa en grados día se utilizó la siguiente formula:

$$\Sigma(T_m > T_b \text{ } ^\circ\text{C})$$

Donde:

T_m: temperatura media

T_b: temperatura base. La cual Galindo y Clavijo (2009) afirman que para arveja es de 0°C.

2.8.5 Rendimiento

La cosecha se realizó inicialmente sobre 17 plantas en cada unidad experimental descontando de las 20 plantas totales, las 3 que se tomaron para el muestreo destructivo en floración, posteriormente se cosechó sobre 14 plantas al cabo de haber realizado el muestreo destructivo en pico de cosecha. Se pesaron y contaron el total de vainas cosechadas por unidad experimental tres veces por semana durante doce semanas para la variedad Goliath y once semanas para la variedad Sugar Daddy.

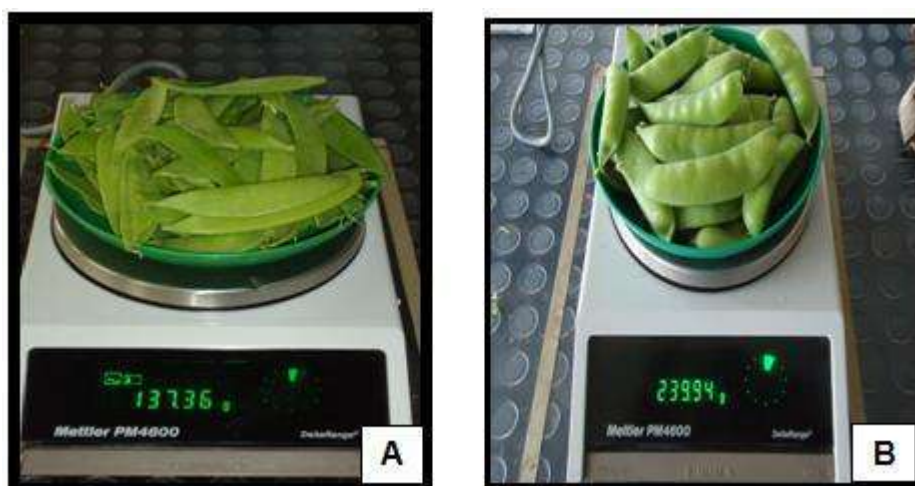


Figura 13. Cosecha de arveja china y arveja dulce. A) Toma de peso fresco para vainas de arveja china, B) Toma de peso fresco para vainas de arveja dulce. (Fuente: Autores., 2010)

Para la evaluación del rendimiento se tomó del peso de las vainas cosechadas en el área efectiva de cada unidad experimental durante toda la etapa de cosecha. El área efectiva de cada unidad experimental es de 1.00 m de largo por 1.10 m de ancho, es decir 1.10 m²

2.9 Peso fresco y peso seco en tejido vegetal

Los muestreos destructivos se realizaron en cada ensayo, en los estados fenológicos de floración y pico de cosecha, tomándose 3 plantas por cada repetición de los cuatro tratamientos, teniendo cuidado que fuera una muestra representativa de cada una y no se perdiera materia seca cuando se hiciera el proceso del secado (Figura 16). Se midió el peso en fresco y peso seco de cada planta en su totalidad.

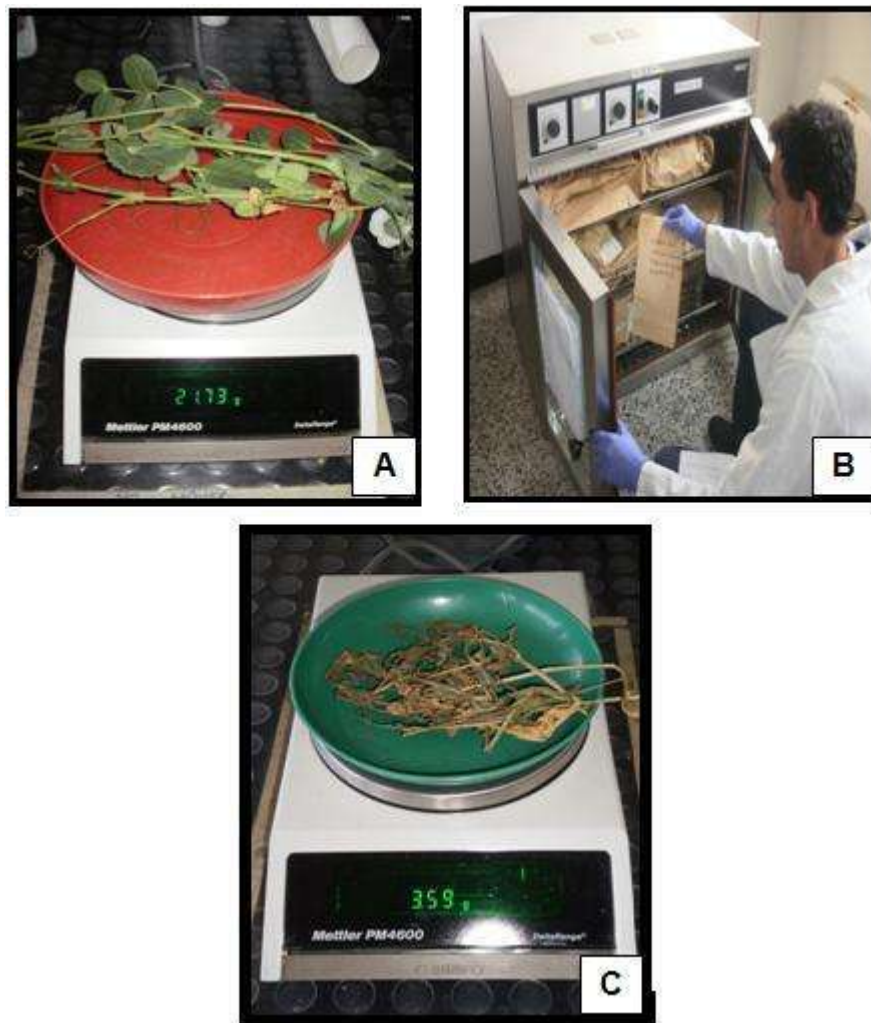


Figura 14. Peso fresco y peso seco, A) Toma del peso fresco de la muestra, B) Secado de las muestras en estufa, C) Toma del peso seco de la muestra.

(Fuente: Autores., 2010)

2.9.1 Muestreo destructivo en floración

El muestreo destructivo en floración se realizó para Sugar a los 68 días después de la siembra donde se tomó el peso fresco del total de la planta con todos sus órganos y se secó durante 72 horas a 70°C para tomar el dato de peso seco. El muestreo destructivo en la variedad Goliath se realizó 72 días después de la siembra realizándose el mismo procedimiento.

2.9.2 Muestreo destructivo en pico de cosecha

El muestreo destructivo en pico de cosecha se realizó para Sugar a los 99 días después de la siembra donde se tomó el peso fresco del total de la planta con todos sus órganos y se seco durante 72 horas a 70°C para tomar el dato de peso seco. El muestreo destructivo en la variedad Goliath se realizó 112 días después de la siembra realizándose el mismo procedimiento.

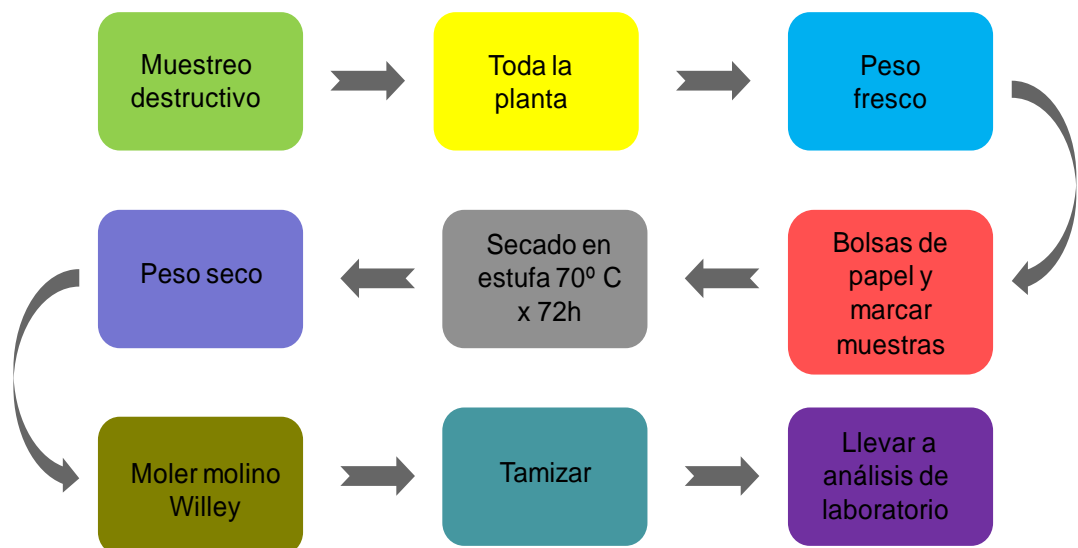


Figura 15. Proceso del secado de muestras en laboratorio

2.9.3 Análisis de nutrientes en tejido vegetal

Luego de haber realizado el peso fresco y peso seco de cada una de las plantas tomadas en los dos muestreos destructivos (Figura 17), se sometieron las muestras a análisis completo de tejido vegetal en el laboratorio de Suelos y Aguas de CORPOICA CI Tibaitatá, donde se obtuvieron los resultados correspondientes a los once nutrientes analizados (Anexo 2 al 7); N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn, y B.

2.9.4 Determinación de requerimientos nutricionales

La metodología utilizada fue la de Bertsh (1995), la cual afirma que los requerimientos nutricionales totales de un cultivo se refieren a la cantidad (generalmente expresada en kg/ha), de elemento puro que consume la plantación desde la siembra hasta la cosecha, y se obtiene al multiplicar la concentración de cada elemento en una planta entera al final de su ciclo productivo, considerando luego, el número de plantas/ha.

2.9.5 Análisis económico

Dentro todo el proceso productivo fue necesario determinar la rentabilidad que se genera según los tratamientos de fertilización utilizados para las dos variedades de arveja. Es importante tener en cuenta que para este caso los costos de producción se establecieron bajo condiciones de campo abierto, precios actuales de venta del guisante con referencia al año 2010 y costos promedios de bienes y servicios para la zona de Mosquera (Cundinamarca) en predios de CORPOICA C.I. Tibaitatá, donde se cultiva arveja Santa Isabel y otros cultivos de hortalizas. Para esto se hace necesario realizar los siguientes análisis:

2.9.5.1 Costos de producción

Los costos de producción se definen como el monto financiero valorado a precios de mercado (corrientes) del total de bienes y servicios utilizados o consumidos durante un ciclo de producción completo de un cultivo determinado. Estos bienes y servicios se refieren a la mano de obra, los insumos aplicados al suelo o planta y los servicios contratados con terceros (arriendos, transporte, riego, fumigación o manejo administrativo o contable del negocio. los costos de producción se clasifican en variables y fijos. (Pinzón et al., 2011)

Los costos variables, conocidos también como costos directos, se refieren a los que varían cuando cambia el volumen de producción. En esta categoría se consideraron los desembolsos que hace el productor por concepto de insumos de uso corriente, entre ellos plántulas, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, herbicidas, mano de obra y servicios. Los costos fijos, o indirectos, tienen relación a los costos que permanecen constantes para diferentes volúmenes de producción. A estos pertenecen todas aquellas erogaciones que se realizan por arrendamiento de tierra, administración del cultivo, intereses, pagos efectuados por asistencia técnica, depreciación de infraestructura y construcciones, maquinaria y equipos. (Pinzón et al., 2011)

2.9.5.2 Relación beneficio costo

Medida que indica el grado de utilidad o pérdida obtenida con base en la inversión realizada. Es la relación entre el ingreso bruto que se obtiene multiplicando la producción obtenida en cada tratamiento por su precio de venta; y el costo total. Si esta relación es menor de uno indica pérdida. Si es igual a uno no hay beneficio ni pérdida y si es mayor que uno representa ganancia. (Bermudez y Mojica, 1998).

2.9.5.3 Rentabilidad

Se estima a partir de la relación de los ingresos netos y los egresos obtenidos o proyectados en el desarrollo de una actividad durante un tiempo determinado. (Pinzón et al., 2011)

2.6 Plan de fertilización

Según Castro y Gómez (2010), las recomendaciones de nutrientes pueden afinarse si los análisis de diagnóstico de suelos y/o, de tejido foliar se usan conjuntamente con la información de los requerimientos nutricionales totales de un cultivo. Así mismo Bertsh (1995) menciona que para definir la dosis de fertilización adecuada para un cultivo existen varios mecanismos como son el uso de alternativas de tablas calibradas; ajustar la dosis recomendada en la literatura y cuantificar los 3 factores (lo que requiere el cultivo, lo que hay en el suelo y la eficiencia de la fertilización). El plan de fertilización mineral para las dos variedades de arveja se estableció ajustando las diferentes alternativas según los mejores tratamientos de fertilización de acuerdo al mayor rendimiento obtenido y con base en el análisis económico realizado a cada tratamiento.

2.7 Análisis estadístico

Los análisis estadísticos de los valores obtenidos en los experimentos fueron analizados con el programa estadístico SAS® 9.1.3. Se realizó análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple de Tukey, para cada uno de las variables evaluadas.

3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los valores obtenidos y el análisis de los resultados de las diferentes variables que se midieron por cada uno de los tratamientos empleados en las dos variedades de arveja, de acuerdo a los objetivos propuestos.

3.1 Evaluación de variables fenológicas

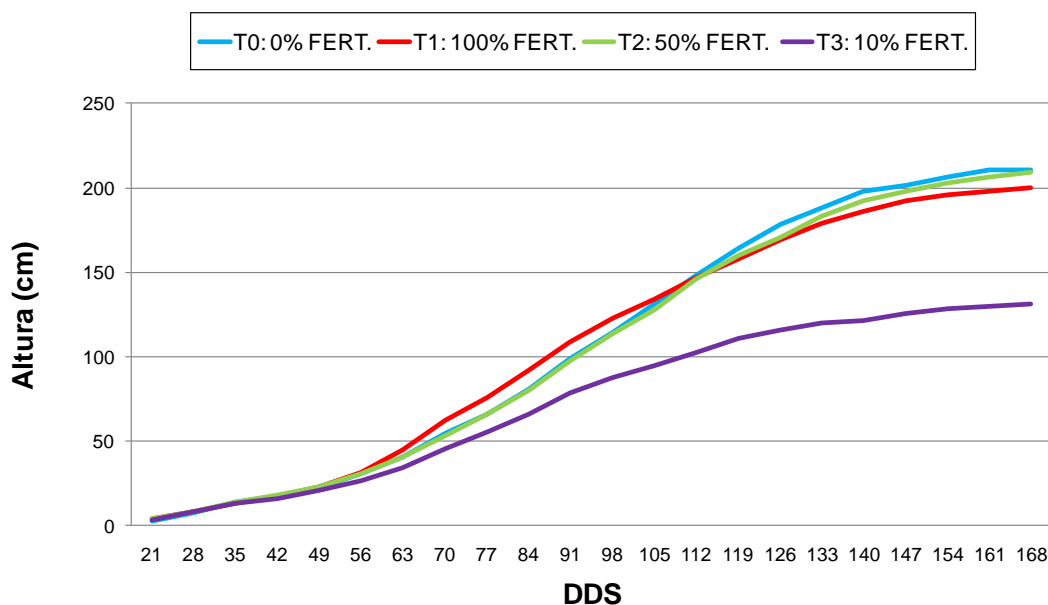
Para la evaluación de estas variables los parámetros a tener en cuenta fueron: la altura y el número de nudos promedio en la variedad Goliath y en la variedad Sugar Daddy, los cuales se midieron semanalmente a partir de los 21 días después de siembra (DDS) hasta los 168 (DDS) arrojando los siguientes resultados:

3.1.1 Altura

En la variedad Golitah se registran curvas de crecimiento, en la Grafica 1; desde los 21 días hasta los 168 días después de siembra (DDS), todos los tratamientos mostraron una misma tendencia hasta la edad 77 (DDS) conservando la mayor altura promedio para el T1 (fertilización al 100%) seguido por el T2 (fertilización al 50%), el T0 (sin fertilización); mientras el T3 (fertilización al 10%) registró la menor altura frente a los demás tratamientos. Hasta los 112 DDS los tratamientos 1, 2 y 0 empiezan tener una altura mayor que el tratamiento 3, y a partir de los 119 y hasta los 168 DDS se observa mayor altura de T2 (fertilización al 50%) con relación a T1 (fertilización al 100%). Finalmente se registra una altura promedio de T0 (sin fertilización) de 210 cm, T2 (fertilización al 50%) 209 cm, (T1 fertilización al 100%) de 200 cm y

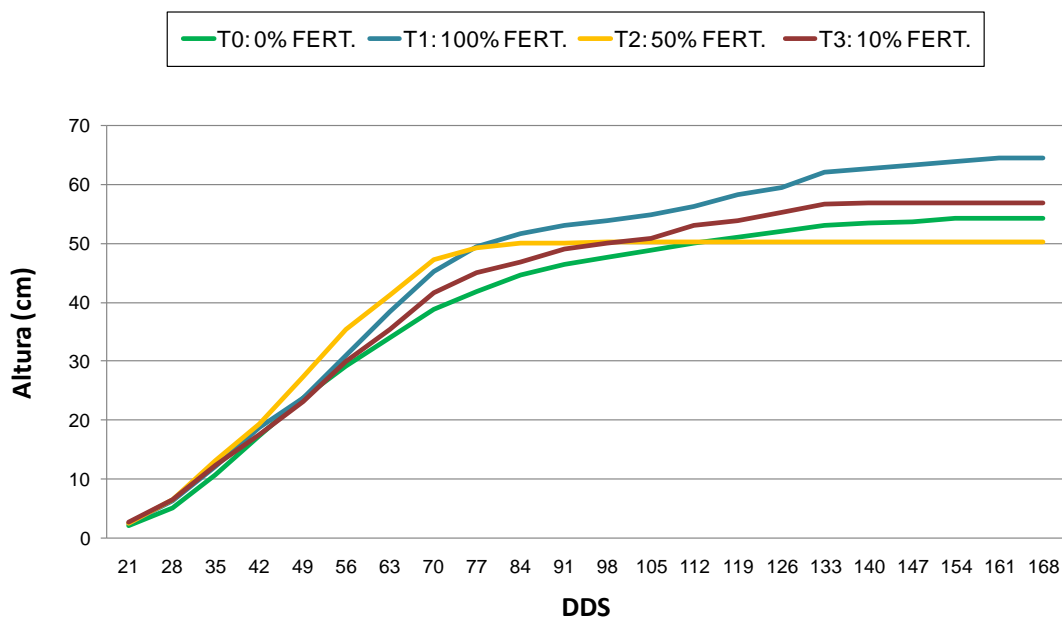
T3 (fertilización al 10%) con 131cm.

Al realizar el análisis de varianza para esta variedad no se presentaron diferencias significativas ($p=0.12$) entre tratamientos de fertilización (Anexo 8).



Grafica 1. Curva de crecimiento para la variedad Goliath. Apartir de los 21 DDS: días después de siembra.

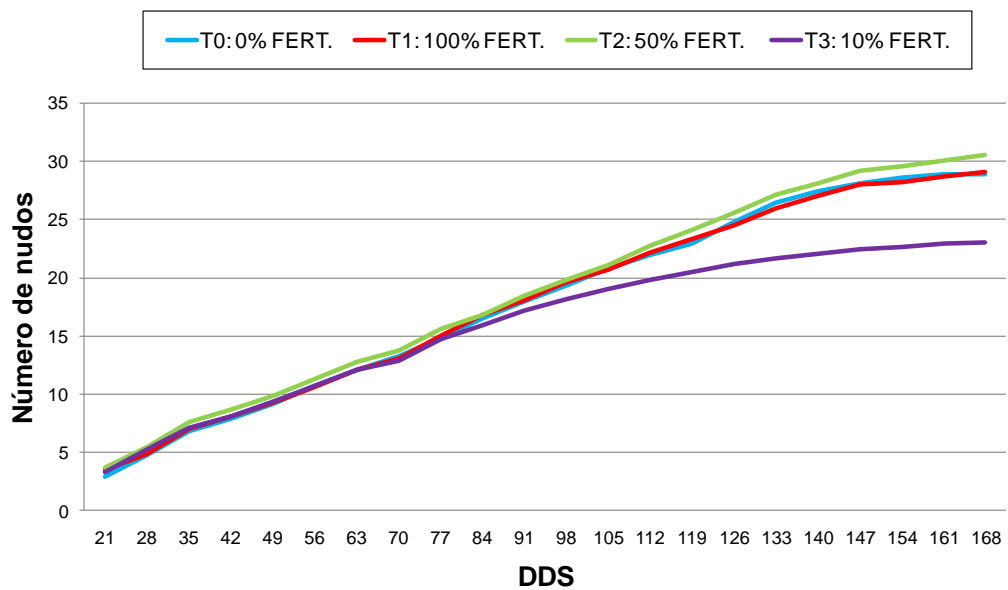
En la variedad Sugar daddy se registran curvas de crecimiento (Gráfico 2), mostrando al final del ciclo, una mayor altura para el T1:100% con 64.5 cm, frente a los demás tratamientos, seguido por el T0 (sin fertilización) con 54.18, luego por el T3 (fertilización al 10%) con 56.9 y finalmente por el T2 (fertilización al 50%) el cual tuvo menor altura al final de ciclo con 50.1cm. Sin embargo al realizar el análisis de varianza para esta variedad no se presentaron diferencias significativas ($p=0.57$) para la altura entre los tratamientos de fertilización (Anexo 9).



Grafica 2. Curva de crecimiento para la variedad Sugar Daddy. Apartir de los 21 DDS: días después de siembra.

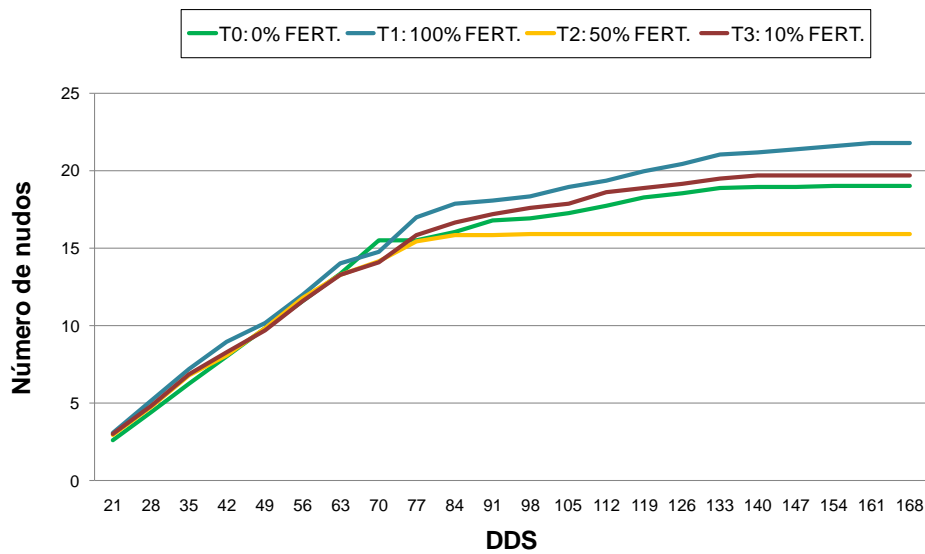
3.1.2 Número de nudos

En cuanto al número de nudos promedio para la variedad Goliath al final del ciclo del cultivo el Tratamiento T2 (fertilización al 50%) presentó mayor número de nudos con 31, los tratamientos T0 (sin fertilización) y T1 (fertilización al 100%) tuvieron el mismo número de nudos promedio con 29, y T3 (fertilización al 10%) fue el de menor número con 23 nudos promedio, como se puede observar en la Gráfica 3. Al realizar el análisis de varianza para esta variable no se observan diferencias significativas ($P=0.12$) entre los tratamientos de fertilización (Ver anexo 8).



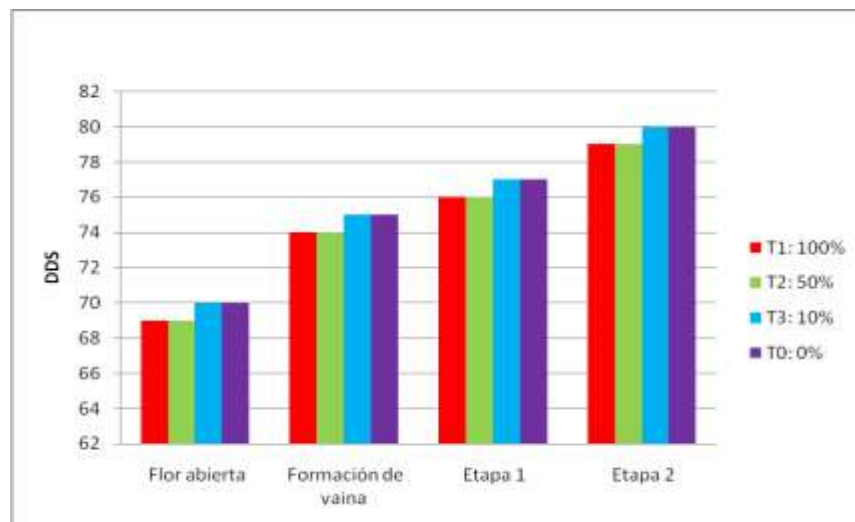
Grafica 3. Curva de número de nudos para la variedad Goliath

En la variedad Sugar daddy al final de todo el ciclo del cultivo el mayor número de nudos promedio lo presentó T1 (fertilización al 100%) frente a los demás tratamientos con 22 nudos, seguido por T3 (fertilización al 10%) con 20 nudos promedio, T0 (sin fertilización) con 19 y finalmente, T2 (fertilización al 50%) con 16 nudos promedio como se puede observar en la Grafica 4. Al realizar el análisis de varianza para el número de nudos promedio al final de todo el ciclo del cultivo entre los tratamientos no se observaron diferencias significativas ($P=0.48$).



Grafica 4. Curva de número de nudos para la variedad Sugar Daddy

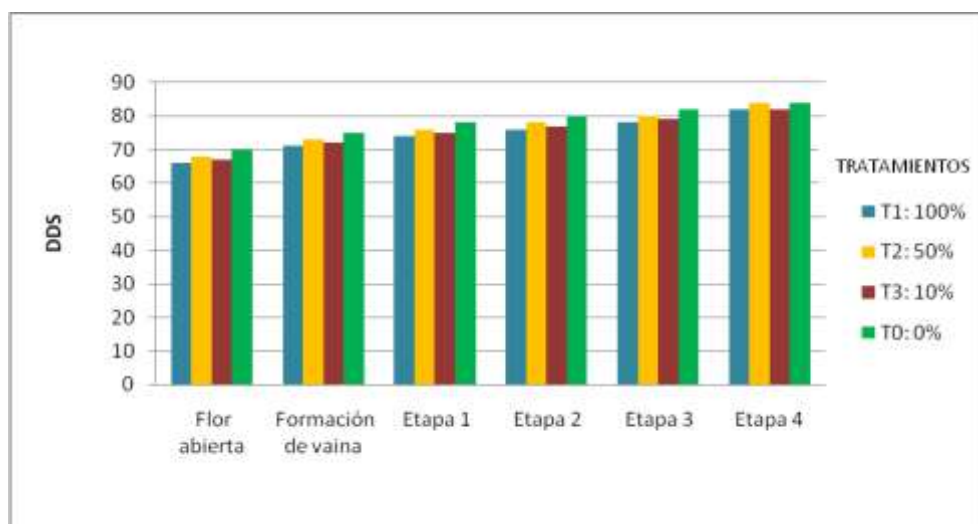
3.2 Días a floración, días a formación de vainas y días a cosecha



Grafica 5. Promedio de días a floración a días a cosecha para la variedad Goliath a partir de 68 DDS

En la variedad Goliath hay un mismo rango de tiempo para todas las etapas fenológicas entre los tratamientos T1 (fertilización al 100%) y T2 (fertilización al 50%) donde se registra el mismo número de días para alcanzar cada una de

las etapas, de igual forma se presenta para los tratamientos T3 (fertilización al 10%) y T0 (sin fertilización), lo que quiere decir que la fertilización en diferentes dosis para el caso de este experimento no inciden el tiempo requerido para alcanzar estados fenológicos desde la floración hasta la cosecha.



Grafica 6. Promedio de días a floración a días a cosecha para la variedad Sugar Daddy

En la variedad Sugar Daddy donde se presenta un rango de días más alto desde la floración hasta la cosecha, hay un mismo comportamiento entre los tratamientos de fertilización, destacándose el T0 (sin fertilización) con diferencias de un día con respecto al tratamiento T2 (fertilización al 50%) y una diferencia de 2 días con respecto a los tratamientos T1 (fertilización al 100%) y T3 (fertilización al 10%). Al igual que en la arveja china (Goliath) la variedad Sugar Daddy la fertilización en diferentes dosis para el caso de este experimento no incide para alcanzar estados fenológicos desde la floración hasta la cosecha.

3.3 Tiempo térmico

De acuerdo con Galindo (2006), los grados día o grados días de crecimiento se calcularon de la siguiente manera:

$$\Sigma(T_m > T_b \text{ } ^\circ\text{C})$$

Cuando la temperatura media T_m es disponible o cuando se dispone de la temperatura máxima y mínima, que fue como ocurrió en este estudio:

$$\Sigma ((T_{\max} + T_{\min})/2 > T_b \text{ } 0^\circ\text{C})$$

Además de los grados día, Galindo (2006) afirma que es importante tener en cuenta los días calendario ya que la aplicación de este concepto permite estimar la duración de las fases fenológicas de los cultivos frente a condiciones cambiantes de la temperatura.

De acuerdo al anterior concepto, el cálculo para las dos variedades de arveja evaluadas bajo las condiciones de invernadero arrojó resultados (Ver tabla 12), los cuales están de acuerdo con los grados día reportados por Galindo (2006) para el cultivo de la arveja. Así mismo estudios realizados por Galindo y Clavijo (2009) registran que para el cultivo de la arveja variedad Santa Isabel las condiciones de invernadero frente a las condiciones de campo abierto, favorecen el desarrollo de la planta reduciendo el tiempo para alcanzar los diferentes estados fenológicos probablemente por el incremento de la temperatura.

Tabla 12. Grados día y grados calendario en estados fenológicos de floración y cosecha para la arveja dulce y arveja china

Variedad	Estado fenológico	Días calendario	Grados día ($^\circ\text{Cd}$)
Sugar Daddy	Floración	68	1227
Sugar Daddy	Inicio de cosecha	79	1476
Sugar Daddy	Pico de cosecha	99	1787

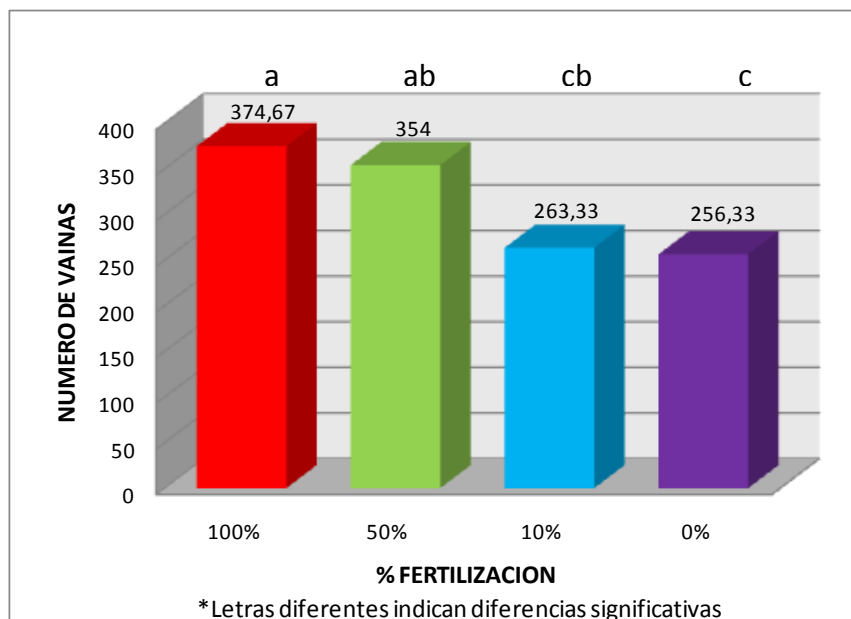
Goliath	Floración	72	1301
Goliath	Inicio de cosecha	82	1427
Goliath	Pico de cosecha	112	1972

3.4 Cosecha

Durante los pases de cosecha se contaron el número y el peso total de vainas para las dos variedades de arveja arrojando los siguientes resultados:

3.4.1 Numero de vainas

Para la variedad de arveja china, los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas ($P=0.05$) cuando se contaron las vainas entre los tratamientos al realizar el análisis de varianza (Ver anexo 10). La prueba de comparación de medias Tukey ($\alpha=0.05$), evidenció diferencias significativas, observándose que el tratamiento que tuvo más vainas en promedio fue el T1:100% con 374.67 vainas, seguido por el T2: 50% con 354 vainas, mientras que el T3:10% y el T0:0% presentaron los valores más bajos tal cual lo muestra la Gráfica 7.



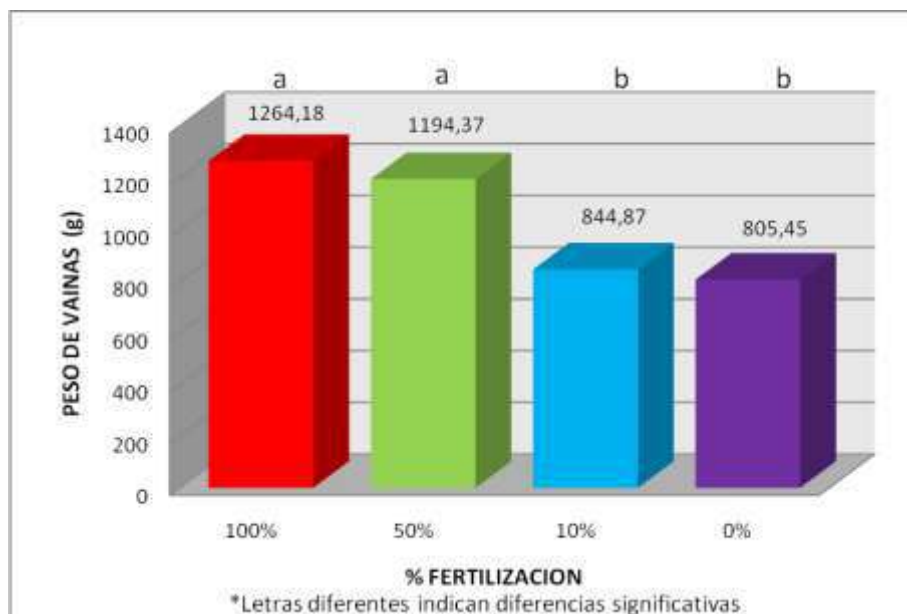
Grafica 7. Número de vainas producidas en la variedad Goliath, bajo cuatro tratamientos de fertilización. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p > 0.05$) de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey

En la variedad Sugar daddy el tratamiento T1:100% obtuvo mayor número de vainas con 150.6 frente a los demás tratamientos, el T2:50% obtuvo 136 número de vainas, T3:10% con 106 vainas y el T0:0% con 60.6 vainas. Es de notar que los resultados obtenidos en cuanto a número de vainas no presentaron diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo con la ANAVA (Ver anexo 11).

3.4.2 Peso de vainas

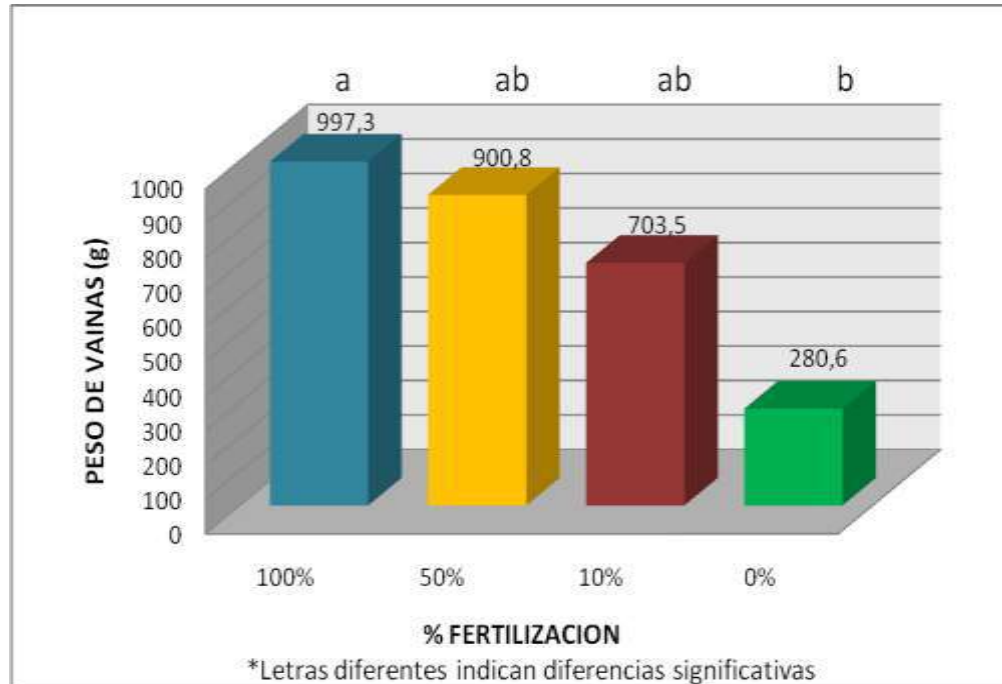
Al evaluar el peso de vainas promedio para la variedad Goliath, se presentaron diferencias significativas ($P=0.05$) de acuerdo con el análisis de varianza (Anexo 10). Así mismo se realizó la prueba de comparación de medias Tukey ($\alpha=0.05$), evidenciando que el tratamiento que presentó el mayor peso de vainas promedio fue el T1:100% con 1264.18g seguido por el T2:50% con 1194.37g mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos

T3:10% y el T0:0% que muestran los valores más bajos en el peso de vainas tal cual lo muestra la gráfica 8.



Grafica 8. Peso de vainas (g) en la variedad Goliath, bajo cuatro tratamientos de fertilización. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p > 0.05$) de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey

Para el caso de la variedad de Sugar Daddy, el peso promedio de las vainas entre los tratamientos presentó diferencias significativas ($P = 0.05$) al realizar el análisis de varianza (Ver anexo 11) y la prueba de comparación de medias Tukey ($\alpha = 0.05$), mostrando que T1:100% presenta el mayor peso promedio con 997.3g con respecto al tratamiento T0:0% sin ningún tipo de fertilización de fertilización tal cual se observa en la grafica 9.



Gráfica 9. Peso de vainas (g) en la variedad Sugar Daddy, bajo cuatro tratamientos de fertilización. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p > 0.05$) de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey

3.5 Rendimiento

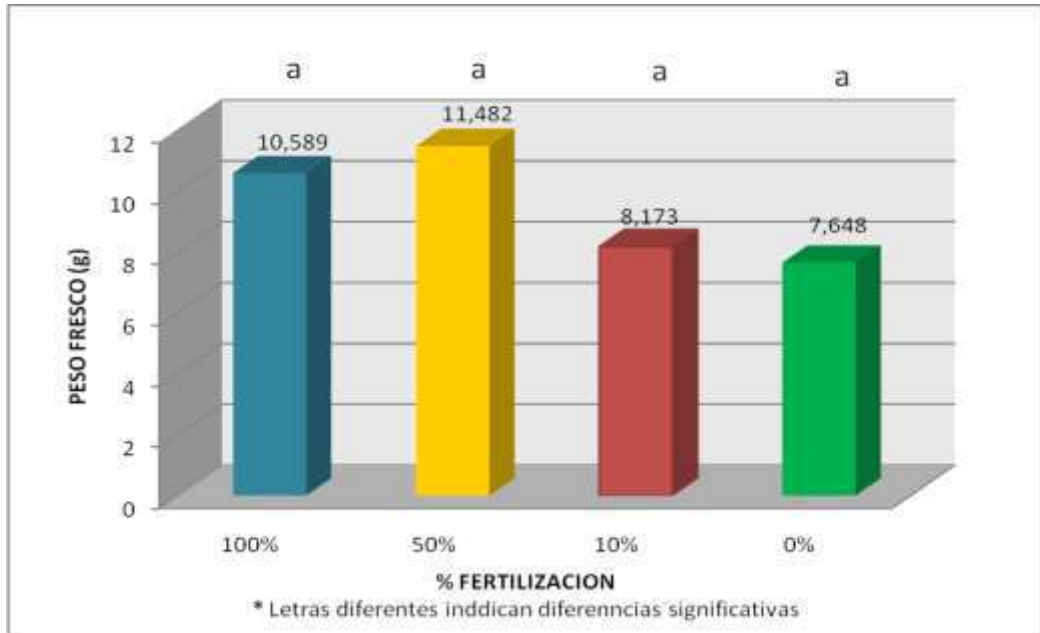
Según la gráfica 8 para la variedad Goliath y la gráfica 9 para la variedad Sugar Daddy en las cuales se pueden observar diferencias significativas entre los valores medios del peso de las vainas por cada tratamiento de fertilización, al totalizar el peso de las vainas en (g) por tratamiento en las dos variedades de arveja, se calculó el rendimiento en kg/ha y t/ha como se puede observar en la tabla 13 para Goliath y para Sugar Daddy.

Tabla 13. Rendimiento para las variedades Goliath y Sugar Daddy bajo cuatro tratamientos de fertilización

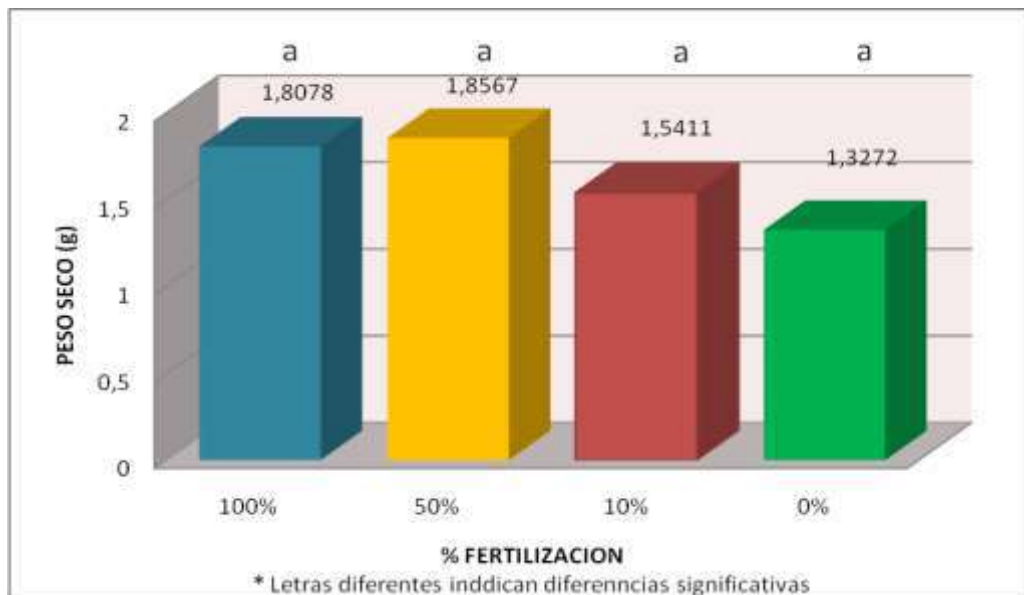
Peso de cosecha total acumulada en cada tratamiento de fertilización					
Tratamiento	Varietal	Acumulado en (g)	Acumulado en kg	Rendimiento en kg/ha	Rendimiento en t/ha
T0=0% Fert.	Goliath	2416	2,42	7.322	7,32
T1=100% Fert.	Goliath	3793	3,79	11.493	11,49
T2=50% Fert.	Goliath	3583	3,58	10.858	10,86
T3=10% Fert.	Goliath	2535	2,53	7.681	7,68
T0=0% Fert.	Sugar	842	0,84	2.551	2,55
T1=100% Fert.	Sugar	2992	2,99	9.067	9,07
T2=50% Fert.	Sugar	2702	2,70	8.189	8,19
T3=10% Fert.	Sugar	2110	2,11	6.395	6,40

3.6 Pesos frescos y peso secos de tejido vegetal

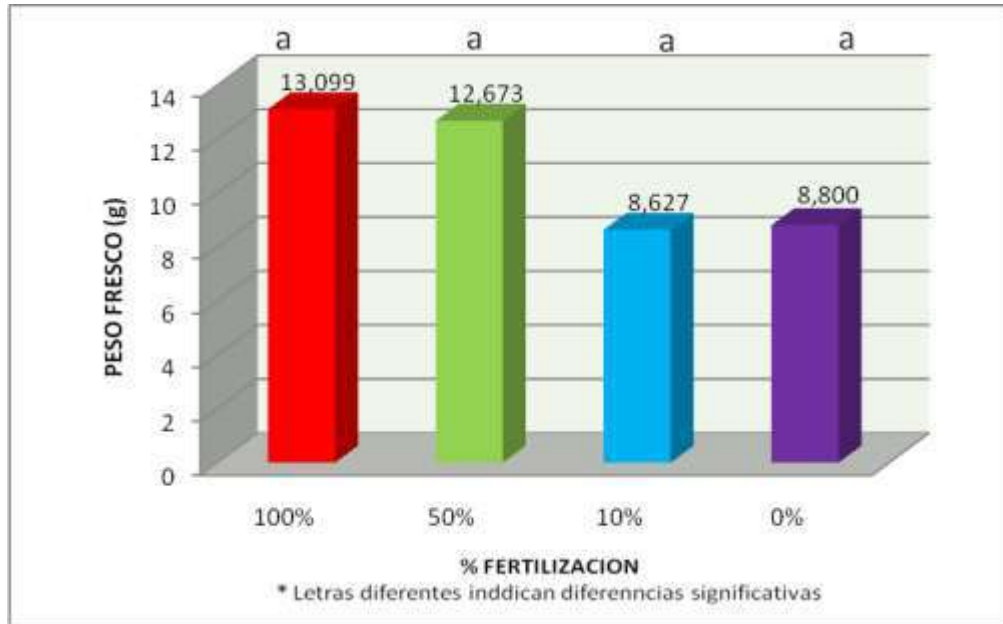
En el estado fenológico de floración para la variedad de arveja dulce (Sugar Daddy) en las variables de peso fresco y peso de la materia seca no presenta diferencias significativas entre los tratamientos al realizar los análisis de varianza, y como se evidencia en las graficas 10 y 11, de igual forma en este mismo estado fenológico para la variedad de arveja china entre los tratamientos de fertilización tampoco hay diferencias significativas entre los tratamientos al realizar el peso fresco y peso seco.



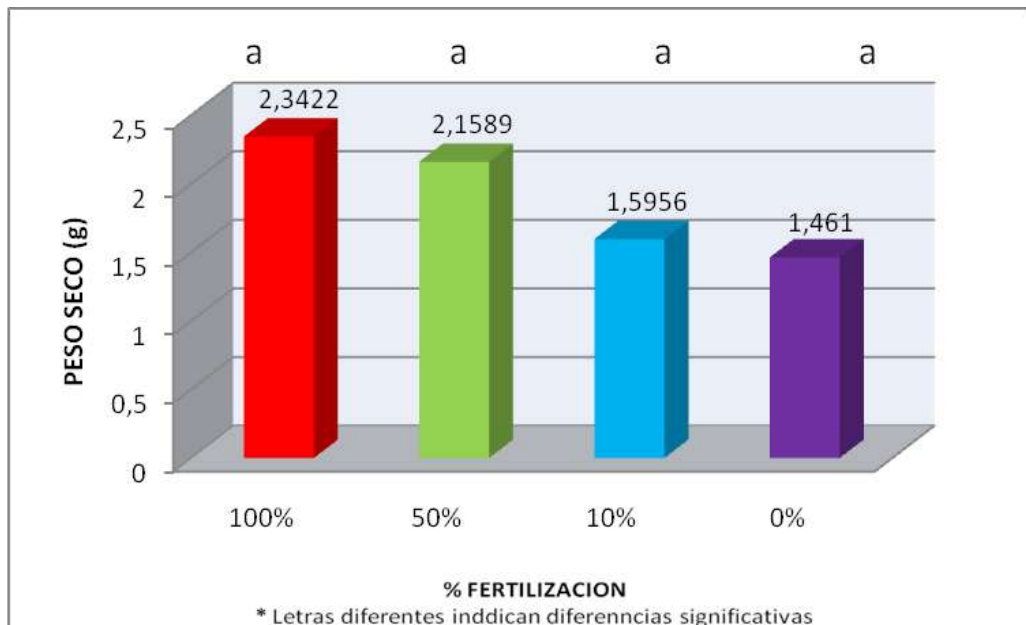
Grafica 10. Peso fresco de toda la planta para Arveja dulce (Sugar Daddy) muestreo destructivo – floración. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p>0.05$) de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey



Grafica 11. Peso seco de toda la planta para Arveja dulce (Sugar Daddy) muestreo destructivo – floración. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p>0.05$) de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey

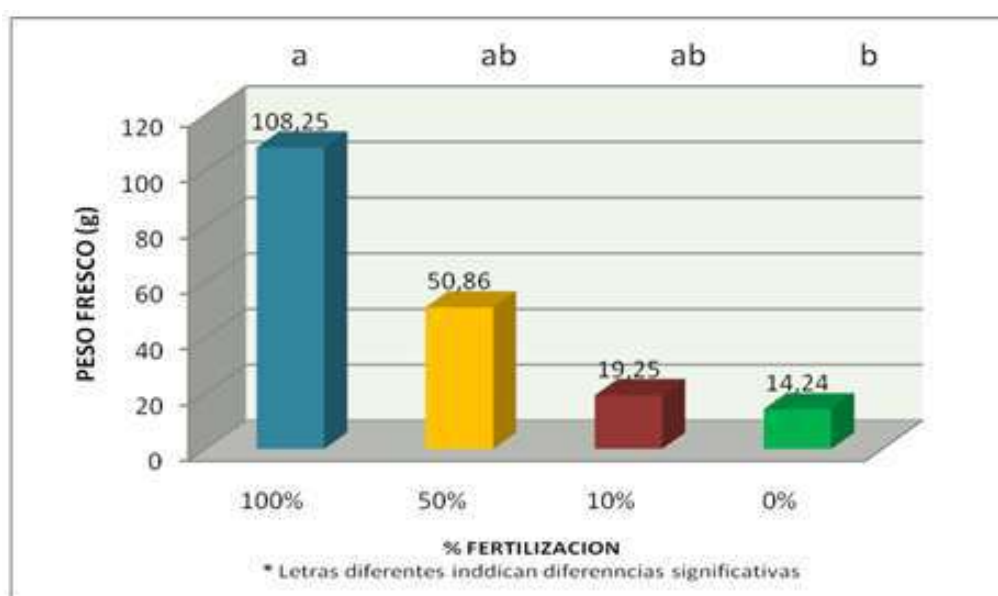


Grafica 12. Peso fresco de toda la planta para Arveja china (Goliath) muestreo destructivo – floración. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p>0.05$) de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey

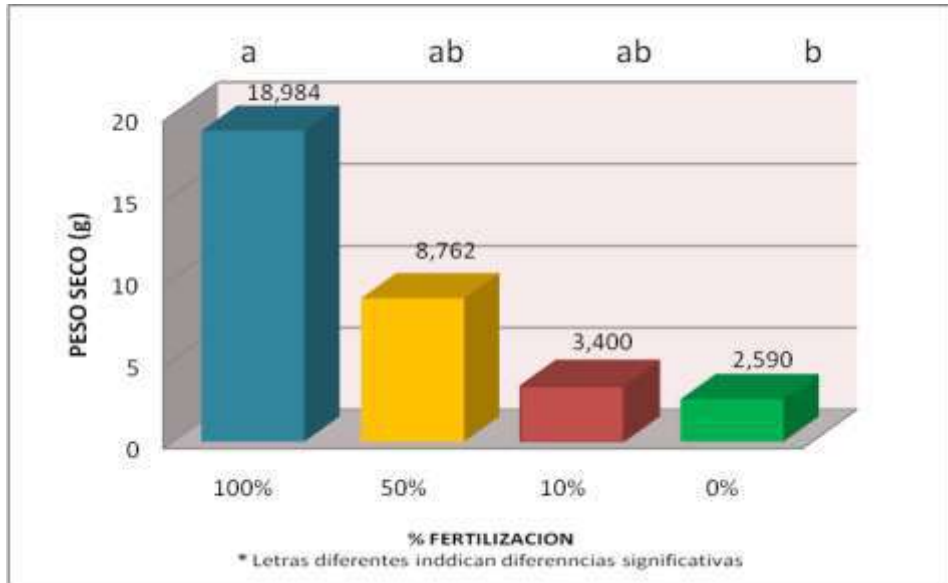


Grafica 13. Peso seco de toda la planta para Arveja china (Goliath) muestreo destructivo – floración. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p>0.05$) de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey

Para el caso del estado fenológico de cosecha en la variedad Sugar daddy entre los tratamientos de fertilización se presentan diferencias significativas al realizar los análisis de varianza ($P=0.05$) y las pruebas de comparación de medias tukey ($\alpha=0.05$) tanto para el peso fresco como para el peso seco tal cual se puede apreciar entre las gráficas 14 y 15, teniendo en cuenta que en este estado ya se está tomando en el tejido vegetal, no solo la parte aérea y la raíz de la planta sino también las vainas por planta.

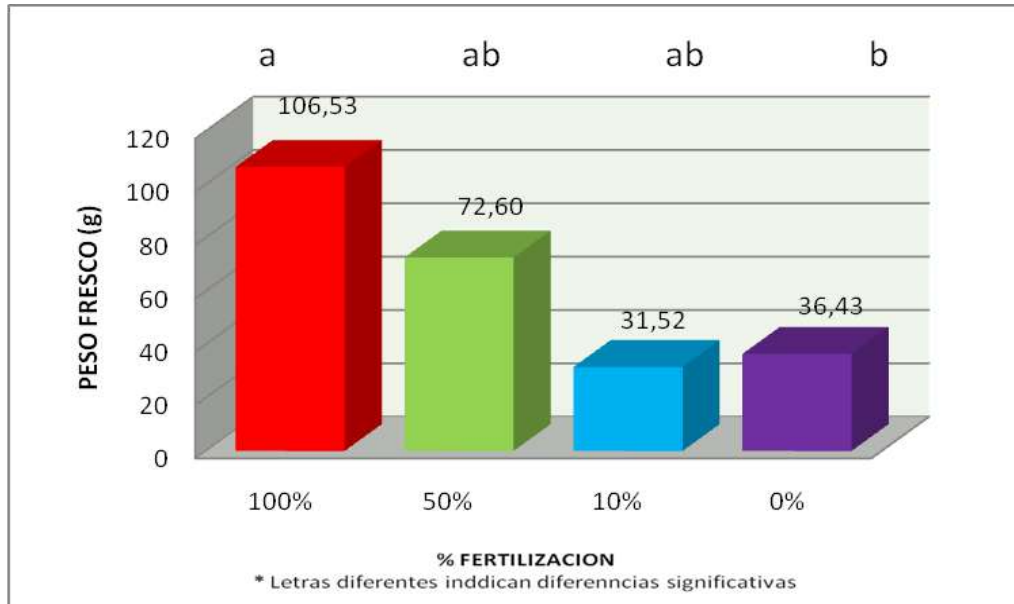


Grafica 14. Peso fresco de toda la planta para Arveja dulce (Sugar Daddy) muestreo destructivo – Cosecha. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p>0.05$) de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey

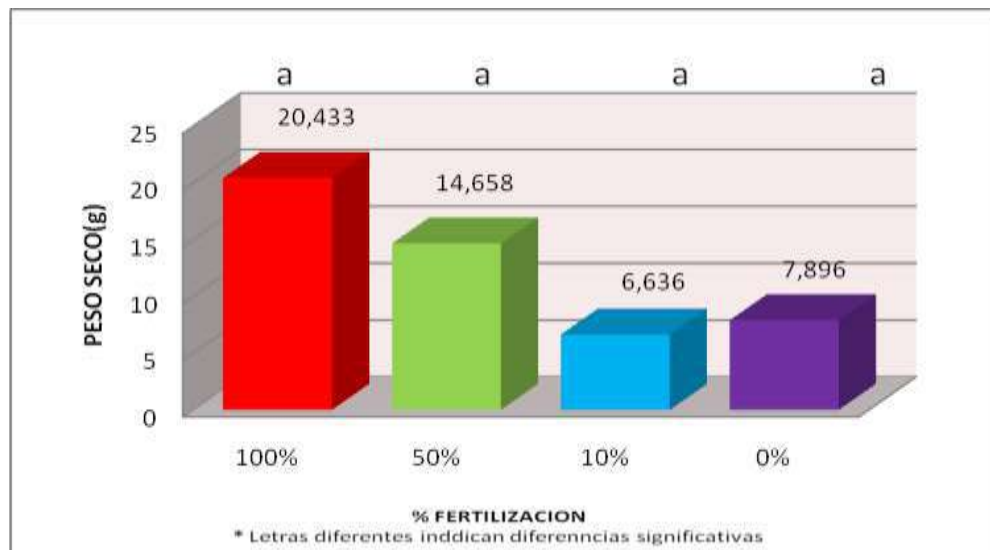


Grafica 15. Peso seco de toda la planta para Arveja dulce (Sugar Daddy) muestreo destructivo – Cosecha. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p > 0.05$) de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey

Para el caso de la arveja china (Goliath) en el estado fenológico de cosecha solo se presentan diferencias significativas al realizar el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias tukuey tal cual se presenta en la gráfica 16 en el peso fresco, sin embargo como se puede observar en la gráfica 17 para el peso seco ya no se presentan diferencias significativas entre los tratamientos probablemente por la pérdida de material vegetal en el proceso del secado.



Grafica 16. Peso fresco de toda la planta para Arveja china (Goliath) muestreo destructivo – cosecha. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p > 0.05$) de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey



Grafica 17. Peso seco de toda la planta para Arveja china (Goliath) muestreo destructivo – cosecha. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p > 0.05$) de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey

3.7 Requerimientos nutricionales

Para el cálculo de requerimientos nutricionales se siguió la metodología de Bertsh (1995), para lo cual se tomó la concentración de nutrientes obtenidos en los resultados de los análisis de tejido vegetal, en los estados fenológicos de floración y cosecha para cada una de las variedades de arveja, y luego se multiplicó la materia seca obtenida en cada muestreo destructivo, para posteriormente hacer la evaluación a nivel hectárea, considerando el número de plantas por hectárea (181.818 pl/ha).

La cantidad de nutrientes absorbidos para la arveja china (Goliath) en cada tratamiento de fertilización (Ver tabla 16), se cuantifica de acuerdo con la producción total obtenida, que para los tratamientos evaluados en el presente trabajo corresponde, para el T1:100% a 11,5 t/ha, el T2:50% a 10,86 t/ha, para el T3:10% a 7,68 t/ha y para el T0:0% a 7,32 t/ha.

Como se puede observar en la tabla 17, la cantidad de nutrientes absorbidos por la arveja dulce (Sugar daddy) en cada tratamiento de fertilización, es de acuerdo a una producción total obtenida que corresponde, para el tratamiento T1:100% a 9,07 t/ha, el tratamiento T2:50% con 8,19 t/ha, para el tratamiento T3:10% a 6,40 t/ha y para el T0:0% de la fertilización a 2,55 t/ha.

Tabla 14. Cantidad de nutrientes absorbidos para variedad Goliath

ESTADO_FENOLOGICO	TRATAMIENTOS	CANTIDAD ABSORBIDA										
		Kg/ha						g/ha				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
FLORACION	T1:100%	10,81	0,68	8,51	2,05	1,01	0,47	230,6	20,9	24,2	15,8	17,8
FLORACION	T2:50%	10,37	0,53	7,39	1,46	0,80	0,47	135,5	21,9	17,8	14,5	9,4
FLORACION	T3:10%	7,36	0,31	5,76	0,97	0,64	0,37	73,8	14,4	13,4	9,7	7,9
FLORACION	T0:0%	7,48	0,32	5,09	3,01	0,63	0,11	23,7	17,4	11,7	12,3	7,7
COSECHA	T1:100%	46,80	4,93	50,73	28,80	5,53	0,71	416,3	44,6	149,5	143,7	62,7
COSECHA	T2:50%	29,86	3,38	40,15	20,73	3,90	0,47	359,7	41,5	91,2	103,1	39,0
COSECHA	T3:10%	14,52	1,35	20,90	11,24	2,20	0,22	145,4	24,4	46,9	52,8	17,5
COSECHA	T0:0%	16,16	1,62	20,71	12,12	2,32	0,24	250,5	21,4	47,9	48,8	16,8

Tabla 15. Cantidad de nutrientes absorbidos para variedad Sugar Daddy

ESTADO_FENOLOGICO	TRATAMIENTOS	CANTIDAD ABSORBIDA										
		Kg/ha						g/ha				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
FLORACION	T1:100%	8,72	0,36	5,46	1,28	0,89	0,40	77,6	14,0	9,9	8,2	16,0
FLORACION	T2:50%	9,88	0,47	5,55	1,50	0,79	0,41	157,8	19,2	15,2	8,5	10,2
FLORACION	T3:10%	7,56	0,37	4,10	1,19	0,65	0,33	84,9	16,5	14,6	6,9	9,3
FLORACION	T0:0%	7,47	0,31	3,31	1,52	0,44	0,08	27,4	15,2	10,7	8,6	4,5
COSECHA	T1:100%	54,66	4,12	43,77	24,89	5,94	0,71	1231,0	39,9	99,0	109,7	34,2
COSECHA	T2:50%	24,00	2,03	22,53	20,61	3,76	0,37	738,9	29,8	76,9	67,3	19,1
COSECHA	T3:10%	10,24	0,91	9,93	6,00	1,38	0,14	164,8	15,7	25,8	24,3	8,6
COSECHA	T0:0%	6,88	0,57	5,50	4,04	0,74	0,09	129,5	10,4	17,2	21,7	5,6

De acuerdo con Bertsh *et al* (2003), se toman los valores mayores de nutrientes absorbidos que se acumulan al final del ciclo productivo de un cultivo, teniendo en cuenta el mayor rendimiento obtenido por cada variedad de arveja, logrando así los requerimientos nutricionales de absorción con referencia a un rendimiento. Entonces para este estudio en la variedad de arveja china (Goliath) el mayor rendimiento obtenido es para el T1:100% con 11.5 t/ha seguido por el T2:50% con 10.86 t/ha, de igual forma para la arveja dulce el mayor rendimiento obtenido es para el T1:100% con 9,07 t/ha seguido por el T2:50% con 8.19 t/ha, así mismo (Ver tablas 18 y 19) se presentan los requerimientos nutricionales acumulados en el estado fenológico de cosecha para las dos variedades de arveja.

Tabla 16. Requerimientos nutricionales para la arveja china (Goliath) con el T1:100%

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA ARVEJA CHINA											Rendimiento t/ha
Kg/ha						g/ha					
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B	
46,80	4,93	50,73	28,80	5,53	0,71	416,3	44,6	149,5	143,7	62,7	11,5

Tabla 17. Requerimientos nutricionales para la arveja dulce (Sugar Daddy) con el T1:100%

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA ARVEJA DULCE											Rendimiento t/ha
Kg/ha						g/ha					
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B	
54,66	4,12	43,77	24,89	5,94	0,71	1231,0	39,9	99,0	109,7	34,2	9,07

Tabla 18. Requerimientos nutricionales para la arveja dulce (Goliath) con el T2:50%

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA ARVEJA CHINA											Rendimiento t/ha
Kg/ha						g/ha					
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B	
29,86	3,38	40,15	20,73	3,90	0,47	359,7	41,5	91,2	103,1	39,0	10,86

Tabla 19. Requerimientos nutricionales para la arveja dulce (Sugar Daddy) con el T1:50%

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA ARVEJA DULCE											Rendimiento t/ha
Kg/ha						g/ha					
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B	
24	2,03	22,53	20,61	3,76	0,37	738,9	29,8	76,9	67,3	19,1	8,19

3.8 Evaluación económica

3.8.1 Costos de producción

Los costos de producción se establecieron mediante cálculos que se realizaron al testigo absoluto o T0: 0% para las dos variedades de arveja (Ver anexo 8 al 15), el cual se toma como constante para determinar el costo de los demás tratamientos, sumándole los costos a los que se incurren con fertilizantes, aplicación y jornales que conforman los diferentes tratamientos de fertilización.

En la tabla 20 y 21, se observa los costos de producción para los diferentes tratamientos, destacándose el tratamiento T1: 100% como el mayor costo de producción sobre los demás tratamientos, seguido por el T2, luego por el T3 y el T0 (sin ningún tipo de fertilización) que es el tratamiento el cual presenta los costos más bajos.

Tabla 20. Costos de producción para arveja china

Tratamientos	Descripción	Costos variables	Costos fijos	Costos totales
T1	100% Fertilización	\$ 7.605.000	\$ 4.263.000	\$ 11.868.000
T2	50% Fertilización	\$ 6.327.000	\$ 4.263.000	\$ 10.590.000
T3	10% Fertilización	\$ 4.920.000	\$ 4.263.000	\$ 9.183.000
T0	0% Fertilización	\$ 4.499.000	\$ 4.263.000	\$ 8.762.000

Tabla 21. Costos de producción para arveja dulce

Tratamientos	Descripción	Costos variables	Costos fijos	Costos totales
T1	100% Fertilización	\$ 7.230.000	\$ 4.263.000	\$ 11.493.000
T2	50% Fertilización	\$ 5.827.000	\$ 4.263.000	\$ 10.090.000
T3	10% Fertilización	\$ 4.670.000	\$ 4.263.000	\$ 8.933.000
T0	0% Fertilización	\$ 3.674.000	\$ 4.263.000	\$ 7.937.000

3.8.2 Ingreso bruto

Se obtuvo multiplicando la producción de cada tratamiento por su precio de venta; \$4.000 que fue el precio promedio pagado a los agricultores en el que coincidieron para la arveja china y la arveja dulce para el año 2010.

Como se puede apreciar en la tabla 22 en la variedad de arveja china (Goliath) el mayor ingreso bruto obtenido fue para el tratamiento T1:100% con \$45.972.000 y el menor ingreso obtenido fue para el T0:0% con \$29.288.000.

Tabla 22. Ingresos brutos para la variedad de arveja china (Goliath)

Tratamientos	Descripción	kg/ha	Precio kg	Ingreso bruto
T1	100% Fertilización	11493	\$ 4.000	\$ 45.972.000
T2	50% Fertilización	10858	\$ 4.000	\$ 43.432.000
T3	10% Fertilización	7681	\$ 4.000	\$ 30.724.000
T0	0% Fertilización	7322	\$ 4.000	\$ 29.288.000

Al igual que en la arveja china, según lo tabla 23 la arveja dulce (Sugar Daddy) registró la misma tendencia entre los tratamientos con mayor ingreso bruto para el T1:100% con \$ 36.268.000 y el menor ingreso bruto para el T0:0% con \$ 10.204.000.

Tabla 23. Ingresos brutos para la variedad de arveja china (Sugar Daddy)

Tratamientos	Descripción	kg/ha	Precio kg	Ingreso bruto
T1	100% Fertilización	9067	\$ 4.000	\$ 36.268.000
T2	50% Fertilización	8189	\$ 4.000	\$ 32.756.000
T3	10% Fertilización	6395	\$ 4.000	\$ 25.580.000
T0	0% Fertilización	2551	\$ 4.000	\$ 10.204.000

3.8.3 Ingresos netos

Al realizar la evaluación de los diferentes tratamientos en la variedad de arveja china (Goliath) se observa en la tabla 24, que para los T1:100% los ingresos netos obtenidos son muy superiores cuando se realiza la práctica de fertilización con mayor porcentaje frente al T0:0% sin ningún tipo de fertilización. Aunque en la variedad de arveja dulce los valores son menores en comparación con la arveja china, la arveja dulce tiene valores que siguen la misma tendencia en el orden de ingresos netos según los tratamientos, sin embargo para la arveja dulce se nota mucho más marcada la diferencia del T1:100% con respecto al T0:0% como se observa en la tabla 25.

Tabla 24. Ingresos netos para la variedad de arveja china (Goliath)

Tratamientos	Descripción	Ingreso bruto	Costos totales	Ingreso neto
T1	100% Fertilización	\$ 45.972.000	\$ 11.868.000	\$ 34.104.000
T2	50% Fertilización	\$ 43.432.000	\$ 10.590.000	\$ 32.842.000
T3	10% Fertilización	\$ 30.724.000	\$ 9.183.000	\$ 21.541.000
T0	0% Fertilización	\$ 29.288.000	\$ 8.762.000	\$ 20.526.000

Tabla 25. Ingresos netos para la variedad de arveja dulce (Sugar Daddy)

Tratamientos	Descripción	Ingreso bruto	Costos totales	Ingreso neto
T1	100% Fertilización	\$ 36.268.000	\$ 11.493.000	\$ 24.775.000
T2	50% Fertilización	\$ 32.756.000	\$ 10.090.000	\$ 22.666.000
T3	10% Fertilización	\$ 25.580.000	\$ 8.933.000	\$ 16.647.000
T0	0% Fertilización	\$ 10.204.000	\$ 7.937.000	\$ 2.267.000

3.8.4 Relación Beneficio / Costo

En las tablas 26 y 27 para las dos variedades de arveja se observa que la relación beneficio / costo para todos los tratamientos fue mayor que uno, lo que indica que en cada tratamiento para la arveja china y arveja dulce hubo utilidad.

Aunque para el T1:100% en la variedad Goliath, el cual registra mayor ingreso bruto que los demás tratamientos, el T2:50% representa 0.2 grados de utilidad mayor en relación al costo beneficio del T1:100% y valores mayores a los grados de utilidad de los demás tratamientos, lo que quiere decir que como se observa en la tabla 28, el T2:50% tiene 4.1 grados de utilidad, que significa que de cada peso invertido en el costo, se recupera el peso y genera 4.1 pesos adicionales.

Tabla 26. Relación beneficio costo para la variedad de arveja china (Goliath)

Tratamientos	Descripción	Ingreso bruto	Costo total	Relación Beneficio - costo
T1	100% Fertilización	\$ 45.972.000	\$ 11.868.000	3,9
T2	50% Fertilización	\$ 43.432.000	\$ 10.590.000	4,1
T3	10% Fertilización	\$ 30.724.000	\$ 9.183.000	3,3
T0	0% Fertilización	\$ 29.288.000	\$ 8.762.000	3,3

Para la variedad de arveja dulce (Sugar Daddy), el T1:100% y el T2:50% registran el mismo grado de utilidad con respecto a los demás tratamientos, con un grado de utilidad de 3.2 en relación beneficio / costo (Ver tabla 29), que de igual forma se puede interpretar que de cada peso invertido en el costo, se recupera el peso y genero 3.2 pesos adicionales.

Tabla 27. Relación beneficio costo para la variedad de arveja dulce (Sugar Daddy)

Tratamientos	Descripción	Ingreso bruto	Costo total	Relación Beneficio - costo
T1	100% Fertilización	\$ 36.268.000	\$ 11.493.000	3,2
T2	50% Fertilización	\$ 32.756.000	\$ 10.090.000	3,2
T3	10% Fertilización	\$ 25.580.000	\$ 8.933.000	2,9
T0	0% Fertilización	\$ 10.204.000	\$ 7.937.000	1,3

3.8.5 Rentabilidad

Para la arveja china, al realizar la comparación en la tabla 30, se ve que el mejor tratamiento corresponde al T2:50% con una rentabilidad de 310.1% frente al T0:0% que tiene la menor rentabilidad con un 234.3% en comparación a los demás tratamientos de fertilización

Tabla 28. Rentabilidad para la arveja china según tratamientos

Tratamientos	Descripción	Ingreso netos	Costos totales	Rentabilidad %
T1	100% Fertilización	\$ 34.104.000	\$ 11.868.000	287,4
T2	50% Fertilización	\$ 32.842.000	\$ 10.590.000	310,1
T3	10% Fertilización	\$ 21.541.000	\$ 9.183.000	234,6
T0	0% Fertilización	\$ 20.526.000	\$ 8.762.000	234,3

Para el caso de la arveja dulce el tratamiento que registra mayor rentabilidad es el T2:50% con 224.2%, mientras que el T0:0% tiene la rentabilidad más baja con un 28.6% dejando una diferencia muy marcada sobre los demás tratamientos (Ver tabla 29).

Tabla 29. Rentabilidad para la arveja china según tratamientos

Tratamientos	Descripción	Ingreso netos	Costos totales	Rentabilidad %
T1	100% Fertilización	\$ 24.775.000	\$ 11.493.000	215,6
T2	50% Fertilización	\$ 22.666.000	\$ 10.090.000	224,6
T3	10% Fertilización	\$ 16.647.000	\$ 8.933.000	186,4
T0	0% Fertilización	\$ 2.267.000	\$ 7.937.000	28,6

3.9 Plan de fertilización:

Bertsh (1995), afirma que para definir la dosis de fertilización adecuada para un cultivo existen varios mecanismos, en lo absoluto excluyentes sino más bien complementarios. La mejor dosificación provendrá del buen uso de todos los recursos al alcance. Es importante al realizar un plan de fertilización tener en cuenta: las características químicas y físicas del suelo, la absorción de nutrientes, el clima, la eficiencia de los nutrientes en el suelo y la eficiencia de la fertilización.

De acuerdo a lo anterior las alternativas son:

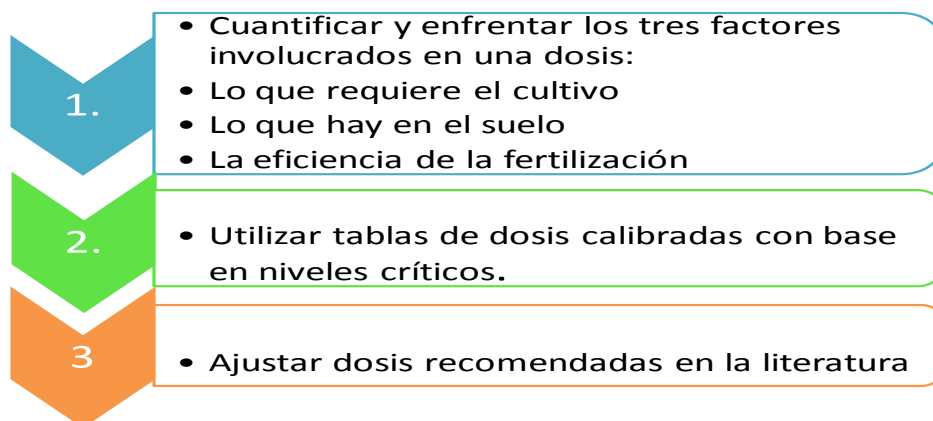


Figura 16. Alternativas para establecer plan de fertilización.

(Fuente: Bertsh., 1995)

3.9.1 Plan de fertilización mediante cuantificación de factores

Conociendo el requerimiento nutricional de los cultivos para una determinada producción y la disponibilidad natural de nutrientes en el suelo a cultivar, calculada mediante análisis de suelos, es posible obtener un plan de fertilización. (Castro, 1998).

Para obtener el plan de fertilización mediante el cálculo de los tres factores Salazar-García (2002) propone la siguiente operación:

$$\frac{\text{Lo que requiere el cultivo (remoción) - Lo que hay en el suelo}}{\% \text{ Eficiencia de la fertilización}}$$

3.9.2 Requerimientos del cultivo

Absorción de nutrientes: de acuerdo a lo encontrado en esta investigación, el cultivo de la arveja china variedad Goliath para producir 11.5 t/ha requiere de: 46.8 kg N/ha, 4.9 kg P/ha, 50.73 K/ha, 28.8 Ca/ha, 5.63 kg Mg/ha y 0.71 kg S/ha.

Así mismo para producir 9.07 t/ha de arveja dulce los requerimientos de absorción de nutrientes se observan en la tabla 19.

3.9.3 Lo que hay en el suelo

Las características químicas y físicas del suelo en el que se trabajó (Ver anexo 1) indican: Según ICA (1992) un pH fuertemente ácido que puede limitar la absorción de Calcio, Magnesio, Fósforo, moderado porcentaje de MO que indica una moderada disponibilidad de Nitrógeno, el Fósforo se encuentra en un nivel bajo en el suelo, por lo cual Mengel y Kirkby (2000), Castro (1998) afirman que puede estar formando complejos insolubles con el Aluminio y el

Hierro dado el actual pH (5,3). Se presentan bajos contenidos de Calcio y Magnesio intercambiables, Para Potasio el contenido es alto; para los micronutrientes se presentan altos contenidos de Hierro y bajos a medios de Manganeso, Zinc y Boro. No se presentan problemas.

De acuerdo con Castro (1998), para el cálculo de la disponibilidad de los nutrientes es necesario tener en cuenta; la constante de mineralización según el clima para el caso del Nitrógeno, el peso de la ha, y factores de eficiencia que determinan los elementos aprovechables según el tipo de suelo (Ver anexo 24).

Por lo anterior se realizan cálculos (Ver anexo 25) para determinar los elementos disponibles y aprovechables de la concentración de nutrientes en el suelo (Ver anexo 1)

3.9.4 Eficiencia de la fertilización

La eficiencia de la fertilización depende de los mecanismos involucrados en la pérdida de nutrientes generalmente causada por procesos de lixiviación, fijación, volatilización, escorrentía superficial, inmovilización entre otros procesos. Por tanto es muy importante para los cálculos tener en cuenta el factor de eficiencia de los nutrientes aplicados al suelo (Ver tabla 30). (Castro y Gómez, 2010)

Tabla 30. Factores de la eficiencia de la fertilización de los nutrientes aplicados

Elementos mayores %	Elementos secundarios %	Elementos menores %
(1) N: 50-70	(2) Ca:55-75	(2) B:10-20
(2) N: 40-80	(2) Mg:55-60	(2) Fe:5-8
(1) P: 50-70	(2) S:50-70	(2) Mn:5-8
(2) P:10-20		(2) Cu:10-20
(1) K:60-80		(2) Zn:10-20
(2) K:55-70		

Fuente: (1) Bertsh, 1995. (2) Microfertisa, 2006.

De acuerdo con Salazar-García (2002), teniendo en cuenta los requerimientos del cultivo, lo que hay en el suelo (elementos aprovechables) y la eficiencia de la fertilización se realiza el cálculo de los tres factores (Ver tablas 31 y 32).

Tabla 31. Cuantificación de factores para arveja china

FACTORES	Kg/ha						g/ha				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
Lo que requiere el cultivo	46,80	4,93	50,73	28,80	5,53	0,71	416,3	44,6	149,5	143,7	62,7
Lo que hay en el suelo	106	5,47	364	186	41	73	14000	480	813	720	16
Eficiencia de la fertilización %	50	20	55	55	55	50	5	10	5	10	10
Cuantificación	-118,4	-0,35	-569,58	-285,8	-64,7	-144,6	-2711674	-4354	-13270	-5763	467

Tabla 32. Cuantificación de factores para arveja dulce

FACTORES	Kg/ha						g/ha				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
Lo que requiere el cultivo	54,66	4,12	43,77	24,89	5,94	0,71	1231	39,9	99,0	109,7	34,2
Lo que hay en el suelo	106	5,47	364	186	41	73	14000	480	813	720	16
Eficiencia de la fertilización %	50	20	55	55	55	50	5	10	5	10	10
Cuantificación	-102,6	-44	-582,2	-292,9	-63,7	-144,6	-255380	-4401	-143	-6103	182

Como se aprecia en las anteriores tablas los resultados de los nutrientes obtenidos después de hacer la cuantificación de factores son negativos, lo que indica que mediante este cálculo no hay que fertilizar, salvo el B el cual es el elemento que presenta valores positivos para las dos variedades de arveja. Sin embargo a pesar de estos resultados, hay necesidad de establecer un plan de fertilización para estos cultivos, como lo corrobora la respuesta del rendimiento obtenido a la fertilización establecida, a pesar que los requerimientos de absorción no hayan sido suficientes a la hora de cuantificar

los factores. Debido a que por medio de esta alternativa no fue posible el establecimiento de un plan de fertilización mineral para las dos variedades de arveja se recurren a otras alternativas.

3.9.5 Plan de fertilización mediante tablas calibradas

Castro (1998), define este método como cualitativo basado en tablas calibradas elaboradas por el ICA (1992), donde aparecen consideraciones generales para interpretar los resultados del análisis químico de suelos, con base en los niveles críticos (Alto, medio, bajo). Las tablas calibradas ICA (1992), son tablas guías basadas en los resultados de pruebas regionales de experimentación sobre fertilización de los cultivos, efectuadas por más de (20) años en el país, donde aparecen las recomendaciones de fertilizantes de N P K, para los cultivos de mayor importancia económica para el país como la arveja (*Pisum sativum* L.).

Por lo anterior al tener una base sobre la fertilización bajo las condiciones del país para el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), que es homologable con el cultivo del guisante o variedades de arveja de vaina comestible como la arveja china y arveja dulce, se presenta un plan de fertilización mineral basado en el análisis de suelo (Ver anexo 1) en la siguiente tabla:

Tabla 33. Plan de fertilización para arveja china y arveja dulce mediante tabla calibrada (ICA, 1992).

Resultados análisis de suelo Arveja china y Arveja dulce			Fertilizantes recomendados (ICA, 1992)		
Niveles críticos	P Ppm	K meq/100g	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha
BAJO	8.2	0.70	15 – 25	100 – 150	0 – 25
ALTO					

Castro (1998) reconoce que aunque este método es el más utilizado comúnmente, no es el más preciso ni recomendable; sin embargo, hay que tener en cuenta que los datos consignados en las tablas calibradas son producto de la investigación. Guerrero (2004) hace énfasis que esta actividad necesaria y obligante para la calibración en las metodologías para definir la fertilización de cultivos desde 1992 cuando el ICA publicó: “Fertilización de diversos cultivos. Quinta de aproximación. Así mismo Bertsh (1995) infiere que esta metodología de tablas calibradas con base en niveles críticos esta, incompleta y falta afinarla por grupos de suelos, cultivos, y aun variedades que para este caso son para dos variedades de arveja de vaina comestible.

3.9.6 Propuesta de plan de fertilización

No obstante los planteamientos anteriores, la consideración cuantitativa y cualitativa del diagnóstico nutricional en los suelos no puede descalificarse en un todo. El asunto es que necesita ser utilizado en las debidas y lógicas proporciones (Guerrero, 2004). Siguiendo el método de balance suelo – planta Castro y Gómez (2010), este método parte del cálculo de la disponibilidad nutricional en el suelo y los requerimientos del cultivo para niveles de óptima producción agronómica.

El plan de fertilización para el cultivo de la arveja china y arveja dulce se realiza por medio del balance suelo – planta Castro y Gómez (2010), teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales anteriormente descritos, las características fisicoquímicas del suelo y según los contenidos de los nutrimentos, los cuales el ICA (1992) describe que cuando es Bajo el contenido del nutrimento en el suelo la probabilidad de respuesta a la fertilización es igual o mayor de 80% (Alta), cuando el contenido del nutrimento en el suelo es Medio la probabilidad de respuesta a la fertilización es alrededor del 50% (Media), y cuando el contenido del nutrimento en el suelo esta Alto la

probabilidad de respuesta a la fertilización es menos del 20% (Baja). Por lo anterior se propone lo siguiente (Ver tabla 34).

Tabla 34. Interpretación análisis de suelos

Elemento	Unidad	Cantidad	Interpretación	Respuesta a la fertilización
MO	%	9,20	Medio	Media
P	Ppm	8,20	Bajo	Alta
S	Ppm	50,8	Alto	Baja
Ca	cmol (+)/kg	2,32	Bajo	Alta
Mg	cmol (+)/kg	0,68	Bajo	Alta
K	cmol (+)/kg	0,70	Alto	Baja
Fe	Ppm	140	Alto	Baja
Mn	Ppm	6,10	Medio	Media
Zn	Ppm	1,80	Medio	Media
Cu	Ppm	1,20	Medio	Media
B	Ppm	0,04	Bajo	Alta

Fuente: ICA., 1992. Según análisis de suelos del experimento

Tabla 35. Factores de conversión de la unidad de peso del nutriente a oxido

Elemento nutriente (A)	Óxido (B)	Paso de A a B Multiplicando por
P	P ₂ O ₅	2,2913
K	K ₂ O	1,2046
Ca	CaO	1,3992
Mg	MgO	1,6583

Fuente: Microfertisa, 2006.

De acuerdo con el ICA (1992), los rangos de datos con los que se trabaja la probabilidad de respuesta a la fertilización para el caso de la arveja china y arveja dulce, es con base a la interpretación del análisis de suelos (Ver tabla 36 y 37); cuando la respuesta a la fertilización es baja se aporta el 100% del nutrimento que requiere el cultivo, cuando es media se aporta el 50% del nutrimento que requiere el cultivo y cuando la respuesta a la fertilización es alta se le aporta el 10% del nutrimento que requiere el cultivo. Así mismo se cuantifica con la eficiencia de la fertilización y finalmente se tienen en cuenta los factores de conversión de la unidad de peso del nutriente a oxido para el caso del P a P₂O₅, K a K₂O, Ca a CaO y Mg a MgO (Ver tabla 35).

Tabla 36. Factores de conversión de la unidad de peso del nutriente a óxido

COMPONENTES	Kg/ha						g/ha				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
Requerimientos del cultivo	46,80	4,93	50,73	28,80	5,53	0,71	416,3	44,6	149,5	143,7	62,7
Respuesta a la fertilización según análisis de suelos	50%	100%	10%	100%	100%	10%	10%	50%	50%	50%	10%
Resultado	23,4	4,9	5,1	28,8	5,5	0,07	41,6	22,3	74,8	71,9	6,3
Eficiencia de la fertilización	50%	20%	55%	55%	55%	50%	5%	10%	5%	10%	10%
Resultado	46,80	24,65	9,22	52,36	10,05	0,14	832,60	223	1495	718,50	62,70

Tabla 37. Factores de conversión de la unidad de peso del nutriente a óxido

COMPONENTES	Kg/ha						g/ha				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
Requerimientos del cultivo	54,66	4,12	43,77	24,89	5,94	0,71	1231	39,9	99,0	109,7	34,2
Respuesta a la fertilización según análisis de suelos	50%	100%	10%	100%	100%	10%	10%	50%	50%	50%	10%
Resultado	27,3	4,1	4,4	28,8	5,94	0,07	123,1	19,95	49,5	54,9	3,4
Eficiencia de la fertilización	50%	20%	55%	55%	55%	50%	5%	10%	5%	10%	10%
Resultado	54,66	20,60	7,96	52,36	10,80	0,14	2462	199,53	990	548,71	34,22

Finalmente el plan de fertilización para la arveja china y arveja dulce, se presenta en las tablas 40 y 41 con respecto a los requerimientos de absorción del tratamiento T1:100%. Es importante recordar que al P, K, Ca, y Mg se realizó la conversión a óxidos de acuerdo a los valores descritos en la tabla 36 y 37. Así mismo la época de la aplicación de estos nutrientes se recomienda a la siembra aportando el P, Fe Mn, Cu, Zn B y a los 15 días después de siembra se aplica el N, K, Ca, Mg y el S, sin embargo para este último como los valores son muy bajos se asume que el contenido en el suelo es suficiente para suplir a los cultivos.

Tabla 38. Plan de fertilización para arveja china (Goliath) con el T1:100%

Kg/ha					g/ha				
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Cu	Mn	Zn	B
46,8	56,5	11,1	73,3	16,7	833	223	1495	719	63

Tabla 39. Plan de fertilización para arveja dulce (Sugar Daddy) con el T1:100%

Kg/ha					g/ha				
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Cu	Mn	Zn	B
54,7	47,2	9,6	73,3	17,9	2462	200	990	549	34

Es importante destacar que los anteriores planes de fertilización para las dos variedades de arveja son con base a los valores más altos en el rendimiento y en la absorción que tuvo el tratamiento T1:100% con respecto a los demás tratamientos. Sin embargo al revisar la rentabilidad de los tratamientos con base en el análisis económico expuesto anteriormente, se puede recalcar que la rentabilidad más alta la obtuvo el T2:50% seguido del T1:100% (Ver tablas 28 y 29), así que de acuerdo con Bertsh (1995), estas recomendaciones o planes de fertilización planteados en las tablas 38 y 39 para el agricultor comercial o industrial que dispone de todos los adelantos tecnológicos y que, por lo tanto, está en capacidad de producir requerimientos máximos, no será igual a la que se deberá recomendar al pequeño agricultor que no va a hacer uso de todos los insumos y por lo tanto, logrará un expresión parcial de las potencialidades del material vegetal.

Por lo anterior para este experimento se plantea un plan de fertilización nuevo con base en los requerimientos de absorción del tratamiento T2:50% para cada variedad de arveja (Ver tablas 40 y 41), en donde se recomienda de igual forma que el T1:100% teniendo en cuenta los mismos valores de respuesta a la fertilización según el análisis de suelos, la eficiencia de la fertilización y la época de aplicación, la cual para el P y elementos menores es a la siembra y N, P, K, Ca, Mg a los 15 días después de siembra.

Tabla 40. Plan de fertilización para arveja china (Goliath) con el T2:50%

Kg/ha					g/ha				
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Cu	Mn	Zn	B
29,86	38,72	8,79	52,74	11,76	719,3	207,4	912,5	515,5	39,0

Tabla 41. Plan de fertilización para arveja dulce (Sugar Daddy) con el T2:50%

Kg/ha					g/ha				
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Cu	Mn	Zn	B
24	23,26	4,93	52,43	11,34	1478	148,8	768,6	336,5	19,1

CONCLUSIONES

La altura y el número de nudos que alcanzó la variedad de arveja china (Goliath) al final del ciclo del cultivo o hasta los 168 días después de siembra fue para el T0 (sin fertilización) con 210 cm y con 29 número de nudos con respecto a los demás tratamientos. Mientras que para el caso de la arveja dulce la altura alcanzada al final del ciclo del cultivo o hasta los 168 días después de siembra fue en el orden de; T1:100% con 64.5 cm y con 22 numero de nudos, frente a los demás tratamientos. En ambos casos no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos de fertilización.

En las variables de peso fresco y peso seco para la variedad de arveja dulce (Sugar Daddy) en el muestreo destructivo en floración aunque los valores más altos los mostró el T2 (fertilización al 50%) con peso fresco de 11.482g y peso seco de 1.8567g, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización. Así mismo para la variedad de arveja china los valores más altos en este mismo estado fenológico los presentó el T1 (fertilización al 100%) con peso fresco de 13.099g y peso seco de 2.3422g respecto a los demás tratamientos, sin embargo no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización. Para el estado fenológico de cosecha en la arveja dulce si hubo diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización, destacándose el T1 (fertilización al 100%) con peso fresco de 108.25g y peso seco de 18.984g con respecto a los demás tratamientos. Mientras que en la variedad de arveja china para el estado fenológico de cosecha solo se presentaron diferencias significativas en el peso fresco con 106.53g, y para peso seco no se presentaron diferencias significativas probablemente por la pérdida de material vegetal en el proceso del secado.

Se logró determinar los requerimientos nutricionales para la arveja china y arveja dulce, los cuales mostraron mayores niveles de absorción (N, P, K, Ca,

Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn, y B) para el tratamiento T1 con el 100% de la fertilización seguido por el tratamiento T2 con el 50% de la fertilización, lo que demuestra que la absorción de nutrientes para este experimento en los dos ensayos tuvo una mejor respuesta a los niveles más altos de fertilización.

De igual forma al cuantificar el total de la cosecha y al hallar el rendimiento para la arveja china y arveja dulce, los tratamientos que mostraron valores superiores y diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos de fertilización, fueron para arveja china el T1 (fertilización al 100%) con 11.49 ton/ha y el T2 (fertilización al 50%) con 10.86 ton/ha, y para arveja dulce el T1 (fertilización al 100%) con 9.07 ton/ha y el T2 (fertilización al 50%) con 8.19 ton/ha, indicando así, que la respuesta a la fertilización fuera más alta probablemente por los niveles de nutrientes tan bajos en el suelo para el caso del P, Ca, Mg y B, y niveles medios en el suelo para la materia orgánica (MO), Mn, Zn y Cu.

Realizar el análisis económico y cuantificar los costos de producción en las dos variedades de arveja por cada tratamiento de fertilización, permitió hacer un análisis detallado de cada uno, indicando el incremento de los costos que varían según cada tratamiento; costo del fertilizante, mano de obra y cosecha. Estos incrementos en términos económicos afectan la producción independientemente del rendimiento, ya que se logró identificar en las dos variedades de arveja, que aunque el tratamiento T1:100% obtuvo mayor rendimiento a los demás tratamientos de fertilización, el tratamiento T2:50% con una rentabilidad de 310.1% para arveja china y 224.6% para arveja dulce, lo cual es por encima que el T1:100% y los demás tratamientos, haciendo al T2:50% una alternativa de fertilización más atractiva por los productores en términos económicos, seguido por el tratamiento T1:100%.

Los planes de fertilización para la arveja china y arveja dulce se establecieron siguiendo las diferentes metodologías, sin embargo al hacerlo por medio de la cuantificación de los factores (lo que requiere el cultivo, lo que hay en el suelo,

la eficiencia de la fertilización), no se lograron niveles de aporte de nutrientes adecuados a los cultivos mostrando valores negativos, lo que indica que no hay necesidad de fertilizar, cuando para este experimento en las dos variedades de arveja hubo respuesta al rendimiento con respecto a la fertilización, por lo cual se contradice. Así mismo al intentar realizar planes de fertilización por medio de tablas calibradas con base en niveles críticos del suelo, la información reportada en la literatura está solo para N P K y es muy desactualizada, haciendo incompletos e insuficientes los planes de fertilización establecidos para las dos variedades de arveja por medio de esta alternativa.

Por lo anterior fue necesario proponer un plan de fertilización para la arveja china y arveja dulce haciendo un balance entre el suelo y la planta teniendo en cuenta por separado la probabilidad de respuesta a la fertilización del suelo y los requerimientos nutricionales de los cultivos, logrando así establecer planes de fertilización mas balanceados para las dos variedades de arveja, con los cuales se espera la misma o una mejor respuesta del rendimiento a la fertilización establecida. Es importante tener en cuenta que estos planes de fertilización fueron diseñados no solo con base a los niveles de absorción más altos, sino también a la mejor rentabilidad obtenida por los tratamientos T1:100% y T2:50% en las dos variedades de arveja, satisfaciendo así el objetivo general de la fertilización; “Obtención de máximos rendimientos con el mínimo de costos”

RECOMENDACIONES

Siempre que se hable de una dosis o un plan de fertilización a recomendar se debe hacer con base, no solo, en el análisis de suelos, sino también a los requerimientos nutricionales de los cultivos, que para este caso es arveja china y arveja dulce, en donde se tenga en cuenta los estados fenológicos de los mismos y se determine las épocas ideales de aporte de nutrientes. Por lo tanto es importante recalcar que para este experimento en las dos variedades de arveja, solo se determinaron los requerimientos de absorción en dos estados fenológicos (Floración y cosecha), y es necesario realizarlo con más frecuencia para ajustar curvas de absorción de nutrientes, para que al momento de realizar la fertilización, sea más dirigida a los tiempos en donde los cultivos tengan una mejor y más eficiente absorción y aprovechamiento de nutrientes.

Realizar un mayor número de experimentos en diversas zonas agroecológicas, para ajustar los requerimientos nutricionales y las recomendaciones de fertilización.

Aprovechar fuentes de fertilizantes tanto de síntesis química como de cómo de abonos orgánicos y biofertilizantes de manera que las prácticas de fertilización sean más balanceadas y rentables.

Hacer estudios más profundos y continuar con el proceso de investigación en la parte nutricional de estas variedades de arveja.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, M., P. Brusco. y R. Martínez. 1992. Estudio de adaptabilidad de cuatro genotipos de guisante (*Pisum sativum* L. var. *macrocarpon*) bajo dos densidades y en dos localidades. *Agronomía Colombiana*. 9(1), 3-18.

Aguirre, S. y N. Piraneque. 2010. Modulo de nutrición vegetal. Programa Agronomía. Escuela de Ciencias Agrarias Pecuarias y del Medio Ambiente. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Bogotá, Colombia. pp. 187.

Almansa, E., J. Ramírez, M. Rodríguez y J. Burgos. 2002. Capitulo: 3. Arveja. pp. 33 – 35. Manejo de cultivos de piso térmico medio bajo riego en pequeña escala. Manual de asistencia técnica No. 2. Convenio Corpoica – Inat No. 174, Colombia.

Arenas, 2011. Reconocimiento fitosanitario. En: Libro de resúmenes, Jornada tecnológica: “Tecnologías de manejo agronómico para el desarrollo competitivo del cultivo del guisante en Cundinamarca”. CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera. Colombia. pp. 6 - 14

Azofeifa, A., M. Moreira. 2005. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile dulce (*Capsicum annum* cv. 589) en Alajuela, Costarrica. *Agronomía Costarricense*. 29(001), 77-84.

Barrera, L. 1994. Capitulo: 3. Aspectos prácticos de la fertilización en diferentes regiones y cultivos. pp. 446 – 448. En: Silva, F. (ed.). Fertilidad de suelos, diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bogotá Colombia.

Benavides. A., R. Hernández, H. Ramírez y A. Sandoval. 2010. Tratado de Botánica Económica Moderna. Buenavista, Saltillo, México. pp. 57-59

Bermudez. L., E. Mojica. 1998. Evaluación agroeconómica de la inoculación con *Rhizobium phaseoli* en frijol *Phaseolus vulgaris* L. en el municipio de Barichara Santander. Trabajo de grado. Facultad de ciencias agrarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia.

Bertsh, F. 1995. Capitulo: 4. El manejo de la nutrición. pp. 123 – 137. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo, San José de Costa Rica.

Bertsh, F., J. Hernandez, F. Arguedas y M. Acosta. 2003. Curvas de absorción de nutrimentos en dos variedades, Bibri y Sacapobres, de frijol común de grano rojo. *Agronomía Costarricense*. 27(002), 75-81.

Buitrago, J., C. Duarte y J. Sarmiento. 2006. El cultivo de la arveja en Colombia. Fenalce (Fondo Nacional de Leguminosas). Colombia. Ed. Produmedios. pp. 19 – 70.

Cárdenas, M. 2003. Influencia de la asistencia técnica en el bienestar económico social de dos asociaciones productoras de arveja china (*Pisum sativum* L.), de la aldea agua escondida, Chichicastenango, el Quiche. Tesis de grado. Facultad de agronomía, Universidad de San Carlos, Guatemala.

Castro, H. 1998. Unidad: 7. Los elementos nutrientes para las plantas. pp. 267-309. Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas. Instituto Universitario Juan de Castellanos. Tunja, Colombia.

Castro, H., M. Gomez. 2010. Capitulo 4: Fertilidad de suelos y fertilizantes. pp. 226 – 267. Ciencia del suelo principios básicos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bogotá Colombia.

CCI. 2007. Guisante y arveja dulce. En: Plan Hortícola Nacional. Corporación Colombia Internacional. Bogotá. pp. 373 – 388.

Ciampitti, I. y F. Garcia, 2007. Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. II Hortalizas, frutales y forrajeras. Revista de informaciones agronómicas N° 33. International Plant Nutrition Plant Institute (IPNI). Buenos Aires, Argentina.

Cuesta, P., E. Villaneda. 2005. El análisis de suelos: toma de muestras y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera. pp. 1-10. En: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Foros/CAPITULOUNO.pdf>. Consulta: Enero de 2011.

Fedecafé. 1986. El cultivo de la arveja. Proyecto Hortalizas, Frutales y Flores. Cali Ed. Litocenco Ltda. pp. 17 – 18.

FENALCE. 2010. El cultivo de la arveja en Colombia, historia e importancia. En: http://www.fenalce.org/arch_public/arveja93.pdf. Consulta: Abril de 2011.

Forero A.F. y G. Ligarreto. 2009. Evaluación de de dos sistemas de tutorado para el cultivo de la arveja voluble (*Pisum sativum* L.) en condiciones de la Sabana de Bogotá. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 3(1), 81-94.

Galindo, J.R. 2006. Desarrollo de un modelo explicativo de la productividad potencial del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) Var. Santa Isabel bajo condiciones de la sabana de Bogotá. Tesis de doctorado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Galindo, J.R. y J. Clavijo. 2009. Fenología del Cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L. var. Santa Isabel) en la Sabana de Bogotá en Campo Abierto y Bajo Cubierta Plástica. Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 10(1), 5-15.

González, M. 2001. Interacción genotipo x ambiente en guisante proteaginoso. (*Pisum sativum* L.). Tesis de doctorado. Departamento de producción vegetal y silvopascicultura, Universidad de Valladolid, España.

Guerrero, R. 2004. El diagnóstico cuantitativo de la fertilidad del suelo. En: Boletín de suelos No. 42. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá Diciembre de 2004. pp. 12-17.

Herrera, C., M. Laitón, G. Sánchez, y A. Paredes. 2006. Guía para implementación de buenas prácticas agrícolas. Cebolla de bulbo. CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera. Colombia. Produmedios. pp. 6 - 24.

ICA. 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Produmedios, Bogotá. pp. 3 – 30.

INPOFOS 1999. Requerimientos nutricionales de los cultivos. Archivo Agronómico No. 3. En: [http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/c7cae45a06ec30d803256b22006c3f4d/\\$FILE/aa3.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/c7cae45a06ec30d803256b22006c3f4d/$FILE/aa3.pdf). Consulta: Octubre de 2010.

Kehr, M. y K. Mera. 2007. Arvejas de vaina comestible Sugar Snap. Instituto de investigaciones agropecuarias y Fundación para la innovación agraria. Ministerio de agricultura, Chile. En: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR34414.pdf>. Consulta: Enero 2011.

Linares, H. 2008. Arveja china. Ficha 31. AGEXPORT. Apoyo a Mypes promoción de inversiones e intercambios comerciales, apoyo al sector de la micro y pequeña empresa. Guatemala. En: <http://www.export.com.gt/Portal/Documents/Documents/2008-10/6250/2090/Ficha31%20-%20Arveja%20China.pdf>. Consulta: Septiembre de 2010.

Nolasco, J. 2004. Evaluación de diferentes densidades de siembra de haba (*vicia faba* L.) como cultivo trampa para trips (*triphys* sp.) en el cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.) en la aldea xeabaj, santa apolonia, chimaltenango. Trabajo de grado. Facultad de agronomía, Universidad de San Carlos, Guatemala.

Meier, U. 2001. Estadios de las plantas mono- y dicotiledóneas. Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura, Alemania. 2ª Edición. pp. 14

Mengel, K., E. Kirkby. 2000. Principios de nutrición vegetal. International Potash Institute. Basel, Switzerland. 4ª Edición.

Mera, M., E. Kehr, J. Mejías, M. Ihl, y V. Bifani. 2007. Arvejas (*Pisum sativum* L.) de Vaina Comestible Sugar Snap: Antecedentes y Comportamiento en el Sur de Chile. Agricultura Técnica (Chile) 67(4), 343-352.

Microfertisa S.A. 2006. Manual técnico de fertilización de cultivos. pp. 11-41. Bogotá, Colombia.

Ministerio De Agricultura, Ganadería Y Alimentación. 2007. Arveja china *Pisum Sativum* L. Programa de apoyo a los agronegocios. Guatemala. En: http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uc_upie/documentos/arveja_china_agronegocios.pdf. Consulta: Noviembre de 2010.

Montoya, S. y H. Barrero. 1990. Respuesta del guisante (*Pisum sativum* L. var. *macrocarpon*) a diferentes niveles de N P K y densidades de siembra. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Pinzón, L., G. Sanchez. y J. Jaramillo. 2011. Capítulo: 10. Costos de producción de tomate Chonto bajo invernadero. pp. 513-526. Tecnología para el cultivo de tomate. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Colombia.

Prado, L. 2008. Evaluación agronómica de dos líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) y su efecto a la fertilización química y orgánica, en el cantón chimbo. Trabajo de grado. Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador.

Ramírez, M. 2003. Capítulo: 3. Manejo de la fertilidad, Biofertilizantes y nutrición de plantas. pp. 153-161. Manejo integral de la fertilidad del suelo. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bogotá Colombia.

Sánchez, L., G.D. y Arenas R., I. 2010. Incidencia de plagas en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arveja china *Pisum sativum* (Fabaceae) en la sabana de Bogotá. En: Resúmenes XXXVII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN. Bogotá, Colombia. pp. 145.

Salazar-García, S. 2002. Manejo de la fertilización del aguacate. Nutrición del aguacate, principios y aplicaciones. INPOFOS, INIFAP. Querétaro, México. En: [http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/e2970c70a1a2818405256fff0052993e/\\$FILE/Manejo%20de%20la%20fertilizaci%C3%B3n%20del%20aguacate%20%28Primera%20Parte%29.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/e2970c70a1a2818405256fff0052993e/$FILE/Manejo%20de%20la%20fertilizaci%C3%B3n%20del%20aguacate%20%28Primera%20Parte%29.pdf). Consulta: Junio de 2011.

Sánchez, G.D. 2011. Generalidades del cultivo de guisante. En: Memorias, Jornada tecnológica: "Tecnologías de manejo agronómico para el desarrollo

competitivo del cultivo del guisante en Cundinamarca”. CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera. Colombia. pp. 08.

Serralde, A., G. Corredor, G. Roveda y M. Ramírez. 2002. Biofertilizantes rizobianos. Alternativas para manejo sostenible de cultivos de soya. Corpoica C.I. Tibaitatá, Mosquera (Cundinamarca) Colombia.


Torres, S. 2003. Evaluación de ocho variedades de arveja dulce (*Pisum sativum* L. var. *saccharatum*) al daño provocado por mosca minadora (*liriomyza huidobrensis* blanchard) en chimaltenango. Trabajo de grado maestría.

Trevor, V. y M. Cantwell. 2004. Guisante (arveja) de vaina comestible: tipos Snow y Snap. Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha. Department of Vegetable Crops, University of California. UNA La Molina. Programa de hortalizas Arveja china. En: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Arvejaoguisante.pdf>. Consulta: Diciembre de 2010.

Villarías, J.L. y E. Garzón. 2001. Estrategias del empleo de los herbicidas en el cultivo del guisante. Cultivos extensivos. En: http://www.marm.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural%2FVrural_2001_137_58_65.pdf.

ANEXO 2

Análisis completo de tejido vegetal muestreo destructivo en floración para
Arveja china (Goliath)


	USUARIO: GERMAN SANCHEZ DIRECCION:	DEPTO: MUNICIPIO: VEREDA:	FINCA: CULTIVO: T. ANALISIS:	COMPLETO
---	---------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	----------

RESULTADOS DEL ANALISIS

*Identificación Muestra	No Lab.	mg/Kg											
		N	P	K	Ca %	Mg	Na	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
GOLIATH1	5568	2,49	0,19	2,13	0,55	0,25	0,13	0,11	588,29	43,4	68,0	44,7	50,7
GOLIATH2	5569	2,86	0,15	1,78	0,54	0,24	0,13	0,10	785,06	57,4	54,0	33,4	37,6
GOLIATH3	5570	2,27	0,14	2,09	0,36	0,22	0,19	0,11	250,79	46,7	48,7	33,4	36,9
GOLIATH4	5571	2,90	0,12	1,81	0,50	0,25	0,19	0,15	548,27	80,0	58,0	40,7	24,4
GOLIATH5	5572	2,38	0,11	2,13	0,32	0,21	0,15	0,11	250,79	54,0	38,0	36,7	25,3
GOLIATH6	5573	2,64	0,18	1,72	0,29	0,16	0,12	0,08	286,79	33,4	40,0	33,4	22,3
GOLIATH7	5574	2,58	0,08	1,93	0,35	0,23	0,16	0,11	177,42	42,7	44,0	32,0	26,4
GOLIATH8	5575	2,42	0,09	1,92	0,36	0,22	0,16	0,12	278,14	59,4	45,4	37,4	30,1
GOLIATH9	5576	2,60	0,14	2,12	0,29	0,21	0,15	0,16	307,49	46,7	49,4	30,7	24,7


El solicitante hará uso de los resultados.

Métodos de Análisis Ca, Mg, K, Na: Determinación por Absorción Atómica Humedad: Método AOAC: 925.45 Cenizas: Método AOAC: 923.03 N: Método AOAC: 988.05 pH: Método AOAC: 945.10	P: Fósforo Total (Det. Colorimétrica) S: Azufre Total (Turbitimétrica) B: Boro (Determinación Colorimétrica) NT: No Detectable Carbono Orgánico (Walkley - Black Modificado)
--	--

Fecha de Entrada	25/08/2010
Fecha de Salida	16/11/2010
 Yo Bc. DIRECTOR DEL LABORATORIO	


ANEXO 4

Análisis completo de tejido vegetal muestreo destructivo en floración Muestra 32 (testigo absoluto o T0:0% Sugar Daddy)

		USUARIO: GERMAN SANCHEZ DIRECCION: CIBAITATA	DEPTO: MUNICIPIO: VEREDA:	FINCA: CULTIVO: T. ANALISIS:									
RESULTADOS DEL ANALISIS													
Identificación Muestra	No. Lab.	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
31	5379	2,84	0,18	1,50	0,55	0,22	0,19	0,08	142,74	103,4	38,7	33,4	16,3
El solicitante hará uso de los resultados.													
Fecha de Entrada Fecha de Salida		Métodos de Análisis Ca, Mg, K, Na: Determinación por Absorción Atómica Humedad: Método AOAC: 925.45 Cenizas: Método AOAC: 923.03 N: Método AOAC: 980.05 pH: Método AOAC: 945.10											
Fecha de Entrada: 10/08/2010 Fecha de Salida: 15/09/2010		P: Fósforo Total (Diet. Colorimétrica) S: Azufre Total (Turbidimetría) B: Boro (Determinación Colorimétrica) NT: No Detectable Carbono Orgánico (Walkley - Black Modificado)											
Yo Soy Director del Laboratorio Yo Soy Director del Laboratorio		Yo Soy Director del Laboratorio											

ANEXO 5

Análisis completo de tejido vegetal muestreo destructivo en floración (32 – 33 Goliath) (34 – 36 Sugar Daddy)

	USUARIO: GERMAN SANCHEZ DIRECCION:	DEPTO: VEREDA: MUNICIPIO:	FINCA: GUISANTE COMPLETO CULTIVO: T. ANALISIS:
---	---------------------------------------	------------------------------	--

RESULTADOS DEL ANALISIS


*Identificación Muestra	No Lab.	mg/Kg											
		N	P	K	Ca %	Mg	Na	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
32	5884	2,87	0,12	1,34	0,59	0,15	0,21	0,02	96,05	33,4	57,4	39,4	15,1
33	5885	3,58	0,10	1,27	0,74	0,17	0,25	0,03	100,05	52,7	36,7	34,7	24,3
34	5886	2,82	0,16	2,35	1,31	0,30	0,24	0,04	96,05	61,4	53,4	61,4	26,5
35	5887	2,74	0,09	1,86	1,23	0,27	0,23	0,06	75,37	103,4	38,0	40,7	32,9
36	5888	2,80	0,12	1,54	0,86	0,15	0,24	0,04	96,05	31,3	40,7	36,7	28,1

El solicitante hizo uso de los resultados.

Fecha de Entrada: 20/09/2010 Fecha de Salida: 16/11/2010 <i>Jenny Rodriguez Livaldo</i> Vó.Bo. DIRECTOR DEL LABORATORIO	Métodos de Análisis: Ca, Mg, K, Na: Determinación por Absorción Atómica Humedad: Método AOAC: 925.45 Cenizas: Método AOAC: 923.03 N: Método AOAC: 988.05 pH: Método AOAC: 945.10
--	---

ANEXO 6


Análisis completo de tejido vegetal muestreo destructivo en pico de cosecha para Arveja china variedad Goliath

		USUARIO: GERMAN SANCHEZ	DEPTO: MUNICIPIO: VEREDA:	FINCA: CULTIVO: T. ANALISIS:	GUISANTE COMPLETO
DIRECCION:					

RESULTADOS DEL ANALISIS

Identificación Muestra	No Lab.	N	P	K	Ca %	Mg	Na	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
101 GOLIATH	5994	1,25	0,12	0,95	0,51	0,09	0,11	0,02	113,39	15,3	34,7	33,4	18,8
102 GOLIATH	5995	1,41	0,15	1,46	0,94	0,16	0,07	0,02	120,06	11,3	41,4	38,7	13,3
103 GOLIATH	5996	1,11	0,13	1,68	0,88	0,19	0,08	0,02	102,72	9,3	44,7	44,0	18,5
104 GOLIATH	5997	1,00	0,14	1,39	0,94	0,13	0,14	0,02	146,74	12,7	35,4	43,4	18,2
105 GOLIATH	5998	1,23	0,12	1,54	0,82	0,15	0,15	0,02	108,72	24,0	33,4	38,4	14,7
106 GOLIATH	5999	1,14	0,12	1,59	0,87	0,16	0,12	0,01	151,41	10,0	34,0	33,4	11,0
107 GOLIATH	6000	1,08	0,10	1,54	0,78	0,15	0,17	0,02	81,37	18,0	32,7	47,4	14,0
108 GOLIATH	6001	1,33	0,11	1,90	1,06	0,20	0,12	0,02	123,40	22,7	40,0	42,7	16,6
109 GOLIATH	6002	1,19	0,13	1,76	0,95	0,19	0,18	0,02	156,75	20,0	44,0	41,4	12,9
110 GOLIATH	6003	0,99	0,12	1,63	0,92	0,15	0,18	0,02	203,44	16,7	36,0	30,0	13,8
111 GOLIATH	6004	1,28	0,12	1,31	0,92	0,17	0,14	0,02	114,08	19,3	34,7	30,7	13,1
112 GOLIATH	6005	1,11	0,10	1,39	0,69	0,16	0,09	0,01	206,10	6,7	29,3	41,4	6,2

El solicitante hará uso de los resultados.


Fecha de Entrada	11/10/2010		
Fecha de Salida	30/11/2010		
 Yo Soy DIRECTOR DEL LABORATORIO			

Métodos de Análisis

P: Fósforo Total (Diet. Colorimétrica) S: Azufre Total (Turbidimetría) B: Boro (Determinación Colorimétrica) NT: No Detectable Carbono Orgánico (Walkley - Black Modificado)	Ca, Mg, K, Na: Determinación por Absorción Atómica Humedad: Método AOAC: 925.45 Cenizas: Método AOAC: 923.03 N: Método AOAC: 988.05 pH: Método AOAC: 945.10
--	---

ANEXO 7

Análisis completo de tejido vegetal muestreo destructivo en pico de cosecha
para Arveja dulce variedad Sugar Daddy

	USUARIO: GERMAN SANCHEZ	DEPTO: MUNICIPIO: VEREDA:	FINCA: CULTIVO: T. ANALISIS: GUISANTE COMPLETO										
RESULTADOS DEL ANALISIS													
*Identificación Muestra	No Lab.	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
113 SUGAR	6006	2,09	0,15	1,29	0,77	0,20	0,17	0,03	600,97	13,3	34,0	32,0	13,2
114 SUGAR	6007	1,25	0,11	1,08	0,54	0,12	0,23	0,02	92,71	7,3	26,7	28,0	10,2
115 SUGAR	6008	1,41	0,09	1,43	0,85	0,19	0,18	0,01	376,19	14,0	25,3	35,4	6,4
116 SUGAR	6009	1,55	0,14	1,62	1,14	0,27	0,15	0,02	346,17	17,3	39,4	45,4	12,3
117 SUGAR	6010	1,41	0,14	1,43	1,86	0,22	0,18	0,02	500,92	18,7	53,4	42,0	12,3
118 SUGAR	6011	1,55	0,11	1,19	0,89	0,22	0,19	0,03	544,27	20,0	52,0	39,4	11,4
119 SUGAR	6012	1,89	0,13	1,65	1,02	0,29	0,17	0,02	496,92	24,7	46,7	40,7	11,8
120 SUGAR	6013	1,73	0,16	1,63	1,00	0,17	0,15	0,02	165,42	14,7	44,7	34,0	10,6
121 SUGAR	6014	1,55	0,15	1,54	0,89	0,21	0,15	0,03	137,40	36,7	34,0	43,4	19,4
122 SUGAR	6015	1,36	0,12	1,66	1,01	0,19	0,18	0,02	185,43	26,7	34,7	51,4	15,5
123 SUGAR	6016	1,61	0,15	1,36	0,86	0,19	0,13	0,02	375,52	17,3	40,0	45,4	11,8
124 SUGAR	6017	1,41	0,10	0,49	0,70	0,08	0,23	0,02	264,13	22,0	34,7	41,4	8,6

El solicitante hará uso de los resultados.

Métodos de Análisis

P: Fósforo Total (Det. Colorimétrica)
S: Azufre Total (Turbidimetría)
B: Boro (Determinación Colorimétrica)
NT: No Detectable
Carbono Orgánico (Walkley - Black Modificado)

Ca, Mg, K, Na: Determinación por Absorción Atómica
Humectad: Método AOAC: 925.45
Centizas: Método AOAC: 923.03
N: Método AOAC: 988.05
pH: Método AOAC: 945.10

Fecha de Entrada: 11/10/2010
 Fecha de Salida: 30/11/2010

Yenny Rodriguez Livaldo
 Vo.Bo. DIRECTOR DEL LABORATORIO

Métodos de Análisis

ANEXO 8

Análisis de varianza para altura y número de nudos en plantas

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTAS EN GOLIATH</i>					
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Bloque</i>	2	2995,8951	1497,94755	1,1	0,391
<i>Fertilización</i>	3	11619,4922	3873,16408	2,85	0,1272
<i>Error</i>	6	8150,64573	1358,44095		
<i>Total</i>	11	22766,033			

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL N° DE NUDOS EN GOLIATH</i>					
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Bloque</i>	2	21,5729167	10,7864583	1,01	0,4192
<i>Fertilización</i>	3	90,6041667	90,6041667	2,82	0,1292
<i>Error</i>	6	64,1770833	10,6961806		
<i>Total</i>	11	176,354167			

ANEXO 9

Análisis de varianza para altura y número de nudos en plantas

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTAS EN SUGAR DADDY</i>						
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Bloque</i>	2	175,443854	87,7219271	0,35	0,7211	
<i>Fertilización</i>	3	542,38875	180,79625	0,71	0,5796	
<i>Error</i>	6	1523,80656	253,96776			
<i>Total</i>	11	2241,63917				

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL N° DE NUDOS EN SUGAR DADDY</i>						
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Bloque</i>	2	26,322917	13,1614583	0,74	0,5178	
<i>Fertilización</i>	3	49,307292	16,4357639	0,82	0,4863	
<i>Error</i>	6	107,302083	17,8836806			
<i>Total</i>	11	182,932292				

ANEXO 10

Análisis de varianza para número y peso de vainas en plantas de arveja china
(Goliath)

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL N° DE VAINAS EN GOLIATH</i>					
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Bloque</i>	2	26058,6667	13029,3333	11,89	0,0082
<i>Fertilización</i>	3	33474,9167	11158,3056	10,18	0,0091
<i>Error</i>	6	6575,33333	1095,88889		
<i>Total</i>	11	66108,9167			

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO DE VAINAS EN GOLIATH</i>					
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Bloque</i>	2	414231,421	207115,71	16,89	0,0034
<i>Fertilización</i>	3	499572,294	166524,098	13,58	0,0044
<i>Error</i>	6	73591,4002	12265,2334		
<i>Total</i>	11	987395,115			

ANEXO 11

Análisis de varianza para número y peso de vainas en plantas de arveja dulce
(Sugar Daddy)

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL N° DE VAINAS EN SUGAR DADDY						
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Bloque</i>	2	2716,66667	1358,33333	1,01	0,418	
<i>Fertilización</i>	3	14205,3333	4735,11111	3,53	0,0883	
<i>Error</i>	6	8050,66667	1341,77778			
<i>Total</i>	11	24972,6667				

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO DE VAINAS EN SUGAR DADDY						
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Bloque</i>	2	165135,464	82567,7318	1,39	0,3183	
<i>Fertilización</i>	3	908809,904	302936,635	5,11	0,0432	
<i>Error</i>	6	355479,697	59246,616			
<i>Total</i>	11	1429425,06				

ANEXO 12

Análisis de varianza para peso fresco y peso seco de de arveja china (Goliath)
en estado fenológico de floración

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO FRESCO, MUESTREO DESTRUCTIVO FLORACIÓN GOLIATH</i>						
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Bloque</i>	2	9,41120185	4,70560093	0,57	0,5922	
<i>Fertilización</i>	3	52,5529361	17,5176454	2,13	0,1976	
<i>Error</i>	6	49,3162722	8,2193787			
<i>Total</i>	11	111,28041				

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO SECO, MUESTREO DESTRUCTIVO FLORACIÓN GOLIATH</i>						
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Bloque</i>	2	0,23300185	0,11650093	0,75	0,5117	
<i>Fertilización</i>	3	1,64234444	0,54744815	3,53	0,0883	
<i>Error</i>	6	0,93111667	0,15518611			
<i>Total</i>	11	2,80646296				

ANEXO 13

Análisis de varianza para peso fresco y peso seco de de arveja dulce (Sugar Daddy) en estado fenológico de floración

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO FRESCO, MUESTREO DESTRUCTIVO FLORACIÓN SUGAR DADDY</i>					
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Bloque</i>	2	26,9310907	13,4655454	3,08	0,1202
<i>Fertilización</i>	3	30,9082546	10,3027515	2,36	0,1711
<i>Error</i>	6	26,2461982	4,37436636		
<i>Total</i>	11	84,0855435			

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO SECO, MUESTREO DESTRUCTIVO FLORACIÓN SUGAR DADDY</i>					
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Bloque</i>	2	0,84542269	0,42271134	5,37	0,046
<i>Fertilización</i>	3	0,54755255	0,18251752	2,32	0,1751
<i>Error</i>	6	0,4723162	0,07871937		
<i>Total</i>	11	1,86529144			

ANEXO 14

Análisis de varianza para peso fresco y peso seco de arveja china (Goliath) en estado fenológico de cosecha

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO FRESCO, MUESTREO DESTRUCTIVO COSECHA GOLIATH

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Bloque</i>	2	5949,43151	2974,71575	3,08	0,1201
<i>Fertilización</i>	3	11034,669	3678,22301	3,81	0,0768
<i>Error</i>	6	5794,78356	965,79726		
<i>Total</i>	11	22778,8841			

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO SECO, MUESTREO DESTRUCTIVO COSECHA GOLIATH

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Bloque</i>	2	233,21528	116,60764	2,96	0,1277
<i>Fertilización</i>	3	369,452163	123,150721	3,12	0,1093
<i>Error</i>	6	236,597276	39,4328793		
<i>Total</i>	11	839,264719			

ANEXO 15

Análisis de varianza para peso fresco y peso seco de arveja dulce (Sugar Daddy) en estado fenológico de cosecha

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO FRESCO, MUESTREO DESTRUCTIVO COSECHA SUGAR DADDY</i>					
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Bloque</i>	2	2294,75145	1147,37572	1,08	0,3962
<i>Fertilización</i>	3	16813,41361	5604,4712	5,3	0,0401
<i>Error</i>	6	6347,21253	1057,86876		
<i>Total</i>	11	25455,37759			

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO SECO, MUESTREO DESTRUCTIVO COSECHA SUGAR DADDY</i>					
<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Bloque</i>	2	80,2110889	40,1055444	1,27	0,3465
<i>Fertilización</i>	3	512,7392991	170,9131	5,42	0,0383
<i>Error</i>	6	189,3059037	31,550984		
<i>Total</i>	11	782,2562917			

ANEXO 16

Costos de producción para arveja china con el T1:100%

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Costos variables				
Mano de obra				
Labores con tractor (picada, surcado, arado)	Hora	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Rectificación de camas con azadon	Jornal	4	\$ 25.000	\$ 100.000
Armar tutorado	Jornal	12	\$ 25.000	\$ 300.000
Siembra	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 200.000
Aplicación de cal dolomita	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Colgada	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 125.000
*fertilización en tres épocas de aplicación	Jornal	12	\$ 25.000	\$ 300.000
Desyerba (4 desyerbas)	Jornal	6	\$ 25.000	\$ 150.000
Cosecha	Jornal	110	\$ 25.000	\$ 2.750.000
Labores de poscosecha (Selección, clasificación, empaçado, pesado y cargada)	Jornal	10	\$ 25.000	\$ 250.000
Aplicación de pesticidas (plagas y enfermedades)	Jornal	8	\$ 25.000	\$ 200.000
Monitoreo del cultivo	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Otras labores	Jornal	2	\$ 25.000	\$ 50.000
Subtotal de mano de obra				\$ 4.755.000
Insumos				
Semilla	@	3	\$ 300.000	\$ 300.000
Cal dolomita	kg	100	\$ 24.000	\$ 24.000
*Urea	kg	123	\$ 188.000	\$ 188.000
*15-15-15	kg	200	\$ 300.000	\$ 300.000
*Sulfato de potasio	kg	68	\$ 198.000	\$ 198.000
*Sulfato de magnesio	kg	260	\$ 610.000	\$ 610.000
*Superfosfato triple	kg	200	\$ 380.000	\$ 380.000
*Kelatex Ca	kg	1	\$ 25.000	\$ 25.000
*Borax	kg	39	\$ 90.000	\$ 90.000
*KCL	kg	60	\$ 90.000	\$ 90.000
Fungicidas e insecticidas				\$ 500.000
Canastillas (Depreciado a 5 ciclos)	Unidad	50	\$ 7.000	\$ 70.000
Subtotal insumos				\$ 2.775.000
Servicios				
Análisis de suelo (Se realiza cada 4 ciclos)		1	\$ 75.000	\$ 75.000
Subtotal servicios				\$ 75.000
Total costos variables				\$ 7.605.000
Costos fijos				
Tutorado (Depreciado a 3 años o 6 ciclos de cultivo)				\$ 2.683.000
Sistema de riego (Depreciado a 5 años o 10 ciclos de cultivo)				\$ 500.000
Arrendamiento/ha	Mes	6	\$ 180.000	\$ 1.080.000
Total costos fijos				\$ 4.263.000
Total costos				\$ 11.868.000
*Costos que varían según los tratamientos de fertilización y afectan los costos de producción				

ANEXO 17

Costos de producción para arveja china con el T2:50%

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Costos variables				
Mano de obra				
Labores con tractor (picada, surcado, arado)	Hora	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Rectificación de camas con azadon	Jornal	4	\$ 25.000	\$ 100.000
Armar tutorado	Jornal	12	\$ 25.000	\$ 300.000
Siembra	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 200.000
Aplicación de cal dolomita	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Colgada	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 125.000
*fertilización en tres épocas de aplicación	Jornal	8	\$ 25.000	\$ 200.000
Desyerba (4 desyerbas)	Jornal	6	\$ 25.000	\$ 150.000
Cosecha	Jornal	100	\$ 25.000	\$ 2.500.000
Labores de poscosecha (Selección, clasificación, empacado, pesado y	Jornal	10	\$ 25.000	\$ 250.000
Aplicación de pesticidas (plagas y enfermedades	Jornal	8	\$ 25.000	\$ 200.000
Monitoreo del cultivo	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Otras labores	Jornal	2	\$ 25.000	\$ 50.000
Subtotal de mano de obra				\$ 4.405.000
Insumos				
Semilla	@	3	\$ 300.000	\$ 300.000
Cal dolomita	kg	100	\$ 24.000	\$ 24.000
*Urea	kg	61	\$ 94.000	\$ 94.000
*15-15-15	kg	100	\$ 150.000	\$ 150.000
*Sulfato de potasio	kg	34	\$ 99.000	\$ 99.000
*Sulfato de magnesio	kg	130	\$ 305.000	\$ 305.000
*Superfosfato triple	kg	100	\$ 190.000	\$ 190.000
*Kelatex Ca	kg	0,5	\$ 25.000	\$ 25.000
*Borax	kg	19	\$ 45.000	\$ 45.000
*KCL	kg	30	\$ 45.000	\$ 45.000
Fungicidas e insecticidas				\$ 500.000
Canastillas (Depreciado a 5 ciclos)	Unidad	50		\$ 70.000
Subtotal insumos				\$ 1.847.000
Servicios				
Análisis de suelo (Se realiza cada 4 ciclos)		1	\$75.000	\$75.000
Subtotal servicios				\$ 75.000
Total costos variables				\$6.327.000
Costos fijos				
Tutorado (Depreciado a 3 años o 6 ciclos de cultivo)				\$ 2.683.000
Sistema de riego (Depreciado a 5 años o 10 ciclos de cultivo)				\$ 500.000
Arrendamiento/ha	Mes	6	\$ 180.000	\$ 1.080.000
Total costos fijos				\$ 4.263.000
Total costos				\$ 10.590.000
*Costos que varían según los tratamientos de fertilización y afectan los costos de producción				

ANEXO 18

Costos de producción para arveja china con el T3:10%

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Costos variables				
Mano de obra				
Labores con tractor (picada, surcado, arado)	Hora	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Rectificación de camas con azadon	Jornal	4	\$ 25.000	\$ 100.000
Armar tutorado	Jornal	12	\$ 25.000	\$ 300.000
Siembra	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 200.000
Aplicación de cal dolomita	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Colgada	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 125.000
*fertilización en tres épocas de aplicación	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 125.000
Desyerba (4 desyerbas)	Jornal	6	\$ 25.000	\$ 150.000
Cosecha	Jornal	75	\$ 25.000	\$ 1.875.000
Labores de poscosecha (Selección, clasificación, empacado, pesado y	Jornal	10	\$ 25.000	\$ 250.000
Aplicación de pesticidas (plagas y enfermedades	Jornal	8	\$ 25.000	\$ 200.000
Monitoreo del cultivo	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Otras labores	Jornal	2	\$ 25.000	\$ 50.000
Subtotal de mano de obra				\$ 3.705.000
Insumos				
Semilla	@	3	\$ 300.000	\$ 300.000
Cal dolomita	kg	100	\$ 24.000	\$ 24.000
*Urea	kg	12,3	\$ 30.000	\$ 30.000
*15-15-15	kg	20	\$ 50.000	\$ 50.000
*Sulfato de potasio	kg	6,8	\$ 20.000	\$ 20.000
*Sulfato de magnesio	kg	26	\$ 61.000	\$ 61.000
*Superfosfato triple	kg	20	\$ 38.000	\$ 38.000
*Kelatex Ca	kg	0,1	\$ 25.000	\$ 25.000
*Borax	kg	3,9	\$ 10.000	\$ 10.000
*KCL	kg	6	\$12000	\$ 12.000
Fungicidas e insecticidas				\$ 500.000
Canastillas (Depreciado a 5 ciclos)	Unidad	50		\$ 70.000
Subtotal insumos				\$ 1.140.000
Servicios				
Análisis de suelo (Se realiza cada 4 ciclos)		1	\$75.000	\$75.000
Subtotal servicios				\$ 75.000
Total costos variables				\$ 4.920.000
Costos fijos				
Tutorado (Depreciado a 3 años o 6 ciclos de cultivo)				\$ 2.683.000
Sistema de riego (Depreciado a 5 años o 10 ciclos de cultivo)				\$ 500.000
Arrendamiento/ha	Mes	6	180.000	\$ 1.080.000
Total costos fijos				\$ 4.263.000
Total costos				\$ 9.183.000
*Costos que varían según los tratamientos de fertilización y afectan los costos de producción				

ANEXO 19

Costos de producción para arveja china con el T0:0%

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Costos variables				
Mano de obra				
Labores con tractor (picada, surcado, arado)	Hora	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Rectificación de camas con azadon	Jornal	4	\$ 25.000	\$ 100.000
Armar tutorado	Jornal	12	\$ 25.000	\$ 300.000
Siembra	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 200.000
Aplicación de cal dolomita	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Colgada	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 125.000
Desyerba (4 desyerbas)	Jornal	6	\$ 25.000	\$ 150.000
Cosecha	Jornal	73	\$ 25.000	\$ 1.825.000
Labores de poscosecha (Selección, clasificación, empacado, pesado y	Jornal	10	\$ 25.000	\$ 250.000
Aplicación de pesticidas (plagas y enfermedades	Jornal	8	\$ 25.000	\$ 200.000
Monitoreo del cultivo	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Otras labores	Jornal	2	\$ 25.000	\$ 50.000
Subtotal de mano de obra				\$ 3.530.000
Insumos				
Semilla	@	3	\$ 300.000	\$ 300.000
Cal dolomita	kg	100	\$ 24.000	\$ 24.000
Fungicidas e insecticidas				\$ 500.000
Canastillas (Depreciado a 5 ciclos)	Unidad	50		\$ 70.000
Subtotal insumos				\$ 894.000,00
Servicios				
Análisis de suelo (Se realiza cada 4 ciclos)		1	\$75.000	\$75.000
Subtotal servicios				\$ 75.000
Total costos variables				\$ 4.499.000
Costos fijos				
Tutorado (Depreciado a 3 años o 6 ciclos de cultivo)				\$ 2.683.000
Sistema de riego (Depreciado a 5 años o 10 ciclos de cultivo)				\$ 500.000
Arrendamiento/ha	Mes	6	\$ 180.000	\$ 1.080.000
Total costos fijos				\$ 4.263.000
Total costos				\$ 8.762.000
*Costos que varían según los tratamientos de fertilización y afectan los costos de producción				

ANEXO 20

Costos de producción para arveja dulce con el T1:100%

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Costos variables				
Mano de obra				
Labores con tractor (picada, surcado, arado)	Hora	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Rectificación de camas con azadon	Jornal	4	\$ 25.000	\$ 100.000
Armar tutorado	Jornal	12	\$ 25.000	\$ 300.000
Siembra	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 200.000
Aplicación de cal dolomita	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Colgada	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 125.000
*fertilización en tres épocas de aplicación	Jornal	12	\$ 25.000	\$ 300.000
Desyerba (4 desyerbas)	Jornal	6	\$ 25.000	\$ 150.000
Cosecha	Jornal	95	\$ 25.000	\$ 2.375.000
Labores de poscosecha (Selección, clasificación, empaçado, pesado y	Jornal	10	\$ 25.000	\$ 250.000
Aplicación de pesticidas (plagas y enfermedades	Jornal	8	\$ 25.000	\$ 200.000
Monitoreo del cultivo	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Otras labores	Jornal	2	\$ 25.000	\$ 50.000
Subtotal de mano de obra				\$ 4.380.000
Insumos				
Semilla	@	3	\$ 300.000	\$ 300.000
Cal dolomita	kg	100	\$ 24.000	\$ 24.000
*Urea	kg	123	\$ 188.000	\$ 188.000
*15-15-15	kg	200	\$ 300.000	\$ 300.000
*Sulfato de potasio	kg	68	\$ 198.000	\$ 198.000
*Sulfato de magnesio	kg	260	\$ 610.000	\$ 610.000
*Superfosfato triple	kg	200	\$ 380.000	\$ 380.000
*Kelatex Ca	kg	1	\$ 25.000	\$ 25.000
*Borax	kg	39	\$ 90.000	\$ 90.000
*KCL	kg	60	\$ 90.000	\$ 90.000
Fungicidas e insecticidas				\$ 500.000
Canastillas (Depreciado a 5 ciclos)	Unidad	50	\$ 7.000	\$ 70.000
Subtotal insumos				\$ 2.775.000
Servicios				
Análisis de suelo (Se realiza cada 4 ciclos)		1	\$ 75.000	\$ 75.000
Subtotal servicios				\$ 75.000
Total costos variables				\$ 7.230.000
Costos fijos				
Tutorado (Depreciado a 3 años o 6 ciclos de cultivo)				\$ 2.683.000
Sistema de riego (Depreciado a 5 años o 10 ciclos de cultivo)				\$ 500.000
Arrendamiento/ha	Mes	6	\$ 180.000	\$ 1.080.000
Total costos fijos				\$ 4.263.000
Total costos				\$ 11.493.000
*Costos que varían según los tratamientos de fertilización y afectan los costos de producción				

ANEXO 21

Costos de producción para arveja dulce con el T2:50%

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Costos variables				
Mano de obra				
Labores con tractor (picada, surcado, arado)	Hora	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Rectificación de camas con azadon	Jornal	4	\$ 25.000	\$ 100.000
Armar tutorado	Jornal	12	\$ 25.000	\$ 300.000
Siembra	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 200.000
Aplicación de cal dolomita	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Colgada	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 125.000
*fertilización en tres épocas de aplicación	Jornal	8	\$ 25.000	\$ 200.000
Desyerba (4 desyerbas)	Jornal	6	\$ 25.000	\$ 150.000
Cosecha	Jornal	80	\$ 25.000	\$ 2.000.000
Labores de poscosecha (Selección, clasificación, empacado, pesado y	Jornal	10	\$ 25.000	\$ 250.000
Aplicación de pesticidas (plagas y enfermedades	Jornal	8	\$ 25.000	\$ 200.000
Monitoreo del cultivo	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Otras labores	Jornal	2	\$ 25.000	\$ 50.000
Subtotal de mano de obra				\$ 3.905.000
Insumos				
Semilla	@	3	\$ 300.000	\$ 300.000
Cal dolomita	kg	100	\$ 24.000	\$ 24.000
*Urea	kg	61	\$ 94.000	\$ 94.000
*15-15-15	kg	100	\$ 150.000	\$ 150.000
*Sulfato de potasio	kg	34	\$ 99.000	\$ 99.000
*Sulfato de magnesio	kg	130	\$ 305.000	\$ 305.000
*Superfosfato triple	kg	100	\$ 190.000	\$ 190.000
*Kelatex Ca	kg	0,5	\$ 25.000	\$ 25.000
*Borax	kg	19	\$ 45.000	\$ 45.000
*KCL	kg	30	\$ 45.000	\$ 45.000
Fungicidas e insecticidas				\$ 500.000
Canastillas (Depreciado a 5 ciclos)	Unidad	50		\$ 70.000
Subtotal insumos				\$ 1.847.000
Servicios				
Análisis de suelo (Se realiza cada 4 ciclos)		1	\$75.000	\$75.000
Subtotal servicios				\$ 75.000
Total costos variables				\$5.827.000
Costos fijos				
Tutorado (Depreciado a 3 años o 6 ciclos de cultivo)				\$ 2.683.000
Sistema de riego (Depreciado a 5 años o 10 ciclos de cultivo)				\$ 500.000
Arrendamiento/ha	Mes	6	\$ 180.000	\$ 1.080.000
Total costos fijos				\$ 4.263.000
Total costos				\$ 10.090.000
*Costos que varían según los tratamientos de fertilización y afectan los costos de producción				

ANEXO 22

Costos de producción para arveja dulce con el T3:10%

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Costos variables				
Mano de obra				
Labores con tractor (picada, surcado, arado)	Hora	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Rectificación de camas con azadon	Jornal	4	\$ 25.000	\$ 100.000
Armar tutorado	Jornal	12	\$ 25.000	\$ 300.000
Siembra	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 200.000
Aplicación de cal dolomita	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Colgada	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 125.000
*fertilización en tres épocas de aplicación	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 125.000
Desyerba (4 desyerbas)	Jornal	6	\$ 25.000	\$ 150.000
Cosecha	Jornal	65	\$ 25.000	\$ 1.625.000
Labores de poscosecha (Selección, clasificación, empackado, pesado y	Jornal	10	\$ 25.000	\$ 250.000
Aplicación de pesticidas (plagas y enfermedades	Jornal	8	\$ 25.000	\$ 200.000
Monitoreo del cultivo	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Otras labores	Jornal	2	\$ 25.000	\$ 50.000
Subtotal de mano de obra				\$ 3.455.000
Insumos				
Semilla	@	3	\$ 300.000	\$ 300.000
Cal dolomita	kg	100	\$ 24.000	\$ 24.000
*Urea	kg	12,3	\$ 30.000	\$ 30.000
*15-15-15	kg	20	\$ 50.000	\$ 50.000
*Sulfato de potasio	kg	6,8	\$ 20.000	\$ 20.000
*Sulfato de magnesio	kg	26	\$ 61.000	\$ 61.000
*Superfosfato triple	kg	20	\$ 38.000	\$ 38.000
*Kelatex Ca	kg	0,1	\$ 25.000	\$ 25.000
*Borax	kg	3,9	\$ 10.000	\$ 10.000
*KCL	kg	6	\$12000	\$ 12.000
Fungicidas e insecticidas				\$ 500.000
Canastillas (Depreciado a 5 ciclos)	Unidad	50		\$ 70.000
Subtotal insumos				\$ 1.140.000
Servicios				
Análisis de suelo (Se realiza cada 4 ciclos)		1	\$75.000	\$75.000
Subtotal servicios				\$ 75.000
Total costos variables				\$ 4.670.000
Costos fijos				
Tutorado (Depreciado a 3 años o 6 ciclos de cultivo)				\$ 2.683.000
Sistema de riego (Depreciado a 5 años o 10 ciclos de cultivo)				\$ 500.000
Arrendamiento/ha	Mes	6	180.000	\$ 1.080.000
Total costos fijos				\$ 4.263.000
Total costos				\$ 8.933.000
*Costos que varían según los tratamientos de fertilización y afectan los costos de producción				

ANEXO 23

Costos de producción para arveja dulce con el T0:0%

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Costos variables				
Mano de obra				
Labores con tractor (picada, surcado, arado)	Hora	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Rectificación de camas con azadon	Jornal	4	\$ 25.000	\$ 100.000
Armar tutorado	Jornal	12	\$ 25.000	\$ 300.000
Siembra	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 200.000
Aplicación de cal dolomita	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Colgada	Jornal	5	\$ 25.000	\$ 125.000
Desyerba (4 desyerbas)	Jornal	6	\$ 25.000	\$ 150.000
Cosecha	Jornal	40	\$ 25.000	\$ 1.000.000
Labores de poscosecha (Selección, clasificación, empaçado, pesado y	Jornal	10	\$ 25.000	\$ 250.000
Aplicación de pesticidas (plagas y enfermedades	Jornal	8	\$ 25.000	\$ 200.000
Monitoreo del cultivo	Jornal	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Otras labores	Jornal	2	\$ 25.000	\$ 50.000
Subtotal de mano de obra				\$ 2.705.000
Insumos				
Semilla	@	3	\$ 300.000	\$ 300.000
Cal dolomita	kg	100	\$ 24.000	\$ 24.000
Fungicidas e insecticidas				\$ 500.000
Canastillas (Depreciado a 5 ciclos)	Unidad	50		\$ 70.000
Subtotal insumos				\$ 894.000,00
Servicios				
Análisis de suelo (Se realiza cada 4 ciclos)		1	\$75.000	\$75.000
Subtotal servicios				\$ 75.000
Total costos variables				\$ 3.674.000
Costos fijos				
Tutorado (Depreciado a 3 años o 6 ciclos de cultivo)				\$ 2.683.000
Sistema de riego (Depreciado a 5 años o 10 ciclos de cultivo)				\$ 500.000
Arrendamiento/ha	Mes	6	\$ 180.000	\$ 1.080.000
Total costos fijos				\$ 4.263.000
Total costos				\$ 7.937.000
*Costos que varían según los tratamientos de fertilización y afectan los costos de producción				

ANEXO 24

Factor de eficiencia que determina el elemento aprovechable de acuerdo al tipo de suelo

ELEMENTOS	Clases de suelo		
	Arenosos	Francos	Arcillosos
N	1-1,8	1-1,3	1-1,3
P	3,3-3,5	3-4,0	3-3,4
K	1,8-2,0	1,5-1,7	1,5-1,8
Ca	5-10	5-8	5-10
Mg	3-5	2-4	3-5
S	1,4-1,5	1,4-1,5	1,4-1,5
B	8-10	5-8	8-10
Cu	5-10	5-10	5-10
Fe	13-20	13-20	13-20
Mn	15-25	15-25	15-25
Zn	5-10	5-10	5-10

Fuente: Microfertisa, 2006.

ANEXO 25

Cálculo de nutrientes a aplicar y cuantificación de factores para el plan de fertilización

Nitrógeno:

MO=9.2%

Según ICA (1992) el N total resulta de dividir el valor de la MO en 20 (esta es una aproximación)

$N=9.2/20 = 0.46\% \text{ N}$

Castro (1998) afirma que el coeficiente de mineralización de N depende del clima y para clima frío es 0.015

$N \text{ disponible} = 0.46\% * 0.015 = 0,0069$

Luego para saber cuánto nitrógeno tengo en una ha necesito conocer el peso de la ha y después se multiplica por el % del N para luego dividirse entre 100:

Peso de la ha:

$\text{Peso} = 10000\text{m}^2 * \text{densidad kg/m}^3 * \text{profundidad}$

$\text{Peso} = 10000\text{m}^2 * 1000\text{kg/m}^3 * 0.2\text{m}$

$\text{Peso} = 2'000.000\text{kg}$ (Castro, 1998)

Peso de la ha: 2'000.000kg

2'000.000kg \longrightarrow 100%

X \longleftarrow 0,0069N

$X = 138\text{Kg N/ha}$

Finalmente el nitrógeno total en el suelo (138Kg N/ha) se multiplica por el factor de aprovechabilidad que para este caso es de 1.3 en un suelo franco.

$$N \text{ aprovechable} = 138/1.3 = \mathbf{106 \text{ kg/ha}}$$

Fosforo:

Contenido de P en el suelo = 8.2 ppm = 8.2mg/kg

Luego el contenido de P en el suelo se multiplica por el peso de la ha:

$$\begin{array}{l} 8.2 \text{ mg} \longrightarrow 1 \text{ kg} \\ X \longleftarrow 2'000.000 \text{ kg/ha} \end{array}$$

$$X = 8.2 \text{ mg} * 2'000.000 \text{ kg/1kg} = 16'400.000 \text{ mg} = 16.4 \text{ kg P/ha}$$

Se debe tener en cuenta el factor de aprovechabilidad que para un suelo franco según Micorfertisa (2006) es 3.0

Entonces:

$$16.4 \text{ (kgP/ha)}/3.0 = 5.47 \text{ kg/ha}$$

$$P \text{ aprovechable} = \mathbf{5.47 \text{ kg/ha}}$$

Del mismo modo que se calculó el fosforo aprovechable en el suelo se calculan el S que se expresa en Kg/ha y los elementos menores Fe, Cu, Mn, Zn, y B que se expresan en g/ha, teniendo en cuenta el peso de la ha y el factor de aprovechabilidad de cada elemento.

Potasio:

Contenido de K en el suelo= 0.70 cmol (+)/kg o 0.70 meq/100g de suelo
 meq de K/100g suelo = Cmol(+) de K/kg de suelo

1 meq de K= peso atómico (mg)/valencia.

$$0.70 \frac{\text{meq}}{100\text{g}} \times \frac{\text{peso atómico (mg)/valencia}}{1 \text{ meq}} \times \frac{1000\text{g}}{1\text{kg}}$$

$$0.70 \frac{\text{meq}}{100\text{g}} \times \frac{39(\text{mg})/1}{1 \text{ meq}} \times \frac{1000\text{g}}{1\text{kg}}$$

$$K = 273 \text{ mg/kg}$$

Luego el contenido de K en el suelo se multiplica por el peso de la ha:

$$\begin{array}{ccc} 273 \text{ mg K} & \longrightarrow & 1\text{kg} \\ X & \longleftarrow & 2'000.000\text{kg/ha} \end{array}$$

$$K = 546'000.000 \text{ mg}$$

$$K = 546.000 \text{ g}$$

$$K = 546 \text{ kg}$$

546 kg de K en el suelo que multiplicado por el factor de aprovechabilidad que para un suelo franco el factor para K es 1.5

$$546\text{kg K} \times 1.5 = 364 \text{ kg de K}$$

K aprovechable en el suelo= **364 kg**

Del mismo modo que se calculó el potasio aprovechable en el suelo se calculan el Ca y el Mg (Cationes o Bases intercambiables) que se expresa en Kg/ha teniendo en cuenta el peso atómico, la valencia, el peso de la ha, y el factor de aprovechabilidad de cada elemento.